

PROYECTO FINAL DE CARRERA

**“PROYECTO PARA LA UNIFICACIÓN DE LA
RED DE MEDIA TENSIÓN DE LA CIUDAD
DE LLEIDA”**

AUTOR: Victorià Burrueco Franco
DIRECTOR: Josep Ribó Pablo
Mayo de 2007



*A mi Padre:
Mi mejor maestro*

Agradecimientos

Hace ya casi cuatro años que decidí iniciar la aventura de volver a estudiar.

Esta decisión no es de las que se toman a la ligera, o por lo menos yo lo creía así. Más bien fue consensuada y meditada, ya que el objetivo era ambicioso y así lo requería: Ingeniería Técnica Industrial.

Desde los primeros pasos, me di cuenta que sería una tarea ardua, difícil y sacrificada, muy sacrificada. Haciendo eco de las palabras de mi amigo José Maria Pelegrí, eso solo lo sabe el que lo pasa. Aunque no todo son inconvenientes, a la vez descubrí que era grata y apasionante.

Por eso desde estas pocas líneas, quiero expresar mi agradecimiento a todas las personas que de una forma u otra me han animado y han compartido conmigo alegrías y tristezas.

En primer lugar, quiero agradecer a mi mujer, Conchi, el ser mi auténtico motor y los cimientos de este edificio: la mitad del mérito de la carrera es suyo. Por su paciencia infinita y por ayudarme en la consecución de mi sueño, aunque suene a tópico, sin ella hubiera sido simplemente imposible. Como no, a David y a Pau, mis hijos, les quiero dar las gracias y pedirles perdón por el tiempo que les he robado y espero pueda compensar, que no recuperar. También a mi madre, por su preocupación y a mi familia en general.

Quiero dar las gracias al Sr. Asensio Martínez Blaya, director de zona Lleida de Fecsa – Endesa, empresa donde desarrollo mi actividad laboral, por su apoyo y confianza. Así también a los Sres. Robert Alàs y Antonio Campo responsable y coordinador del departamento, respectivamente.

A los profesores de la Escuela Politécnica Superior de Lleida, por tener siempre abiertas las puertas de sus despachos, a cualquier hora. Hago mención especial a los dos directores que he conocido: el doctor Javier Chavarriga, catedrático de matemáticas fallecido recientemente y al doctor Ferran Badia, actual director y responsable de física. Gracias por su apoyo, dedicación y paciencia.

Y como no, a mis amigos y compañeros de este viaje. A todos ellos sin dejarme a ninguno, mi agradecimiento. A mi buen amigo Sisco Colomina, decirle que tiene razón, realmente existe otra vida después de la carrera.

Para acabar, relacionado con este proyecto, también quiero dar las gracias a Josep Ribó, por su dirección, buen criterio y por aceptarlo desde el primer momento; así como también a su hermano Joan y a Ramón Soriano (ambos compañeros de trabajo), por soportar estoicamente mis baterías de preguntas.

RELACIÓN DE DOCUMENTOS QUE CONFORMAN EL PROYECTO:

- 1. ÍNDICE GENERAL**
- 2. MEMORIA DESCRIPTIVA**
- 3. MEMORIA DE CÁLCULOS**
- 4. PRESUPUESTO**
- 5. PLIEGO DE CONDICIONES**
- 6. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**
- 7. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA (PLANOS)**

ÍNDICE MEMORIA DESCRIPTIVA

Memoria Descriptiva

1. Planteamiento del “Proyecto para la unificación de la Red de Media Tensión de la ciudad de Lleida”

1.1 Antecedentes

1.2 Motivación del Proyecto

1.3 Objeto del Proyecto

1.4 Normativas y referencias

1.4.1 Disposiciones Legales y Normativa Alegada

1.5 Emplazamiento del Proyecto

1.6 Alcance del Proyecto

1.7 Programación de los trabajos

2. Análisis de la Inversión

2.1 Introducción

2.2 Viabilidad de una inversión. Generalidades

2.2.1 El valor temporal del dinero

2.2.2 Elección de la inversión: la ley de la oferta y la demanda

2.2.3 Concepto de inversión

2.2.4 Clasificación de las inversiones

2.3 Técnicas de valoración de la inversión

2.3.1 VAN o Valor actualizado Neto

2.3.2 PAYBACK o periodo de recuperación de la inversión

2.3.3 TIR o Tasa interna de rentabilidad

3. Estudio de la rentabilidad de la inversión a realizar en el “Proyecto de unificación de la red de media tensión de Lleida”

3.1 Planteamiento inicial

3.2 Parámetros a tener en cuenta en la valoración de la inversión

3.2.1 Costes fijos.

3.2.1.1 Amortización de material

3.2.1.2 Penalización por incumplimiento de Calidad Individual

3.2.1.3 Energía no distribuida

3.2.1.4 Pérdidas Técnicas

3.2.1.5 Pérdidas no Técnicas

3.2.2 Costes Variables

3.2.2.1 Gastos de Operación y Mantenimiento

3.2.2.2 Ausencia de defectos por RPR (Revisiones Periódicas Reglamentarias)

3.2.3 Ingresos

3.2.3.1 Crecimiento vegetativo

3.2.3.2 Conexión nuevos suministros

3.3 Análisis de la inversión: resultados y conclusiones.

4. Red de Media Tensión

4.1 Generalidades

4.2 Trazado de la Red Subterránea de Media Tensión

4.3 Zanjas, tendido de conductor y conductores

4.3.1 Generalidades

4.3.2 Zanjas

4.3.3 Tendido de conductor

4.3.4 Conductores

4.3.5 Construcción de tubos hormigonados

4.3.6 Tendido en tubos

4.3.7 Tapado y compactado

4.3.8 Cruzamientos y paralelismos

4.4 Centros de Transformación

4.4.1 Generalidades

4.5 Casetas Prefabricadas ORMAZABAL

4.5.1 Generalidades

4.5.2 Rejillas de ventilación

4.5.3 Puertas y tapas de acceso

4.5.4 Cimentación

4.5.5 Dimensiones del receptáculo

4.5.6 Solera, pavimento y cierres exteriores

4.5.7 Ventilación

4.5.8 Condiciones de servicio

4.6 Celdas SF6

4.6.1 Descripción de las Celdas de SF6

4.6.2 Dimensionado del embarrado

4.6.3 Comprobación por densidad de corriente

4.6.4 Comprobación por sollicitación electrodinámica

4.6.5 Comprobación por sollicitación térmica

4.6.6. Características técnicas de las celdas modulares de SF6

4.6.7 Elección de los fusibles

4.7 Transformadores de Potencia

4.7.1 Características nominales

4.8 Puente de MT y BT

4.9 Cuadro de Baja Tensión

4.9.1 Generalidades

4.9.2 Zona de acometida, medida y equipos auxiliares

4.9.3 Zona de salidas

4.10 Puesta a Tierra

4.10.1 Generalidades

4.10.2 Tierra de protección

4.10.3 Tierra de servicio

4.11 Alumbrado de los Centros de Transformación

4.12 Señalizaciones y Material de Seguridad

5. Red Subterránea de BT

5.1 Generalidades

5.2 Instalación de Puesta a Tierra en la red de BT

5.3 Pruebas de Puesta en funcionamiento

5.3.1 General

5.3.2 Conductores

5.3.3 Aparamenta

5.4 Pruebas Varias

5.5 Plazo de Ejecución del Proyecto

6. Introducción al análisis de fiabilidad. Conceptos básicos

6.1 Introducción

6.2 Sistemas eléctricos de potencia y fiabilidad

6.3 Elementos de la red

6.4 Estructura de la red

6.5 Análisis de la explotación de la red

6.6 Índices básicos de fiabilidad

6.7 Índices básicos de fiabilidad en función del tiempo medio

**6.8 Relaciones entre los principales Índices básicos de fiabilidad del sistema
de distribución eléctrica**

6.9 Disponibilidad asintótica

6.10 Indisponibilidad asintótica

6.11 Acciones de aumento de la fiabilidad

7. Consideraciones Finales

8. Bibliografía

9. Abreviaturas

ÍNDICE MEMORIA DE CÁLCULOS

Memoria de Cálculos

1. Red Subterránea de Media Tensión

1.1 Cálculo de la Sección de la Red MT 25 kV

1.1.1 Elección del conductor

1.1.2 Intensidad de Cortocircuito

1.2 Cálculo y Justificación del Sistema de Puesta a Tierra

2. Amortización de la Inversión

2.1 Costes fijos

2.1.1 Amortización de la inversión

2.1.2. Penalización por Calidad Individual

2.1.3. Energía no Distribuida

2.1.4. Pérdidas Técnicas

2.1.5. Pérdidas no Técnicas

2.2 Costes variables

2.2.1 Gastos de Operación y Mantenimiento

2.2.2. Ausencia de defectos por RPR (Revisiones Periódicas
Reglamentarias)

2.3 Ingresos

2.3.1 Crecimiento vegetativo

2.3.2 Conexión nuevos suministros

ÍNDICE PRESUPUESTO

Presupuesto

1 Determinación del presupuesto

1.1 Cable “Govern Civil”

1.2 Fases del cambio de tensión del cable “Govern Civil”

1.3 Listado de unidades constructivas

1.4 Cuadro resumen presupuesto general

1.5 Resumen del Presupuesto

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

Pliego de Condiciones

1. Condiciones Generales

1.1 Alcance

1.2 Reglamentos y Normas

1.3 Materiales

1.4 Ejecución de las Obras

1.4.1 Comienzo

1.4.2 Plazo de Ejecución

1.4.3 Libro de Órdenes

1.5 Interpretación y Desarrollo del Proyecto

1.6 Obras Complementarias

1.7 Modificaciones

1.8 Obra Defectuosa

1.9 Medios Auxiliares

1.10 Conservación de las Obras

1.11 Recepción de las Obras

1.11.1 Recepción Provisional

1.11.2 Plazo de Garantía

1.11.3 Recepción Definitiva

1.12 Adjudicación de los Trabajos

2. Condiciones Económicas

2.1 Abono de la Obra

2.2 Precios

2.3 Revisión de Precios

2.4 Penalizaciones

2.5 Contrato

2.6 Responsabilidades

2.7 Rescisión del Contrato

2.8 Liquidación en Caso de Rescisión del Contrato

3. Condiciones Facultativas

3.1 Normas a Seguir

3.2 Personal

3.3 Calidad de los Materiales

3.3.1 Obra Civil

3.3.2 Aparamenta de Media Tensión

3.3.3 Transformador

3.4 Condiciones de Uso, Mantenimiento y Seguridad

3.4.1 Puesta en servicio

3.4.2 Separación de servicio

3.4.3 Mantenimiento

3.5 Reconocimiento y Ensayos Previos

3.6 Ensayos

3.6.1 Prueba de operación mecánica.

3.6.2 Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.

3.6.3 Verificación del cableado

3.6.4 Ensayo a frecuencia industrial.

3.6.5 Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.

3.6.6 Ensayo a onda de choque 1,2/50 mseg.

3.6.7 Verificación del grado de protección.

3.7. Aparellaje

3.8 Subcontrataciones

4. Condiciones Técnicas

4.1. Unidades de Obra Civil

4.1.1. Materiales Básicos

4.1.2. Ejecución de las obras.

4.1.3. Excavaciones en Cualquier Tipo de Terreno

4.1.4. Terraplenes

4.1.5. Excavación y Relleno de Zanjas y Pozos

4.2. Equipos Eléctricos

4.2.1. Generalidades

5. Medio Ambiente

5.1 Conducta Medioambiental exigida por la Sociedad

5.2 Producción de Residuos

5.3 Tipos de residuos

5.4 Legislación del Estado Español referente a residuos

5.5 Requisitos medioambientales para el proyecto de cambio de tensión de la ciudad de la ciudad de Lleida

ÍNDICE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Memoria

1. Antecedentes y objeto del estudio de seguridad y salud.

2. Ámbito de aplicación

3. Datos generales de la obra

4. Descripción de los trabajos

4.1. Descripción de los trabajos que se requieren

4.2. Características del entorno de trabajo

4.3. Instalaciones provisionales, maquinaria, medios auxiliares y sustancias a utilizar

5. Evaluación de riesgos. Análisis y medidas preventivas

5.1. Con carácter general.

5.1.1 Orden y limpieza. Acopio de materiales

5.1.2 Manipulación de cargas

5.1.3 Trabajos con riesgo eléctrico

5.1.4 Trabajos al aire libre

5.2. Relativos al proceso constructivo

5.2.1 Excavaciones de zanjas

5.3. Relativos a la maquinaria y herramientas

5.3.1 Maquinaria de movimiento de tierras en general

5.3.2 Retroexcavadora

5.3.3 Grúa autopropulsada

5.3.4 Camión grúa

5.3.5 Camión hormigonera

5.3.6 Camión basculante

5.3.7 Dúmper o autovolquete

5.3.8 Cabestrantes

5.3.9 Máquina de compresión

5.3.10 Compresor

5.3.11 Martillo neumático

5.3.12 Grupos electrógenos

5.3.13 Equipo de soldadura oxiacetilénica y oxicorte

5.3.14 Radial

5.3.15 Herramientas manuales

5.4. Relativos a los medios auxiliares

5.4.1 Plataforma elevadora autopropulsada

5.4.2 Escaleras manuales

5.5 Relativos al entorno

5.6 Informaciones útiles para trabajos posteriores

Pliego de condiciones del estudio de seguridad y salud

1. Normativa legal de aplicación

1.1. Disposiciones de las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas de la obra

1.2. Normas legales y aplicables a las condiciones de seguridad de los elementos, maquinaria, útiles, herramientas, equipos y sistemas preventivos a utilizar o aplicar en la obra

2. Prescripciones de los medios de seguridad

2.1 Equipos de Protección Individual

2.2 Protecciones colectivas

2.3.1 Señalización

2.4 Prescripciones de los medios auxiliares

2.4.1 Escaleras manuales en general

2.4.2 Escaleras metálicas

2.4.3 Escaleras de tijera

3. Obligaciones de las partes implicadas

3.1. Promotor

3.2. Dirección Facultativa

3.3. Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución

3.4. Contratistas y Subcontratistas

3.5. Trabajadores Autónomos

4. Organización de la prevención en obra

4.1 Tramitación del estudio de seguridad y salud

4.2 Responsables de seguridad a pie de obra

4.3 Organización preventiva de la empresa contratada

5. Reuniones de seguridad en obra

5.1 Comité de Seguridad y Salud en obra

5.2 Delegados de prevención

5.3 Servicios de Prevención

6. Medidas de actuación en caso de emergencia y ante riesgo grave e inminente

6.1 Primeros auxilios y asistencia sanitaria

6.2 Botiquín

6.3 Extinción de incendios

7. Comunicación de accidentes e incidentes.

7.1 Servicios higiénicos

8. Formación e información a los trabajadores

9. Vigilancia de la salud

10. Responsabilidades y penalizaciones

10.1 Requerimientos por incumplimientos

10.2 Paralización de los trabajos

10.3 Libro de incidencias

10.4 Penalizaciones

11. AVISO PREVIO

ÍNDICE DOCUMENTACIÓN PLANOS

- 1. Plano índice y de situación**
- 2. CD WL001 (Blondel) situación actual**
- 3. CD WL001 (Blondel) reformado**
- 4. CD WL153 (Govern Civil) situación actual**
- 5. CD WL153 (Govern Civil) reformado**
- 6. CD WL520 (Ferran) situación actual**
- 7. CD WL520 (Ferran) reformado**
- 8. Tendido de conductores zanjas en acera**
- 9. Tendido de conductores zanjas en acera tubular seco**
- 10. Tendido de conductores zanjas en acera tubular hormigonado**
- 11. Tendido de conductores zanjas en calzada**
- 12. Tendido de conductores zanjas en calzada cruzamientos**
- 13. Tendido de conductores zanjas en calzada cruzamientos tubo hormigón**
- 14. Reglamentación paralelismos 1**
- 15. Reglamentación paralelismos 2**
- 16. Reglamentación cruzamientos 1**
- 17. Reglamentación cruzamientos 2**
- 18. Tendido cable Govern Civil**

ÍNDICE MEMORIA DESCRIPTIVA

Memoria Descriptiva

1. Planteamiento del “Proyecto para la unificación de la Red de Media Tensión de la ciudad de Lleida”

1.1 Antecedentes

1.2 Motivación del Proyecto

1.3 Objeto del Proyecto

1.4 Normativas y referencias

1.4.1 Disposiciones Legales y Normativa Alegada

1.5 Emplazamiento del Proyecto

1.6 Alcance del Proyecto

1.7 Programación de los trabajos

2. Análisis de la Inversión

2.1 Introducción

2.2 Viabilidad de una inversión. Generalidades

2.2.1 El valor temporal del dinero

2.2.2 Elección de la inversión: la ley de la oferta y la demanda

2.2.3 Concepto de inversión

2.2.4 Clasificación de las inversiones

2.3 Técnicas de valoración de la inversión

2.3.1 VAN o Valor actualizado Neto

2.3.2 PAYBACK o periodo de recuperación de la inversión

2.3.3 TIR o Tasa interna de rentabilidad

3. Estudio de la rentabilidad de la inversión a realizar en el “Proyecto de unificación de la red de media tensión de Lleida”

3.1 Planteamiento inicial

3.2 Parámetros a tener en cuenta en la valoración de la inversión

3.2.1 Costes fijos.

3.2.1.1 Amortización de material

3.2.1.2 Penalización por incumplimiento de Calidad Individual

3.2.1.3 Energía no distribuida

3.2.1.4 Pérdidas Técnicas

3.2.1.5 Pérdidas no Técnicas

3.2.2 Costes Variables

3.2.2.1 Gastos de Operación y Mantenimiento

3.2.2.2 Ausencia de defectos por RPR (Revisiones Periódicas Reglamentarias)

3.2.3 Ingresos

3.2.3.1 Crecimiento vegetativo

3.2.3.2 Conexión nuevos suministros

3.3 Análisis de la inversión: resultados y conclusiones.

4. Red de Media Tensión

4.1 Generalidades

4.2 Trazado de la Red Subterránea de Media Tensión

4.3 Zanjas, tendido de conductor y conductores

4.3.1 Generalidades

4.3.2 Zanjas

4.3.3 Tendido de conductor

4.3.4 Conductores

4.3.5 Construcción de tubos hormigonados

4.3.6 Tendido en tubos

4.3.7 Tapado y compactado

4.3.8 Cruzamientos y paralelismos

4.4 Centros de Transformación

4.4.1 Generalidades

4.5 Casetas Prefabricadas ORMAZABAL

4.5.1 Generalidades

4.5.2 Rejillas de ventilación

4.5.3 Puertas y tapas de acceso

4.5.4 Cimentación

4.5.5 Dimensiones del receptáculo

4.5.6 Solera, pavimento y cierres exteriores

4.5.7 Ventilación

4.5.8 Condiciones de servicio

4.6 Celdas SF6

4.6.1 Descripción de las Celdas de SF6

4.6.2 Dimensionado del embarrado

4.6.3 Comprobación por densidad de corriente

4.6.4 Comprobación por sollicitación electrodinámica

4.6.5 Comprobación por sollicitación térmica

4.6.6. Características técnicas de las celdas modulares de SF6

4.6.7 Elección de los fusibles

4.7 Transformadores de Potencia

4.7.1 Características nominales

4.8 Puente de MT y BT

4.9 Cuadro de Baja Tensión

4.9.1 Generalidades

4.9.2 Zona de acometida, medida y equipos auxiliares

4.9.3 Zona de salidas

4.10 Puesta a Tierra

4.10.1 Generalidades

4.10.2 Tierra de protección

4.10.3 Tierra de servicio

4.11 Alumbrado de los Centros de Transformación

4.12 Señalizaciones y Material de Seguridad

5. Red Subterránea de BT

5.1 Generalidades

5.2 Instalación de Puesta a Tierra en la red de BT

5.3 Pruebas de Puesta en funcionamiento

5.3.1 General

5.3.2 Conductores

5.3.3 Aparamenta

5.4 Pruebas Varias

5.5 Plazo de Ejecución del Proyecto

6. Introducción al análisis de fiabilidad. Conceptos básicos

6.1 Introducción

6.2 Sistemas eléctricos de potencia y fiabilidad

6.3 Elementos de la red

6.4 Estructura de la red

6.5 Análisis de la explotación de la red

6.6 Índices básicos de fiabilidad

6.7 Índices básicos de fiabilidad en función del tiempo medio

**6.8 Relaciones entre los principales Índices básicos de fiabilidad del sistema
de distribución eléctrica**

6.9 Disponibilidad asintótica

6.10 Indisponibilidad asintótica

6.11 Acciones de aumento de la fiabilidad

7. Consideraciones Finales

8. Bibliografía

9. Abreviaturas

Memoria Descriptiva

1 Planteamiento del “Proyecto para la unificación de la Red de Media Tensión de la ciudad de Lleida”.

1.1 Antecedentes

El mercado eléctrico catalán, uno de los más importantes y estratégicos tanto en potencia instalada como en números de clientes a nivel nacional, se ha visto afectado por cambios muy importantes en la última década: reunificación de las tres antiguas sociedades mercantiles (Fecsa, Enher e Hidroelèctrica de Catalunya), liberalización del mercado español, afectación de la globalización económica, etc.

De estos cambios y en particular de la fusión de las empresas “madre”, nace la necesidad de la unificación en todos los ámbitos empresariales geográficos, humanos, económicos y como no, del técnico.

La ciudad de Lleida actualmente se alimenta de dos sistemas eléctricos heterogéneos procedentes de las dos sociedades mercantiles existentes en su momento: Fecsa, por una parte que alimentaba la ciudad a una tensión de distribución de 11 kV y Enher-Hec, por otra, que ya se habían fusionado lo hacían a su vez a 25 kV como tensión de distribución.

Debido a los cambios en el mercado catalán a los cuales se hacía referencia anteriormente, ambos grupos fueron unificados en una nueva empresa, con marca nacional y multinacional que ampliaba sus fronteras con el objeto de dar respuesta a las necesidades económicas y de mercado coyunturales, nació el Grupo ENDESA.

La red eléctrica, en general, puede desglosarse en dos grandes bloques:

- Baja tensión ($U_n < 1 \text{ kV}$)
- Alta tensión ($U_n > 1 \text{ kV}$)

A su vez las líneas eléctricas de alta tensión, se clasifican en la forma siguiente¹:

- 1ª Categoría: tensión nominal superior a 66 kV
- 2ª Categoría: las de tensión nominal comprendida entre 66 y 30 kV, ambas inclusive
- 3ª categoría: las de tensión nominal inferior a 30 kV, e igual o superior a un kV

Las Normas Particulares de Fecsa-Endesa definen como Media Tensión, las líneas eléctricas de 3ª categoría².

Actualmente las tensiones nominales que conviven y conforman la Red de Media Tensión en la zona Lleida y provincia son de 6, 11 y 25 kV, si bien dentro de la ciudad las tensiones de distribución son las de 11 y 25 kV, desde que hace un tiempo se retiró la última parte de instalación a 6 kV. El presente proyecto se centra en la Red de Media Tensión, concretamente de la ciudad de Lleida, afectando a estos dos sistemas al de 11 y al de 25 kV.

1.2 Motivación del proyecto

El proyecto surge de la necesidad de avance hacia una convergencia de unificación de tensiones, la consecución de una mayor homogenización en la explotación, la eliminación de equipos obsoletos y la reducción de stocks, todo ello con el consiguiente aprovechamiento de sinergias.

La red originariamente de Fecsa que alimenta la ciudad de Lleida, lo hace a una tensión de 11 kV. La infraestructura derivada de ese nivel de tensión se puede considerar residual.

¹ Reglamento de Alta Tensión (RAT), páginas 4 y 5.

² Según la Norma UNE 50160, apartado 1.3.8 Definiciones, se define media tensión (abreviatura MT), como la tensión utilizada para el suministro eléctrico, cuyo valor eficaz nominal está comprendido entre 1 kV y 35 kV

	11 kV	25 kV
Nº Clientes	5.193	73.575
% Clientes	6,59%	93,41%
Potencia instalada	31.910	506.976
% Potencia instalada	5,79%	94,21%

Tabla de clientes y potencia instalada en el municipio de Lleida

1.3 Objeto del Proyecto

El presente proyecto tiene por objeto analizar la viabilidad técnica y económica, así como la programación y ejecución de los trabajos necesarios para unificar la red actual de Media Tensión a 25 kV de la ciudad de Lleida.

Las reformas propuestas, afectarían a los conductores (líneas de media tensión), aparataje y transformador de potencia (centros de distribución) o a un nivel más profundo, incluida obra civil, en aquellos casos en que así se determine atendiendo al punto de vista técnico y/o económico.

De la realización de estos trabajos se espera un aumento importante de la capacidad de distribución y una mejora substancial en la Calidad del servicio eléctrico ofrecido a los clientes.

1.4 Normativas y referencias

1.4.1 Disposiciones Legales y Normativa Alegada

En la elaboración de este proyecto se tendrán en cuenta las normativas y prescripciones reglamentarias siguientes:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación aprobado por Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre. (BOE núm. 288 de 1.12.82)
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (Decreto 3151/1968 de 29 de noviembre y publicado en el BOE con fecha 27 de diciembre de 1968).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias según el Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto de 2002, (BOE N° 244 de 18 de septiembre del 2002).
- Normas Particulares de la Compañía Suministradora (FECSA-ENDESA) sobre la construcción y montaje de líneas subterráneas de Media Tensión, Centros de Distribución, señalando en estas las condiciones técnicas de carácter concreto que sean precisas.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. BOE. 25-10-84.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, BOE. de 25-10-84.
- Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de Septiembre de 2002.

- Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias. Hasta el 10 de Marzo de 2000.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de Diciembre, BOE. de 31-12-1994.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, BOE. 31-12-94.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE. de 27 de Diciembre de 2000).
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas - para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los organismos Públicos afectados.
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 de Noviembre.
- Orden de 13-03-2002 de la Consejería de Industria y Trabajo por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales
- NTE-IEP. Norma tecnológica del 24-03-73, para Instalaciones
- Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.

- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
 - Ordenanzas municipales del ayuntamiento de Lleida.
 - Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
 - Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
 - Normas UNE que no siendo de obligado cumplimiento definen las características de los elementos integrantes de un Centro de Distribución.
 - Otras Normas y disposiciones vigentes que puedan ser de obligado cumplimiento
- Normas y recomendaciones de diseño del edificio:
- CEI 61330UNE-EN 61330
 - Centros de Transformación prefabricados de la marca ORMAZABAL.
 - Normas básicas de la edificación (NBE).
- Normas y recomendaciones de diseño de aparamenta eléctrica:
- CEI 60694UNE-EN 60694
 - Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.

- CEI 61000-4-UNE-EN 61000-4

- Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.

- CEI 60298UNE-EN 60298

- Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

- CEI 60129UNE-EN 60129

- Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

- RU 6407B

- Aparamenta prefabricada bajo envolvente metálica con dieléctrico de Hexafloruro de Azufre SF6 para Centros de Transformación de hasta 36 kV.

- CEI 60265-1

- UNE-EN 60265-1

- Interruptores de Alta Tensión. Parte 1: Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

- CEI 60420UNE-EN 60420

- Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

- Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:

- CEI 60076
- UNE-EN 60076
- Transformadores de potencia.
- UNE 20101
- Transformadores de potencia.

- Normas y recomendaciones de diseño de transformadores (aceite):

- RU 5201D
- Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión.
- UNE 21428
- Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión de 50 kVA A 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

En cuanto a obra civil serán de aplicación los criterios establecidos en los siguientes documentos:

- Norma Básica de la edificación. Respecto Condiciones de Protección contra Incendios en edificios (NBE-CPI-96), aprobada por Real Decreto 5177/96 de 14 de octubre de 1996).

1.5 Emplazamiento del proyecto

Todas las instalaciones a las que hace referencia el presente proyecto, están situadas en el casco urbano de la ciudad de Lleida.

1.6 Alcance del proyecto

La complejidad y envergadura del presente proyecto sobre las instalaciones citadas, básicamente situadas en vías públicas, comporta dificultades físicas a la hora de realizar los trabajos (apertura de zanjas en distintos puntos de la ciudad), con la consiguiente limitación de la circulación rodada, tráfico peatonal, etc., así como la indisponibilidad de los circuitos eléctricos a modificar que representaría una menor fiabilidad en la continuidad del servicio, hace aconsejable la programación en diversas fases. Se propone la siguiente distribución de estas:

FASE 1: ELIMINACIÓN DEL CABLE “PARRA”

- Cambio de tensión del CD WL003 (Mercat del Plà)
- Tendido de cable de CD LE 01584 (Auditori) hasta CD MC1015
- Cambio de tensión en CDs WL093, WL079 y WL335
- Tendido de cable para la unión de CD WL224 con CD LE01682, cerrando malla de circuito

FASE 2: CAMBIO DE TENSIÓN CABLE “GOVERN CIVIL”

- Tendido de cable desde el CD 20158 a WL153 (Govern Civil), y reforma del CD WL339 (Racc)
- Tendido de cable desde CD WL153 a LE 61088 (Telefónica) y desde WL153 a WL520. Cambio de tensión de CDs WL153 y WL520.

- Cambio de tensión de CDs 21652, 21653 y 21654. Realizar empalmes en exterior de CDs para dar continuidad a los cables de 11kV.
- Substitución de transformadores en CDs afectados por el cambio de tensión
- Cambio de tensión de 11 a 25 kV de los CDs WL001 (Blondel) y WL427 (Cadesbank). Enlazar WL001 con cable de 20791 (Carme Ulier).
- Cambio de tensión de 11 a 25 kV de los CDs WL528 (Arnó) i WL615 (Torre Lleida).
- Unión del CD LE61046 (Gairoles) con futuro CD WL040 (Costa del Jan).
- Empalmes líneas Parra, Govern Civil, Lleida 1. Trabajos en Subestación Mitjana.

FASE 3: DESCARGAR CABLE “SANITAT Y BLONDEL”

- Realizar el cambio de tensión de 11 a 25 kV en los siguientes CDs: 20791 (Carme Ulier), Blondel WL 001 (Blondel), WL 615 (Torre Lleida) Avenida Alcalde Areny, WL 528 (Arnó) Avenida Madrid
- Tendido de cable para alimentar el CD WL 615, que pasará a alimentarse de la línea CELISEOS 1, entre CDs 54105 y LE01734
- Tendido de cable para alimentar el CD WL 528, que también pasará a alimentarse de la línea CELISEOS 1, entre CDs 54105 y LE01207

FASE 4: ELIMINACIÓN CABLE “GUIVERNAU”

- Cambio de todos los CDs restantes desde el W5036

1.7 Programación de los trabajos

Los trabajos necesarios para la ejecución del presente proyecto, se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- Gestión de permisos
- Gestión de legalizaciones
- Apertura de zanjas MT
- Tendido de cable
- Montaje en Centros de Transformación (CT)
- Conexiones línea MT
- Maniobras red

El siguiente diagrama muestra su programación temporal:

Nº semana->	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Permisos																									
Legalizaciones																									
Apertura zanjas																									
Montaje CT																									
Tendido líneas																									
Conexión MT																									
Maniobras red																									

2. Análisis de inversión

2.1 Introducción

A finales del s. XVIII, junto con las ideas de la Ilustración, tuvo lugar en el Reino Unido primero, y en Alemania y Estados Unidos más tarde, la Revolución Industrial.

La revolución Industrial se caracterizó, entre otros muchos factores, por un cambio radical en la mentalidad mercantil. A partir de aquél momento las nuevas industrias buscaron el máximo beneficio. Para ello se pusieron en práctica las nuevas ideas de Taylor, Mayo, Fayol y Ford, que revolucionaron la producción. Las empresas industriales se organizaron de modo que la mencionada búsqueda de “máximo beneficio” dió lugar a la puesta en práctica del concepto de inversión, como “aquel aprovechamiento de los recursos que uno tiene con el fin único de obtener beneficios”.

Actualmente, estas ideas nos llevan a definir el concepto de inversión como el conjunto de desembolsos efectuados para la adquisición de elementos de activo que se requieren y conservan con el fin de generar ingresos.

Ejemplos: instalaciones, maquinaria, materiales, utillaje, etc.

Las empresas industriales deben plantearse, en función de sus necesidades, 2 clases de decisiones en cuanto a su influencia temporal: las inversiones a corto plazo e inversiones a largo plazo. Las inversiones a corto plazo siempre hacen referencia a las que tienen una incidencia directa sobre el normal desarrollo del ciclo de ejercicio de la misma. Generan activo circulante: existencias, mercancías, productos en curso, recambios, materias primas, etc.

Las inversiones a largo plazo, no obstante, vinculan a la empresa a un ciclo económico que la compromete durante un período largo de tiempo. Generan activo fijo o inmovilizado: terrenos, edificios, patentes, marcas, gastos amortizables, etc.

Es por ese motivo, que toda inversión a largo plazo requiere un proceso de maduración lento y meditado, donde todas las variables habrán de ser analizadas. Es decir: se planteará una ecuación con un número elevado de grados de libertad, con el fin de asegurar las decisiones sobre inversiones.

Cuando una empresa contempla la posibilidad de realizar una inversión, se genera en ese momento la necesidad de que dicha inversión, esté respaldada por un estudio económico. Solo tras el análisis de la inversión, se podrá definir el marco de actuación por parte de la empresa. Es muy importante el realizar dicho estudio con el fin de predecir en cierta manera los resultados que se pueden esperar.

En el siguiente apartado se tratará de justificar la inversión que tiene que realizarse, comenzando en primer lugar por definir esta como inmovilización de activos o aplicación de fondos para la adquisición de activos con una vida superior a un año, o desde el punto de vista jurídico como la adquisición o apropiación de bienes materiales o inmateriales. En otras palabras obtener elementos productivos incrementando el activo de producción, con el fin de modernizar o mejorar el proceso productivo.

Entre los métodos o modelos para valorar las decisiones sobre inversiones se diferencian los modelos estáticos y los modelos dinámicos.

Los métodos estáticos son simples de calcular, no tienen en cuenta el factor tiempo. Es decir, el momento en que se produce la entrada o salida de dinero.

Son de poca utilidad práctica y no se pueden utilizar con carácter general. Los métodos estáticos seleccionan como mejores aquellos proyectos que indican periodos más cortos para la recuperación de la inversión.

Entre los métodos dinámicos suelen utilizarse 3 modelos complementarios, cada uno de ellos contempla un aspecto diferente del problema. Usados simultáneamente permiten

disponer de una visión más completa para tomar las decisiones sobre inversión. Estos modelos se conocen como el VAN, el TIR, y el PAY-BACK dinámico³.

El método VAN, (existen otros nombres), es uno de los métodos más aceptados. Bajo unas reducciones simplificadoras, suma los valores esperados de todos los flujos de caja durante una serie temporal y los deduce de la inversión inicial, siendo el proyecto con el valor VAN más alto el que infiere la mejor inversión.

Será este método, incluido dentro de los criterios dinámicos, el empleado para realizar este estudio.

2.2 Viabilidad de una inversión. Generalidades y definiciones

2.2.1 El valor temporal del dinero

La noción de que el dinero tiene un valor temporal es uno de los conceptos básicos de las finanzas.

Se define brevemente unos conceptos que serán de utilidad en este capítulo:

- *Rentabilidad*, es una medida de la capacidad de generar beneficios netos de la inversión que realiza un accionista de una empresa o dicho de otra forma de los activos comprometidos en la actividad.
- *Riesgo*, variabilidad o volatilidad asociada a la obtención de unos resultados.
- *Tasa de interés*, es un instrumento para ajustar el valor de todos los flujos de fondos a un solo momento.
- *Interés*, se define como el pago realizado por el alquiler del dinero recibido en préstamo.

³ VAN: Valor Actualizado Neto
TIR: Tasa Interna de Rendimiento
PAY-BACK: Periodo de recuperación de la inversión.

En situación de *certeza*, la tasa de interés representa la relación de intercambio del valor del dinero en dos momentos determinados del tiempo.

En un entorno de *incertidumbre* la tasa de intercambio incluirá no solo el valor temporal del dinero sino también una prima adicional que dé cobertura al riesgo.

2.2.2 Elección de la inversión: la ley de la oferta y la demanda

El Estado, las empresas, etc. al pedir prestados recursos financieros a las instituciones financieras, a otras empresas o a las personas, les ofrecen un interés, que es la compensación por sacrificarse y no consumir una renta.

El tipo de interés real viene determinado por el precio que iguala la demanda y la oferta de recursos financieros.

La demanda de recursos financieros viene determinada por las oportunidades de inversión que tengan las empresas. Dado que éstas sólo eligen los proyectos de inversión cuya rentabilidad sea mayor al coste de financiarlas, se puede afirmar que la demanda de recursos financieros es inversamente proporcional al tipo de interés.

La oferta de recursos financieros depende de la cantidad que están dispuestos a ahorrar e invertir las personas y las instituciones, lo cual es una función directa del tipo de interés.

2.2.3 Concepto de inversión

Una inversión consiste en la renuncia de una satisfacción inmediata y cierta a cambio de la esperanza de una ganancia futura, de la que el bien o derecho adquirido es el soporte.

Fundamentalmente es un proceso de acumulación de capital con la expectativa de conseguir unos beneficios futuros.

En virtud de la naturaleza del capital adquirido cabe diferenciar entre inversiones productivas e inversiones financieras.

En el entorno empresarial hay que ser capaz de reconocer y crear proyectos de inversión potencialmente rentables.

Las empresas precisan disponer de recursos para abordar los programas de inversión. Las fuentes de fondos tienen su origen en la autofinanciación, préstamos, ampliaciones de capital, y subvenciones y ayudas, en su caso.

2.2.4 Clasificación de las inversiones

Según su naturaleza:

- **Inversiones de renovación o reemplazo.** Se llevan a cabo con el objeto de sustituir un equipo o elemento productivo antiguo por otro de nuevo.
- **Inversiones de expansión.** Hacer frente a una demanda creciente
- **Inversiones de modernización o innovación.** Mejorar los productos existentes o para la puesta a punto y lanzamiento de productos nuevos.
- **Inversiones estratégicas.** Reafirmar la empresa en el mercado, reduciendo los riesgos que resultan del progreso técnico.
- **Inversiones de mejora de la productividad.** Sustitución de medios de producción por otros más económicos.
- **Inversiones de exigencia legal.** En cumplimiento de normas y reglamentaciones vinculadas al medio ambiente y seguridad en el trabajo.

Según su temporalidad:

- **A corto plazo.** Comprometen a la empresa durante un corto período de tiempo (inferior a un año).

- **A largo plazo.** Comprometen a la empresa durante un largo período de tiempo. (superior a un año).

Según la relación que guardan entre sí:

- **Complementarias.** Cuando la realización de una de ellas facilita la realización de las restantes.
- **Sustitutivas.** La realización de una de ellas dificulta la realización de otras.
- **Independientes.** Cuando no guardan ningún tipo de relación entre si.

Aspectos a tener en cuenta en función del tipo de inversión,

- **Expansión.** Valorar la conveniencia de expandir las líneas de producto existentes: inversión en edificios, instalaciones, existencias, clientes, etc.
- **Diversificación.** Valorar la viabilidad de una inversión arriesgada en productos nuevos.
- **Productividad.** Valorar la rentabilidad de un programa de mejora de la productividad (maquinaria que sustituye a uno o más procesos manuales)
- **Reposición.** Valorar la procedencia o no de sustituir equipos usados por otros nuevos, con objeto de reducir costes de explotación y mejorar resultados.
- **Elección alternativa.** Valorar entre inversiones alternativas para alcanzar los mismos objetivos.
- **Alquilar o comprar.** Valorar el coste de comprar un activo frente al coste alternativo de alquiler.

En todos los casos, el análisis de la inversión tiene un objeto común. Se trata de evaluar si los beneficios que se van a obtener con la inversión inicial son suficientes para justificar el desembolso inicial de capital.

La excepción la constituyen aquellas inversiones cuyos beneficios no son evaluables directamente en términos monetarios, como es el caso de las medioambientales, seguridad, salud laboral, etc.

2.3 Técnicas de valoración de la inversión

2.3.1 VAN O Valor Actualizado Neto

El VAN de una inversión es el valor actualizado de la corriente de los flujos de caja que tiene expectativa de generar a lo largo de su vida útil. Por definición, es la suma algebraica de los valores actualizados al año cero de los movimientos de fondos descontados al tipo de interés correspondiente al coste del capital.

La rentabilidad de un proyecto se mide por su capacidad de generar un excedente, por tanto un proyecto es rentable cuando su VAN es positivo, y superior al coste del capital invertido.

$$VAN = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1+r)^n}$$

Donde:

I₀ es la inversión inicial a realizar

FC es el flujo de caja

r es la tasa de descuento ó coste del capital

n es el número de años estimados

2.3.2 PAY BACK o periodo de recuperación de la inversión

El PAY BACK dinámico es una técnica de valoración de proyectos de inversión.

Mide el plazo de tiempo necesario para recuperar la inversión, en el que los fondos absorbidos (costo de la inversión) se igualan a los fondos generados (rendimiento de la misma).

Se calcula en unidades monetarias constantes, sin aplicación de tasa de descuento.

Por tanto, un proyecto es tanto más rentable cuando menor sea su período de recuperación.

2.3.3 TIR o Tasa interna de rentabilidad.

La TIR es la tasa de descuento para la que un proyecto de inversión tendría un VAN igual a cero.

La TIR representa el tipo de interés compuesto que se percibe durante la vida de la inversión por la inmovilización del capital invertido, es decir, a qué interés se remunera el capital invertido. Dicha tasa, equivale a la rentabilidad que se obtendrá de utilizar los flujos en una operación de inversión financiera a interés compuesto.

Por tanto, un proyecto es rentable si la TIR es mayor que la rentabilidad mínima por debajo de la cual no se está dispuesto a invertir en el proyecto. Para que la inversión sea rentable la TIR tiene que ser mayor que la tasa de descuento mínimo.

Para el cálculo de la TIR, se iguala el VAN a cero y se despeja la incógnita que es r . Actualmente, se realiza mediante iteraciones utilizando hojas de cálculo, calculadoras programables, etc.

$$-I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1+r)^i} = 0$$

3 Estudio de la rentabilidad de la inversión a realizar en el “*Proyecto de unificación de la red de Media Tensión de la ciudad de Lleida*”

3.1 Planteamiento inicial

Se plantean dos opciones atendiendo a la longitud de la línea subterránea a instalar y otros parámetros como son: pérdidas, crecimiento, etc.

OPCIÓN A: se considera una red de sección telescópica. Las secciones de los tramos son menores a medida que nos alejamos del inicio. En esta opción se tiene en cuenta que se reduce la cantidad de línea a instalar, ya que prevalece el aprovechamiento de cable instalado, sobre la sección de este. De esta forma, la cantidad de metros a tender será inferior y en consecuencia implicará un coste final menor. En principio la inversión inicial es menor, pero se prevén limitaciones importantes a largo plazo.

OPCIÓN B: en este caso el horizonte es a largo plazo, proponiendo una red de sección cilíndrica, donde la inicial es igual a la final, en toda su longitud. Se mantiene la continuidad de la sección inicial sin atender a las distancias de los conductores. Esta característica implica un incremento sensible de la inversión. Consecuencia directa: sería un mayor coste inicial, pero con mejores perspectivas a medio y largo plazo.

La opción A permite acometer el cambio de tensión, pero el crecimiento vegetativo histórico (5% interanual)⁴, dejaría la infraestructura obsoleta en un horizonte inferior a 5 años, hecho que llevaría a un nuevo replanteamiento de propuesta de inversión a corto plazo.

Por otro lado, el hecho de elegir la opción A, obligaría a dejar de contar con un ingreso importante como es la amortización de la nueva instalación: no se puede amortizar una instalación que ya ha sido amortizada anteriormente.

⁴ según datos facilitados por la Compañía Suministradora.

3.2 Parámetros a tener en cuenta en la valoración de la inversión

3.2.1 COSTES FIJOS

3.2.1.1 Amortización de material.

Anteriormente en otro punto se ha definido el concepto de inversión. Se vuelve a recuperar en este dado la importancia del mismo.

La inversión no es más que aprovechar los recursos propios con un único objetivo: “Obtener algo a cambio”.

Se insiste en el, ya que es importante diferenciar el concepto de inversión del de gasto.

En la realización de un gasto, no se obtiene nada a cambio que no sea el propio bien adquirido, en el caso de una instalación se consideraría gasto el propio mantenimiento.

Por tanto, se llega a la conclusión más importante de este apartado: el gasto NO se amortiza, la inversión SI.

Se entra ahora en un punto de suma importancia ligado a una inversión: la amortización.

Amortizar se podría definir como redimir o extinguir el capital de un préstamo adquirido o deuda. El concepto de amortización está ligado directamente a la inversión.

Los bienes que componen el activo fijo están sujetos a una depreciación o pérdida de valor debidos al desgaste propio de su uso, a la obsolescencia y al paso del tiempo. La pérdida de valor que experimenta el activo fijo, se registra en contabilidad mediante la partida de amortización.

Desde el punto de vista financiero, la amortización se concibe como origen de recursos. Su finalidad es acumular disponibilidades líquidas suficientes para renovar el inmovilizado al término de su vida productiva.

Entre las diferentes opciones existentes para determinar la amortización se elige la siguiente expresión conocida como amortización lineal:

$$\varepsilon = \frac{C_o - V_r}{n}$$

Donde,

ε : bien adquirido

C_o : Costo del bien o inversión a realizar

V_r : valor residual, transcurridos los años de vida útil

n : vida útil en años

El hecho de invertir permite amortizar y el hecho de amortizar ya produce por sí mismo una rentabilidad a la inversión. La justificación se encuentra en el sistema que la administración establece en la actualidad.

3.2.1.2 Penalización por incumplimiento de Calidad Individual

La calidad de suministro está relacionada tanto con aspectos técnicos ligados principalmente a la fiabilidad del suministro (duración, cortes, interrupciones y paradas), como con aspectos no técnicos relacionados con la calidad del servicio al cliente.

La calidad de suministro delimita perfectamente las responsabilidades de la compañía suministradora. En España, estas responsabilidades vienen reguladas por el Real Decreto 1955/2000, que define la calidad de servicio como el conjunto de características, técnicas y comerciales, inherentes al suministro eléctrico exigible por los sujetos, consumidores y por los órganos competentes de la Administración.

A partir de un extracto de la nomenclatura utilizada en publicaciones técnicas⁵, se proponen otras definiciones de interés:

⁵Cuaderno Técnico 144 de Schneider Electric
Norma UNE 50160
Real Decreto 1955/2000

- *Calidad de tensión.* Está relacionada con las desviaciones de la tensión respecto a la ideal. La tensión ideal en un sistema trifásico consiste en tres sinusoides equilibradas de secuencia positiva con magnitud y frecuencia constante. La calidad de tensión puede ser interpretada como la calidad del producto ofrecido por la compañía suministradora a los consumidores.

- *Calidad de corriente.* Es complementaria a la definición anterior, y está relacionada con las desviaciones de la corriente respecto a la ideal. Nuevamente, la corriente ideal de un sistema trifásico sería aquella constituida por tres sinusoides equilibradas de secuencia positiva con magnitud y frecuencia constante, existiendo el requisito adicional de que dichas sinusoides deberían estar en fase con las de las tensiones de red. Por tanto, la calidad de corriente tiene que ver con la forma en que el consumidor adquiere el producto suministrado por la compañía

- *Calidad de potencia.* Es la combinación de la calidad de tensión y la calidad de corriente. Por tanto la calidad de potencia está relacionada con las desviaciones de la tensión y/o corriente respecto a las de la situación ideal. Hay que resaltar que calidad de potencia no tiene nada que ver con la desviación de la potencia instantánea suministrada o consumida respecto a una hipotética potencia ideal.

- *Calidad de atención comercial.* engloba todos los aspectos de atención al cliente, como pueden ser la contratación del suministro, la facturación, la resolución de quejas, etc.

La continuidad del suministro es el aspecto de calidad más inmediato y evidente. Generalmente llamándose fiabilidad del suministro. Hasta no hace demasiado tiempo, era el único aspecto relevante de la calidad del servicio.

A medida que los países se han ido desarrollando, se han alcanzado unos niveles de continuidad del suministro cada vez más aceptables y más aceptados por los clientes,

sobre todo en zonas urbanas o de gran consumo. Pero también han aparecido equipos que han inyectado cada vez más perturbaciones en la red (ordenadores, convertidores, etc.), y que además son más sensibles (susceptibles) a esas mismas perturbaciones o otras ya existentes en la red. Debido a ello, el aspecto de calidad de la onda suministrada está teniendo cada vez más importancia.

Cuando falla la continuidad del servicio, es decir cuando la tensión de suministro desaparece en el punto de conexión, se dice que hay una interrupción del suministro. Las definiciones exactas, según la norma UNE-EN 50160 que define los tipos de perturbaciones y establece los límites de cada parámetro (frecuencia, amplitud, simetría trifásica, forma de onda) son:

- ✓ *Frecuencia*. Es la tasa de repetición de la componente fundamental de la tensión durante un intervalo dado.
- ✓ *Amplitud*. Aumento o disminución de la tensión, provocado por la variación de carga de la red de distribución o de una parte de la misma.
- ✓ *Fluctuación de la tensión*. Variaciones de tensión o cíclica de su envolvente, una de sus consecuencias es el flicker⁶.
- ✓ *Hueco de tensión*. Disminución brusca de la tensión entre el 90% y el 1% de la tensión nominal, con duración entre 10 ms y 60 segundos.
- ✓ *Interrupción breve de la tensión*. Disminución brusca de la tensión de suministro inferior al 1%. Su duración es similar a los huecos de tensión.
- ✓ *Sobretensión temporal*. Es el fenómeno contrario al de un hueco de tensión.
- ✓ *Desequilibrio de las tensiones*. Desequilibrio de tensiones en valor eficaz y/o fase.

⁶ Flicker (parpadeo): impresión de inestabilidad de la sensación visual debida a un estímulo luminoso en el cual la luminosidad o la distribución espectral fluctúan en el tiempo.

De los distintos parámetros que definen la continuidad de suministro, en España, se emplea, casi exclusivamente el TIEPI (Tiempo de Interrupción Equivalente de la Potencia Instalada), que se define:

$$TIEPI = \frac{\sum_{i=1}^k (PI_i \cdot H_i)}{\sum PI}$$

Siendo:

$\sum PI$ = Suma de la potencia instalada de los centros de transformación MT/BT del distribuidor, más la potencia contratada en MT, en kVA.

PI_i = Potencia instalada de los centros de transformación MT/BT del distribuidor, más la potencia contratada en MT, afectada por la interrupción “i” de duración H_i en kVA.

H_i = Tiempo de interrupción del suministro que afecta a la potencia PI_i , en horas.

k = Número total de interrupciones durante el período considerado.

Y el NIEPI (Número de Interrupciones Equivalente de la Potencia Instalada), que se define:

$$NIEPI = \frac{\sum_{i=1}^k PI_i}{\sum PI}$$

Siendo:

$\sum PI$ = Suma de la potencia instalada de los centros de transformación MT/BT del distribuidor, más la potencia contratada en MT, en kVA.

PI_i = Potencia instalada de los centros de transformación MT/BT del distribuidor, más la potencia contratada en MT, afectada por la interrupción “i” de duración H_i en kVA.

k = Número total de interrupciones durante el período considerado.

Cuando se produce una interrupción de alimentación en el punto de suministro, esta puede ser clasificada como:

- **prevista**⁷, cuando los clientes son informados de antemano para permitir la ejecución de trabajos programados en la red de distribución, o
- **accidental**⁸, cuando está provocada por defectos permanentes o fugitivos, la mayoría de las veces ligadas a sucesos exteriores, a averías o interferencias. Una interrupción accidental puede ser clasificada como:
 - **interrupción larga** (sobrepasando 3 min) provocada por un defecto permanente;
 - **interrupción breve** (hasta 3 min) provocada por un defecto fugitivo.

Las interrupciones largas de suministro, suelen necesitar de la reparación de algún elemento defectuoso de la red, o al menos, la inspección de los tramos con problemas, así como la reposición manual de la tensión.

En relación a la atención comercial, reseñar que en la sociedad cada día existe una mayor exigencia en este aspecto. Hace unos años el suministro de electricidad era un negocio monopolista donde no existía ningún tipo de incentivo para una buena atención. El proceso de liberalización de los mercados eléctricos le ha dado un protagonismo añadido, al crearse la figura de las comercializadoras en las que recaerá esta función.

Otro aspecto relevante de la calidad del servicio es la forma de medirla. Para ello se utilizan los índices de calidad. No existe un índice que sea capaz de medir la calidad total, incluyendo todos sus aspectos. Ni siquiera se dispone de un único índice para cada una de las divisiones de la calidad del servicio presentadas anteriormente.

Los índices definidos en la mayor parte de los reglamentos o recomendaciones

⁷ las repercusiones de una interrupción prevista pueden ser minimizadas por el cliente si toma las medidas apropiadas.

⁸ Las interrupciones accidentales son sucesos imprevisibles y esencialmente aleatorios.

revisados, están referidos al comportamiento del sistema desde un punto de vista global, en contraposición a los niveles de calidad que percibe individualmente un usuario o cliente final. De esta forma es posible distinguir:

- Índices individuales de clientes, que reflejan el nivel de calidad que experimenta un cliente particular.
- Índices de sistema, que reflejan el comportamiento medio o en percentiles de la calidad del servicio en el sistema, definido éste como una red, zona de servicio, región, etc., donde se suministra energía eléctrica. Estos índices de sistema suelen ser medidas ponderadas de los índices individuales de calidad de los clientes de la zona considerada. Suele utilizarse dos índices: uno para medir el número de interrupciones, y otro para medir la duración de estas interrupciones. Es importante recalcar que estos índices no son los que ve directamente cada cliente, sino es una medida estadística del estado medio de calidad de la zona considerada.

Las principales ventajas e inconvenientes de los índices de sistema son:

- Como ventaja su capacidad para representar la calidad del servicio ofrecido por un sistema de forma compacta y fácilmente asimilable. Es importante ser capaz de medir la calidad global de un sistema.
- Como inconveniente, que al tratarse de una media de índices individuales, puede esconder bolsas de clientes con niveles de calidad muy inferiores a la media, que podrían considerarse como inaceptables en una regulación de la calidad.

Según el Real Decreto 1955/2000, para el cálculo de los índices de sistema son necesarios los registros de incidencias o interrupciones, el número de los clientes suministrados y afectados, la potencia conectada y afectada, etc.

Según se ponderen o se basen en datos de clientes, de carga, etc., estos índices se pueden clasificar como:

- Índices basados en clientes
- Índices basados en potencia.
- Índices basados en energía.

Los índices basados en potencia son los que actualmente rigen la calidad del producto electricidad en nuestro país. El Plan Energético Nacional emplea estos índices estructurados por niveles de tensión geográfica, hasta nivel de usuario separando interrupciones previstas e imprevistas.

Como se ha expuesto anteriormente, estos son concretamente el TIEPI, que representa el tiempo equivalente en horas de haber interrumpido a toda la potencia instalada y el NIEPI⁹, que representa el número de interrupciones de toda la potencia instalada equivalente. Este último es un índice que ha cobrado importancia en estos últimos años en España al verse la necesidad de medir de alguna forma el número de interrupciones además de su duración.

Estos índices reflejan:

- Calidad zonal (Toda la provincia)

$$\text{TIEPI zonal} \leq 1,5 \text{ horas}^{10}$$

$$\text{NIEPI zonal} \leq 3 \text{ interrupciones}$$

- Calidad individual

$$\text{TIEPI individual} \leq 4 \text{ horas}$$

$$\text{NIEPI individual} \leq 7 \text{ interrupciones}$$

⁹ Ambos índices quedan perfectamente definidos en el Real Decreto 1955/2000

¹⁰ Datos modificados y actualizados, según decreto de tarifas RD 1634/2006 de 29 de diciembre de 2006, publicado el 30 de diciembre de 2006, con corrección de errores publicado el 21 de febrero de 2007.

La calidad zonal de la red de 11 kV, según datos de la compañía suministradora, actualmente, no supera las cifras marcadas como límite ni en TIEPI ni en NIEPI.

Una vez estimado, el coste de la penalización en concepto de valoración de energía de retorno por incumplimiento de los índices de TIEPI y NIEPI, según consta en la Memoria de Cálculos, apartado 2.1.2, es de:

$$\text{Valoración energía retorno} = 12.061,28 \text{ €}$$

3.2.1.3 Energía no Distribuida

En este apartado se contabilizará el valor económico de la energía no distribuida debido a causas imprevistas, que según queda justificado en la Memoria de Cálculos, apartado 2.1.3, su valor asciende a:

$$\text{Valor energía no distribuida} = 6.363,78 \text{ €}$$

3.2.1.4 Pérdidas Técnicas

Se tratará en este apartado de justificar las pérdidas por efecto Joule.

Cuando por un material conductor con resistencia R , circula una corriente eléctrica I se producen pérdidas por calentamiento del material.

La potencia calorífica perdida ΔP en forma de calor y para un sistema trifásico, se expresa como:

$$\Delta P = I_R^2 \cdot R_R + I_S^2 \cdot R_S + I_T^2 \cdot R_T$$

Y tratándose de un sistema de media tensión, donde las corrientes de fase son prácticamente iguales para cada fase. Se puede expresar como:

$$\Delta P = 3 * I^2 * R$$

Una vez calculado el costo referente al apartado de pérdidas técnicas, según queda justificado en la Memoria de Cálculos, apartado 2.1.4, su valor asciende a:

Valor económico pérdidas técnicas = 128.302,13 €/año

3.2.1.5 Pérdidas no Técnicas

Se proyecta la reducción de las pérdidas no técnicas, que son aquellas que tienen que ver con fraudes y anomalías en la medida.

Se trabajará en dos vertientes: por un lado los nuevos suministros y los que soliciten aumento de potencia, y por otro los existentes.

Todos los nuevos suministros que se conecten a la nueva instalación prevista, lo harán mediante la instalación de equipos de medida de nueva generación, ya sean multifunción o mecánicos.

Esta condición también afectaría a los nuevos clientes que soliciten un aumento de la potencia contratada, a los cuales también se les sustituiría el aparato de medida.

Por otro lado, se iniciará una campaña de sustitución del equipo de medida y control del ICP (interruptor de control de potencia), con el fin de actualizar dichos datos en la base, con la consiguiente revisión de la facturación respecto a los términos de potencia.

Así y bajo estos condicionantes, se calcula en la Memoria de Cálculos, apartado 2.1.5, el valor de las pérdidas no técnicas, cuyo valor es:

Pérdidas no Técnicas = 2.942,73 €

3.2.2 COSTES VARIABLES

3.2.2.1 *Gastos de Operación y Mantenimiento*

El objeto de este apartado es determinar el valor económico de los gastos producidos por la operación de la red y los derivados de su mantenimiento.

Los gastos de operación serán función del número de incidentes no programados ocurridos en un tiempo determinado. Se tendrán en cuenta el periodo transcurrido entre los años 2000 y 2006.

En la figura 1, se reflejan los principales motivos observados que son causa de incidentes en la red y en la figura 2 se observa la influencia de las averías dentro del total de los incidentes.

Como se puede apreciar en las gráficas, la evolución del número de incidentes es creciente en el periodo comprendido entre los años 2000 y 2002.

En el año 2003 se produce una inversión económica en la red de 11 kV con el fin de modificar la tendencia de esta curva.

Los resultados son inmediatos y se obtiene una reducción importante en el número de incidentes en los dos años siguientes 2003 y 2004. Se observa que en el año 2004 no se produce ninguna incidencia a lo largo de todo el año.

A partir del año 2005, se observa una variación en la pendiente de la gráfica, creciendo el número de incidentes no programados de forma significativa en los años 2005 y 2006.

Por lo cual se puede predecir un aumento del número de averías a corto plazo que justifican la inversión a realizar.

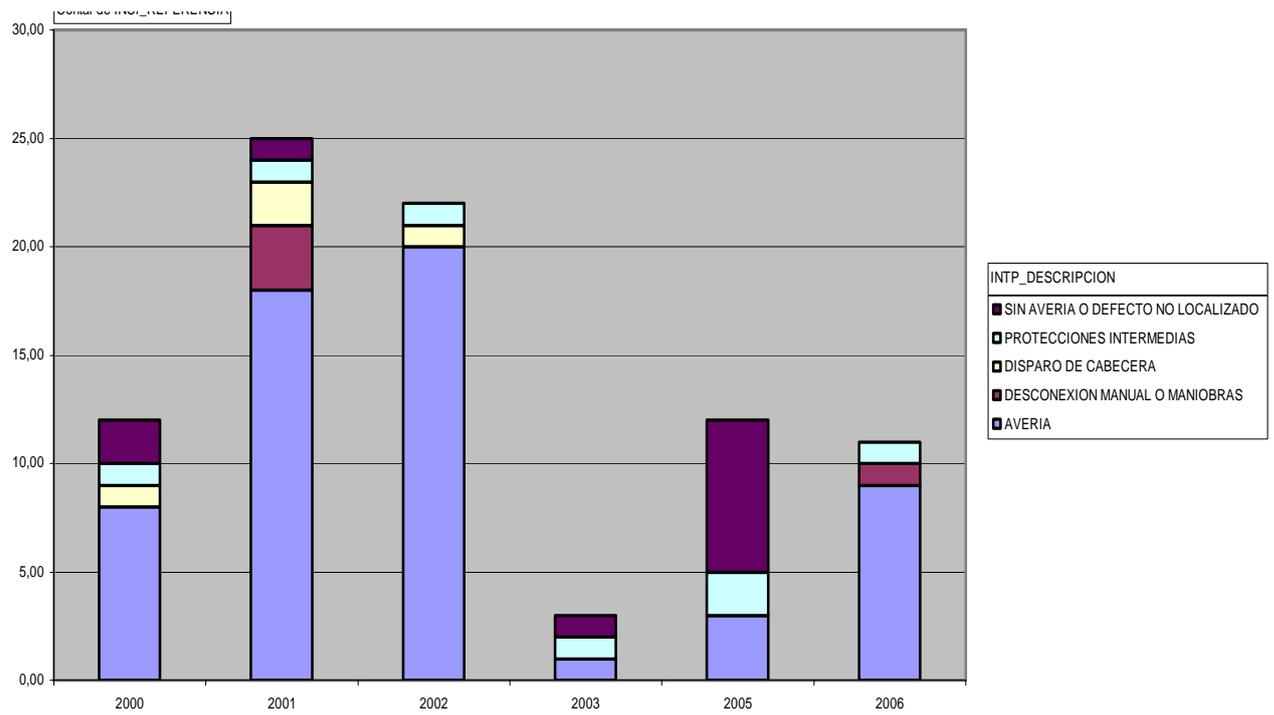


Figura 1. Principales causas de incidentes observados

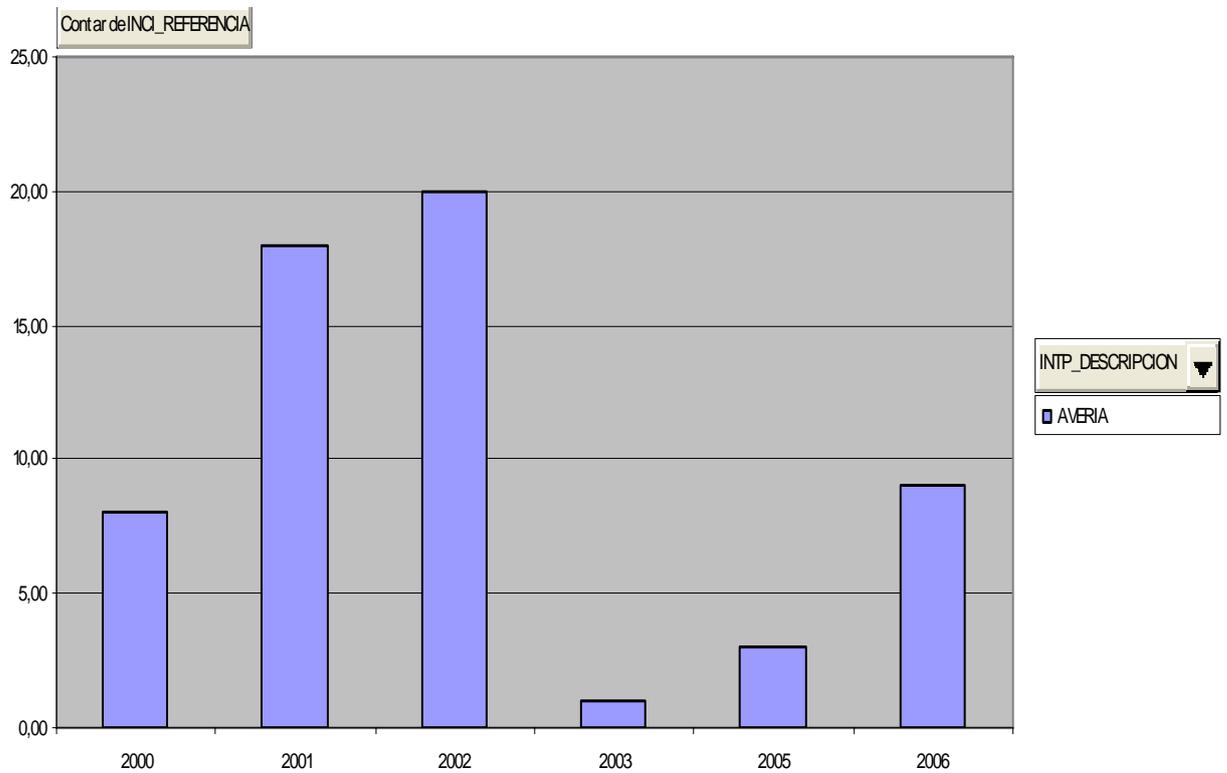


Figura 2. Incidentes que cursan como avería

El valor de los gastos de operación y mantenimiento, calculados en la correspondiente Memoria de Cálculos, apartado 2.2.1, es de:

$$\text{Costos operación totales} = 24.418,75 \text{ €}$$

3.2.2.2 Ausencia de defectos por RPR (Revisiones Periódicas Reglamentarias)

Todas las instalaciones eléctricas se ven sometidas a lo largo del tiempo a unas revisiones periódicas reglamentarias, cuya periodicidad fija el organismo correspondiente.

En nuestro caso, es la Generalitat de Catalunya a través del DG 328/2001 quién regula, controla y audita dichas revisiones. De estas revisiones, se generan unos defectos que la compañía suministradora tiene que corregir en un plazo determinado.

En este apartado se contabilizará el valor de la diferencia existente entre el coste de corregir los defectos encontrados en la instalación actual y el coste esperado de los que se encontrarían en la nueva instalación prevista.

Es evidente que tras la reforma integral que se tiene que llevar a cabo en la mayoría de centros de distribución, con la sustitución de apartament, transformador y cuadro de BT si fuera necesario, el número de defectos encontrados sería significativamente menor a los existentes actualmente.

Para realizar la valoración económica de este apartado, se partirá de los defectos encontrados en la revisión del año 2000.

- Nº de defectos encontrados en la RPR del año 2000: 116 defectos
- Valoración aproximada del coste de adecuación: 123.169,02 €
- Periodicidad de la revisión: 3 años

Por tanto el valor anual de adecuación de los defectos encontrados en la Revisión Periódica Reglamentaria será:

$$123.169,02 / 3 = \mathbf{41.056,33 \text{ €}}$$

Al igual que en el resto de valores, todos los cálculos efectuados se encuentran reflejados en la correspondiente Memoria de Cálculos, en este caso apartado 2.3.1.

3.2.3 INGRESOS

3.2.3.1 *Crecimiento vegetativo*

El crecimiento vegetativo centra su atención en el aumento de la demanda, en puntos donde no existe red ya dispuesta para atender solicitudes de nuevos suministros

Para realizar su valoración, se parte del valor de la potencia que se obtiene con la nueva instalación ya calculada en el apartado anterior. Y una vez justificado en la correspondiente Memoria de Cálculos, apartado 2.3.2, su valor asciende a:

$$\text{Crecimiento vegetativo} = \mathbf{317.684,12 \text{ €/año}}$$

3.2.3.2 *Conexión nuevos suministros*

Uno de los factores que influyen en la decisión para la realización de este proyecto, es la imposibilidad actual de ofrecer nuevos suministros o solicitudes de aumento de potencia en los ya existentes, desde la actual red de 11 kV.

El cambio de tensión que se estudia conlleva implícitamente un incremento de la capacidad de suministro de la nueva instalación. Efectivamente, tanto el aumento de la sección media de los conductores como el cambio propio de la tensión, producirán este efecto incremental de aumento de potencia que en este apartado se tratará de valorar económicamente.

Actualmente, si un cliente le solicita a la compañía suministradora una ampliación de potencia en BT, desde cualquier punto que cuelgue de la red de 11kV, el precio que le cuesta a la suministradora dicha ampliación es del orden de 70 €/kW. Tras la inversión propuesta el gasto actual se convertirá en un ingreso de 17 €/kW.

Tal como se determina en la Memoria de Cálculos, apartado 2.3.3, considerando la nueva potencia disponible, el valor de conectar nuevos suministros como:

$$\text{Conexión nuevos suministros} = \mathbf{1.599.063,60 \text{ €}}$$

3.3 Análisis de la inversión: resultados y conclusiones.

Resumen de los principales datos referentes al estudio de viabilidad:

Presupuesto inicial:.....	1.472.418 €
Aportación otras entidades:.....	0 €
Total inversión inicial:.....	1.472.418 €
Valor actualizado neto (VAN):.....	1.248.972,54 €
Año retorno inversión (PAYBACK):.....	6 años
Tasa interna de rendimiento (TIR):.....	17,845 %

Dado los valores obtenidos en el análisis de rentabilidad, se concluye que la inversión es necesario llevarla a término.

Esto permitirá a la empresa distribuidora colocarse en condiciones óptimas en los siguientes aspectos:

- Atender al crecimiento vegetativo de la demanda
- La conexión de nuevos suministros
- Mejora de la calidad de suministro
- Reducción de costos de operación y mantenimiento

- Reducción de otros gastos intangibles no cuantificables
- Mejorar la imagen corporativa de la empresa.

Abriría también la posibilidad a otras empresas de servicios (aguas, gas, telecomunicaciones, etc.) a poder utilizar las infraestructuras (zanjas), necesarias para la realización de este proyecto¹¹.

¹¹ Bibliografía utilizada para el desarrollo de los capítulos 1, 2 y 3 relativos al Análisis de la Inversión:

- *Criterio de decisión de inversiones*. GRUPO ENDESA. DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN. Revisión 3.0 de 20 de julio de 1999.
- *Criterios de planificación de la red de Media Tensión del Grupo Endesa*. DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN. Versión 2 de 10 de noviembre de 1998.
- *Economía de la Empresa, análisis de las decisiones empresariales*. Eduardo Bueno Campos, Editorial Pirámide. 9ª edición.
- *Calidad del Servicio. Regulación y optimización de inversiones*. Tesis Doctoral de Juan Rivier Abad. Universidad Pontificia Comillas de Madrid. Madrid 1999.
- *Modelo de cobertura geográfica de una red de distribución de energía eléctrica*. Tesis Doctoral de Jesús Pascual Peco Gonzalez. Universidad Pontificia Comillas de Madrid. Madrid 2001

4 Red de Media Tensión

4.1 Generalidades

El trazado de la red de MT se diseña en forma de anillo cerrado, no obstante la explotación de la misma, se realiza en forma de anillo abierto.

Las conexiones a la red de nueva instalación con las existentes, se realizarán mediante empalmes termorretráctiles. Se realizarán catas para la localización de servicios existentes mediante una zanja de 1.5m de ancho por 1.5 m de largo, la distancia entre los cartuchos del empalme será de 90 cm.

Características técnicas:

- Tensión nominal: 18/30 kV
- Tensión máxima: 36 kV
- Tensión de ensayo a 50 Hz: 70 kV
- Tensión con onda tipo rayo: 170 kV
- Intensidad máxima: 415 A
- Límite térmico: 21 kA (T=160 °C 1s)
- Límite dinámico: 50 kA
- Unión por manguito pinzado profundo.
- Ensayo de calidad según norma UNE-21115.

4.2 Trazado de la Red Subterránea de Media Tensión

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto para zanjas como para pasos que sean necesarias en los accesos a los portales, garajes, etc..., así como planchas metálicas que sean necesarias para el paso de vehículos.

Las instalaciones eléctricas subterráneas en el entorno de zonas urbanizadas, requiere la instalación de las mismas por espacios públicos (acera, calzada, etc.), siendo necesario el permiso administrativo correspondiente.

4.3 Zanjas, tendido de conductor y conductores

4.3.1. Generalidades

Las zanjas se realizarán siguiendo las normas técnicas establecidas por la compañía distribuidora, las establecidas en las reglamentaciones con respecto de las normas del subsuelo y las normativas municipales.

4.3.2. Zanjas

Antes de iniciar la apertura de las zanjas se realizarán catas de prueba cada 6 u 8 m. con el fin de comprobar los servicios existentes y determinar la mejor ubicación para el tendido. Al marcar el trazado de zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura que hay que respetar en los cambios de dirección.

Siempre que sea posible se dejarán “puentes” cada 10 m a modo de entibamiento natural con el fin de evitar desprendimientos de tierras, sobre todo en días de lluvia.

La apertura de zanja será realizada mediante maquinaria pesada (retroexcavadora) o a mano cuando sea necesario. Se extraerá tierra a una profundidad de un metro y una anchura de 40 cm para uno y dos circuitos, 70 cm para tres circuitos y un metro para cuatro tal y como se indica en los planos adjuntos.

Una vez hecha la zanja se preparará un lecho de arena compactada o una capa de 6 cm de hormigón según sea necesaria para zanja en acera o cruce de calle respectivamente.

Las zanjas en acera tendrán las siguientes capas.

- 30 cm de arena compactada, donde se tenderá el conductor.
- Placas de protección.
- 42 cm de tierra compactada 95% proctor estratificada cada 15cm.
- Cinta de señalización.
- 10 cm de tierra compactada.
- 28 cm para el acabado de la acera.

Las zanjas en calzada tendrán las siguientes capas:

- 30 cm de hormigón H100 donde se instalarán los tubos de polietileno de 160 mm de diámetro.
- 42 cm de tierra compactada 95% proctor estratificada cada 15 cm.
- Cinta de señalización.
- 10 cm de tierra compactada.
- 28 cm para el acabado del asfalto.

El trazado de las líneas será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios, cuidando de no afectar a las cimentaciones de los mismos.

Se procurará dejar, si es posible, un paso de 0,50 m. entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de éste en la zanja. Las tierras se mantendrán limpias de escombros.

Si con motivo de las obras de apertura aparecen instalaciones de otros servicios, se tomarán las precauciones debidas para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las condiciones en que se encontraban inicialmente y respetando las distancias en los cruzamientos y paralelismos.

El fondo de las zanjas deberá estar en terreno firme para evitar posibles corrimientos debido a los esfuerzos de estiramiento de los cables.

4.3.3. Tendido de conductor

El tendido de los cables es la operación más crítica en la instalación de una línea subterránea de MT o BT ya que se pueden producir averías o daños, por eso el tendido y protección del cable se efectuará siempre en presencia del director de obra.

El radio de curvatura de un cable o haz de cables de MT ha de ser superior a 30 veces su diámetro durante el tendido y a 15 veces su diámetro una vez instalado, en el caso de BT los radios serán 20 y 10 veces el diámetro de los cables respectivamente.

La instalación de los conductores podrá ser:

-Directamente enterrado en zanja abierta y rellena de arena preparada: se instalará una línea continua de ladrillos sobre del conductor a modo de protección mecánica. Cuando el conductor discurra por zonas de libre acceso se dispondrá de una cinta de señalización con la indicación de AT

-En tubos de hormigón, cemento o fibrocemento, plástico o metálicos, debidamente enterrados.

El tendido de conductor se realizará con rodillos cuando la longitud sea superior a 150 m para que estos no se deterioren ni provoquen en un futuro averías.

Antes de iniciar el tendido en sí se estudiará cual es el lugar más adecuado para colocar la bobina, la cual estará suspendida a unos 0,15 m por medio de una barra o eje que pasará por el agujero central.

La extracción del cable se realizará haciendo rotar a la bobina y tirando del cable por la parte superior.

A lo largo de la zanja se colocarán rodillos giratorios que pueden girar libremente a distancias de 3 a 6 m. La entrada del cable a la zanja será mediante una pendiente suave. En el interior de las zanjas se dispondrá un lecho de arena fina de 6 cm de espesor para MT y de 3 cm para BT.

Una vez se haya tendido el cable en el interior de la zanja, éste sólo podrá ser desplazado lateralmente a mano, sin palancas u otros útiles. Los cables monofásicos de MT se dispondrán en triángulo equilátero, para evitar desequilibrios en las fases. Los cables de BT estarán dispuestos dos y dos en paralelo.

Los cables se encintarán cada 1,5 m para evitar que puedan moverse debido a los esfuerzos electrodinámicos generados por un cortocircuito.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0° C no será posible realizar ningún tendido debido a la rigidez que toma el aislamiento de los cables.

El esfuerzo máximo de tracción que puede soportar un cable unipolar de aluminio de MT es de 3 daN/mm², en ningún caso el esfuerzo total en el cable podrá superar los 2500 daN.

Cuando el tendido se efectúe en tubular será necesaria la construcción de arquetas cada 100 m y en los cambios de sentido, siendo la función de éstas facilitar el tendido del conductor.

Las arquetas, serán prefabricadas con unas dimensiones de 115x115 cm y una altura de 82 cm, una vez colocadas se rellenarán de 40 cm de arena con la finalidad de amortiguar las vibraciones que se pudiesen transmitir desde el exterior. Encima de la capa de arena se rellenará con tierra cribada compactada hasta la altura que se precise de acuerdo con el acabado superficial de la zanja.

Para las secciones normalizadas de los cables, los radios mínimos de curvatura son:

Cables MT

Sección (mm ²)	Diámetro exterior aprox. (mm)	Radio mín. de curvatura tendido (mm)	Radio mín. de curvatura instalado (mm)
150	37,7	1131	565,5
240	41,5	1245	622,5
400	48,5	1455	727,5

Cables BT

Sección (mm ²)	Diámetro exterior aprox. (mm)	Radio mín. de curvatura tendido (mm)	Radio mín. de curvatura instalado (mm)
50	14	280	140
95	18	360	180
150	21	420	210
240	27	540	270

Los conductores auxiliares de medida, mando, etc., se mantendrán siempre que sea posible, separados por los conductores de tensiones superiores a 1kV o tendrán que estar protegidos mediante tabiques de separación dentro de las canalizaciones o tubos metálicos con puesta a tierra.

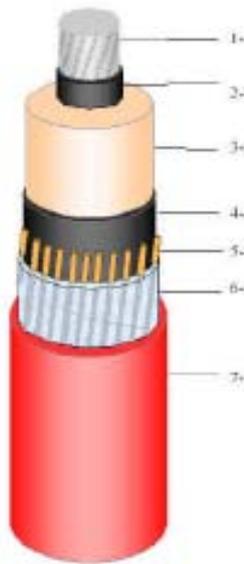
Para la confección de empalmes se seguirán los procedimientos establecidos por los fabricantes y homologados por la empresa distribuidora.

4.3.4. Conductores

Los cables aislados podrán ser de aislante seco termoplástico o termoestable.

Tipo:	Cable de MT hasta 25 kV norma FECSA 25m194 Aislante seco, sección 1x240mm ² AL
Material:	Aluminio
Aislamiento Designación:	PVC Termoplástico Cable RHV (DHV) 18/30 kV 1x240mm ² AL
Cubierta exterior:	PVC color rojo
Marcas de cubierta:	Aislamiento pantalla y cubierta tipo R o D, H, V Tensión nominal del cable Sección y naturaleza del conductor Año de fabricación. Designación H conductores de Cu en hélice S =16 mm ²
Pantalla metálica:	Contraespira cinta de Cu e = 0.1m en hélice abierto
Pantalla semiconductor:	Cable triple extrusión semiconductor externa.
Intensidad admisible:	420 A

Diámetro cuerda:	19.5 mm
Espesor aislante:	41.5 mm
Peso aproximado:	2095 Kg / Km



1. Conductor de aluminio
2. Semiconductora interna
3. Aislamiento
4. Semiconductora externa
5. Pantalla metálica
6. Separador
7. Cubierta exterior

Figura 4: despiece de un cable MT

4.3.5. Construcción de tubos hormigonados

Los tubulares hormigonados se instalarán en los cruces de calles y calzadas, siempre se dejará un tubular libre de reserva para posibles ampliaciones.

Los tubulares serán de polietileno (PE) de doble pared, interior lisa y exterior corrugada, con un diámetro exterior de 160 mm e interior de 135 mm para la red de MT y 140 mm y 116 mm respectivamente para la red de BT. Tendrán una resistencia a la compresión superior a 450 N.

La zanja donde se colocarán los tubulares deberá estar abierta en su totalidad para poder dar una ligera pendiente, y así evitar la acumulación de agua en el interior de los tubos.

Cuando la longitud de los tubulares sea superior a 100 m en MT ó 50 m en BT y en los cambios de dirección con ángulos superiores a 60° se instalarán arquetas de registro con el fin de no someter a los cables a un exceso de esfuerzo de tracción y facilitar los trabajos de tendido.

Los tubos dispondrán de ensambles que eviten la posibilidad de rozamientos internos contra los bordes durante el tendido. Además se ensamblarán teniendo en cuenta el sentido de tiro de los cables.

El bloqueo de los tubos se realizará con hormigón de resistencia H-100 cuando provenga de planta o con una dosificación del cemento de 200 kg/m³ cuando se realice a pié de obra, evitando que la lechada se introduzca en el interior de los tubos por los ensambles.

Terminado el tubular, se procederá a su limpieza interior haciendo pasar una esfera metálica de diámetro ligeramente inferior al del tubular, con movimiento de vaivén, para eliminar las posibles filtraciones de cemento y posteriormente, de forma similar, un escobillón o bolsa de trapos, para barrer los residuos que pudieran quedar.

Los tubos quedarán sellados con espumas expandibles impermeables e ignífugas.

4.3.6. Tendido en tubos

Antes de iniciar la instalación del cable hay que limpiar el tubo para asegurar que no hay cantos vivos ni aristas y que los distintos tubos están alineados correctamente.

Durante el tendido hay que proteger el cable de las bocas del tubo para evitar daños en la cubierta, colocando un rodillo a la entrada y un montón de arena a la salida, de forma que se obligue al cable a salir por la parte media sin apoyarse sobre el borde del tubo.

Una vez instalado el cable deberán taparse las bocas de los tubos para evitar la entrada de gases y roedores.

Se colocará un circuito por cada tubo para reducir la reactancia.

4.3.7. Tapado y compactado

Una vez realizado el tendido y protección de los cables se procederá al tapado y compactado de la zanja procediendo como sigue: el relleno de las zanjas se efectuará por capas sucesivas de 0,15 m de espesor, las cuales serán compactadas, con el fin de que el terreno quede suficientemente consolidado. En la compactación del relleno se debe alcanzar una densidad mínima del 95%.

La protección de los cables se realizará mediante placas de polietileno (PE). Por encima de las placas de PE y a 0,20 m como mínimo se colocará una cinta de color amarillo que advertirá de la existencia de cables eléctricos de acuerdo con la RU 0205.

Si al efectuar la excavación se observa que la tierra contiene cascotes, escombros o tiene abundancia de piedras, no se utilizarán dichas tierras para el relleno, aportándose unas nuevas.

4.3.8. Cruzamientos y paralelismos

La distancia mínima a mantener entre conductores de MT y BT será de 0,25 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes será de 1m.

En los casos que no puedan respetarse estas distancias, el cable que se tienda último se dispondrá separado mediante divisiones de adecuada resistencia mecánica. Según una resolución de la Generalitat de Catalunya (DOG nº 1649 del 25.09.92) esta protección podría ser con ladrillos macizos de 290 x 140 x 40 mm, con una capa de arena a cada lado de 20 mm mínimo.

Se prevén otros tipos de cruzamientos y/o paralelismos ya que, al ser un área habitada existen más servicios en la zona. Consultar documentación gráfica.

4.4 Centros de Transformación

4.4.1. Generalidades

Los centros de transformación existente se verán reformados a diferente nivel, ya sea por cambio de máquina (transformador), por apartamento o a nivel de obra civil.

Todos los centros de transformación de nueva instalación, y donde sea posible, serán del tipo UNIBLOCK. Estos tipos de CT se basan en la combinación de piezas básicas de hormigón prefabricado, con las cuales se obtiene la caseta tipo UNIBLOCK.

La calidad de las diferentes casetas ha sido reconocida por la Comisión de Calidad UNESA en los centros de hormigón tipo UNIBLOCK por sus excelentes resultados obtenidos en los ensayos realizados según la RU 1303 A (Centros de transformación prefabricados de hormigón).

Los transformadores se instalarán según la previsión de potencia tal y como se observa en la memoria de cálculo.

Los centros de transformación objeto de este proyecto serán propiedad de la compañía FECSA-ENDESA. La energía suministrada será de 25 kV trifásica a una frecuencia de 50 Hz.

4.5 Casetas Prefabricadas ORMAZABAL

4.5.1. Generalidades

El tipo de centro de transformación que se utiliza es del tipo UNIBLOCK de la marca ORMAZABAL PFU-4.

La envolvente de estos CT es de hormigón vibrado, y se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural y otra que incorpora el techo.

Todos los armados del hormigón están unidos entre sí y al colector de tierra, según RV1303, las puertas y rejillas presentan una resistencia de 10 kV respecto a la tierra de la envolvente.

El acabado estándar del CT. se realizar con pintura acrílica rugosa, de color blanco en las paredes y marrón a techo, puertas y rejillas.

4.5.2. Rejillas de ventilación

Se trata de rejillas de ventilación con láminas en forma de "V" invertida que combinada con una rejilla mosquitera y con su posición de montaje, permite la perfecta ventilación del transformador.

Esta ventilación queda avalada en el protocolo nº 93066-1-E para transformadores de potencia inferior o igual a 630 kVA y el protocolo nº 92202-1-E para transformadores de potencia mayores. Estos protocolos han sido realizados por el personal de Ensayos e Investigaciones Industriales LABEIN, de acuerdo con la normativa RU1303A.

Se colocan los paneles verticales, en las perforaciones que aporta el fabricante, y se fija mediante tornillería estándar

4.5.3. Puertas y tapas de acceso

Para el acceso se dispone de dos tipos, uno para el acceso del personal técnico y otro para el acceso directo del transformador. El nombre de accesos se acomoda a la necesidad de cada tipo de prefabricado y tipo de suministro.

4.5.4. Cimentación

Para la ubicación del centro de transformación PFU-4 es necesaria una excavación de dimensiones de la cual son 5260 x 3180 y una profundidad de 560 mm, sobre este fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de unos 10 cm de espesor.

4.5.5. Dimensiones del receptáculo

Dimensiones exteriores	Longitud (mm)	4460 mm
	Anchura (mm)	2380 mm
	Altura (mm)	3045 mm
	Superficie (m ²)	10,7 m ²
	Altura Vista (mm)	2585 mm

Dimensiones interiores	Longitud (mm)	4280 mm
	Anchura (mm)	2200 mm
	Altura (mm)	2550 mm
	Superficie (m ²)	9,4 m ²

4.5.6. Solera, pavimento y cierres exteriores.

Todos los elementos están fabricados de una sola pieza de hormigón, tal y como se indica anteriormente. Sobre la placa base, y a una altura de 460 mm está situada la solera, quedando un espacio vacío entre las dos, que permite el paso de los conductores de MT y BT, a los que se accede a través de una troneras cubiertas con dos losas.

El lugar para el transformador dispone de dos perfiles en forma de "U", que pueden desplazarse en función de la distancia de las ruedas del transformador.

En la parte inferior de las paredes frontales y posteriores se encuentran los agujeros para los conductores de MT y BT.

Estos agujeros están semiperforados, perforándose totalmente en obra estrictamente los necesarios para el nuevo suministro. De igual forma se dispone de unos agujeros semiperforados practicables para las salidas de las tierras exteriores.

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, puertas del transformador y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados con chapa de acero.

La puerta de acceso para peatones tiene unas dimensiones de 900x2100mm, mientras que la del transformador las tiene de 1260x2400 mm. Las dos puertas pueden abrirse 180°.

La puerta de acceso para peatones dispone de un sistema de cerrado con la finalidad de garantizar la seguridad del funcionamiento y evitar la apertura imprevista. Por eso se utiliza un cierre diseño de ORMAZABAL, las puertas tienen dos puntos de anclaje, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

4.5.7. Ventilación

Las rejillas de ventilación del transformador están situadas en la parte inferior de la puerta de acceso al mismo, y en la parte posterior del transformador. De esta forma el aire en su movimiento envuelve totalmente el transformador, principal productor de calor, realizando una eficaz refrigeración de los mismos por el termosifón que se produce de entrada y salida.

4.5.8. Condiciones de servicio

Las casetas prefabricadas UNIBLOCK están construidas para soportar las siguientes condiciones de servicio:

- Sobrecarga de nieve de 250 kg /m² en cubiertas.
- Sobrecarga en solera de 600 kg /m².
- Carga de un transformador de 5000 kg sobre la meseta.
- Las temperaturas de funcionamiento de un PFU-4 son: (hasta una humedad del 100 %)
- Mínima transitoria -15 ° C
- Máxima transitoria +50 ° C
- Máxima media diaria +35 ° C

Estos datos corresponden a una altitud de instalación de 2500 m sobre el nivel del mar de acuerdo con la norma MV-101-1962.

4.6 Celdas SF6

4.6.1. Descripción de las celdas de SF6

Las celdas de SF6 están compuestas por las siguientes partes:

Base y frente

La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso, y presenta el esquema unifilar del circuito principal y ejes de accionamiento de la aparenta a la altura idónea para su operación. Igualmente, la altura de esta base facilita la conexión de los cables frontales de alimentación.

La parte frontal incluye, en su parte superior, la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, en la parte inferior se encuentran la toma para las lámparas de señalización de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles.

En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, que permite la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, el gas SF6 se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bares (salvo para celdas especiales).

El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco

interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del centro de transformación.

Interruptor, Seccionador y Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGM tiene tres posiciones:

- Conectado
- Seccionado
- Puesta a tierra

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

Mando

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

Fusibles (Celda CMP-F)

Los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior.

Se montaran fusibles tipo APR (alto poder de ruptura), de calibre normalizado para la potencia del transformador instalado.

El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos.

Conexión entre celdas

La conexión eléctrica y mecánica entre las celdas se realiza mediante un elemento que se denomina conjunto de unión, patentado por ORMAZABAL, que permite la unión del embarrado de las celdas del sistema CGM fácilmente y sin necesidad de reponer gas SF6.

El conjunto de unión está formado por tres adaptadores elastoméricos enchufables que montados entre las tulipas (salidas de los embarrados) existentes en los laterales de las celdas a unir, dan continuidad al embarrado y sellan la unión, controlando el campo eléctrico por medio de las correspondientes capas semiconductoras.

Conexión de cables

La conexión de los cables a los pasatapas correspondientes en las celdas se realizará mediante unos terminales enchufables apantallados de la marca ELASTIMOLD, tipo M-400LR.

Características eléctricas

Celdas de línea CGM-CML

<i>Tensión nominal (kV)</i>	<i>Nivel de Aislamiento</i>				<i>Intensidades</i>		
	Frecuencia Ind 50Hz (1 min.)		Impulso tipo rayo		Int. nominal (A)	Int. corta duración (1s) (kA)	Capacidad de cierre (kA)
	A tierra y entre fases (kV)	A la dist. de secc. (kV)					
36	70	80	170	195	400	16	40

Tensión nominal (kV)	Nivel de Aislamiento				Intensidades		
	Frecuencia Ind 50Hz (1 min.)		Impulso tipo rayo		Int. nominal (A)	Int. corta duración (1s) (kA)	Capacidad de cierre antes/después de fusibles (kA)
	A tierra y entre fases (kV)	A la dist. de secc. (kV)					
36	70	80	170	195	400	16	40 / 2,5

Enclavamientos

Los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM pretenden impedir:

- Conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, que no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- Quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, que no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal haya sido extraída.

4.6.2. Dimensionado del embarrado

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

Las principales características del embarrado utilizado en las celdas CGM son:

- Está construido a base de pletina de cobre electrolítico duro de 50 x 5 mm.
- Está calculado para soportar un cortocircuito en el cierre de 16 kA, durante 1 s.
- Intensidad nominal permanente 400 A.
- Embarrado colector de tierra a base de pletina de cobre de 30 x 3 mm. a lo largo de la celda.

Las celdas elegidas para el centro de transformación tienen las siguientes características eléctricas:

Tensión nominal (kV)	Tensión max. de servicio (kV)	Intensidad nominal (A)	Tensión de ensayo 50 Hz (1 min.) (kV)	Tensión de ensayo tipo rayo (kV)	Intensidad térmica (kA)	Intensidad dinámica (kA)
25	36	400	70	170	16	40

4.6.3. Comprobación por densidad de corriente

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

Para las celdas del sistema CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 93101901 realizado por los laboratorios ORMAZABAL.

4.6.4. Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada anteriormente, por lo que:

$$I_{cc(din)} = 2,5 \times 11,54 = 28,85 \text{ kA} < 40 \text{ kA}$$

Para las celdas del sistema CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 642-93 realizado por los laboratorios de KEMA de Holanda.

4.6.5. Comprobación por sollicitación térmica

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

$$I_{cc(ter)} = 11,54 \text{ kA} < 16 \text{ kA}$$

Para las celdas del sistema CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 642-93 realizado por los laboratorios de KEMA de Holanda.

4.6.6. Características técnicas de las celdas modulares de SF6

Celdas de Línea

Las celdas de entrada/salida 1 y 2 serán del tipo CGM-CML (Interruptor-seccionador).

Es una celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de $U_n = 36 \text{ kV}$ e $I_n = 400 \text{ A}$, de 420 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto y 145 kg de peso.

La celda CML de interruptor-seccionador, o celda de línea, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF₆, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de alimentación.

Celda de Protección

La celda CGM-CMP-F es la celda que se encarga de proteger al trafo mediante tres fusibles de 40 A, con una tensión asignada de 36 kV.

Es una celda con envolvente metálica, fabricada de ORMAZABAL, formada por un módulo de $U_n=36$ kV e $I_n=400$ A (200 A en la salida inferior), de 480 mm de ancho por 1035 mm de fondo por 1800 mm de alto y 270 kg de peso.

La celda CMP-F de interruptor-seccionador, o celda de línea, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF₆, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusible fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de alimentación

4.6.7. Elección de los fusibles

La protección en MT del transformador se realizará utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante posibles cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de manera ultrarrápida, muy inferiores que los de los interruptores automáticos, ya que evitan incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuito por toda la instalación.

El transformador estará protegido por tres fusibles, uno por fase, cuya intensidad nominal, será función de la potencia del transformador.

Los fusibles han sido seleccionados para asegurar que:

- Permiten el funcionamiento continuado a la intensidad nominal.
- No producen disparos durante el arranque en vacío de los transformadores.

-No producen disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s.

No obstante, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de sobrecargas, o en su defecto, una protección térmica del transformador.

4.7 Transformadores de potencia

Los transformadores elegidos para instalar en los CTs son trifásicos reductores de tensión con neutro accesible en el secundario, de diferentes potencias. Estas están en función de la instalada actualmente. Por ser el más habitual se elegirá aquí el de 630 kVA y refrigeración natural de aceite, con una tensión primaria de 25 kV y una tensión secundaria de 380V entre fases.

4.7.1. Características nominales

- Marca: COTRADIS (u otras, normalizadas por la compañía suministradora)
- Modelo: 630 / 36 / 25 B2 –O-PA
- Tipo: aceite mineral
- Norma: UNE 21.428-Potencia nominal: 630 kVA
- Calentamiento máx (cobre / aislante): 65 / 60 °C
- Peso total / peso del aceite: 2.600 kg / 495 kg
- Conexión (CEI): Dyn 11
- Nivel de aislamiento: 50 Hz – 70 kV choque – 170 kV
- Parámetros eléctricos garantizados: Ucc: 6%
 - Pérdidas max. en vacío (PFe): 2.000 w
 - Pérdidas max. en cortocircuito (PCu): 10.500 w
 - Pérdidas totales (máx): 12.500 w

4.8 Puente de MT y BT

El puente de Alta Tensión tiene como función conectar eléctricamente la celda que protege al transformador, CGM-CMP-F, con el primario del transformador.

Estará formado por tres cables unipolares 18/30 kV 3x1x150 mm² AL del tipo DHV. La conexión se realizará mediante terminaciones ELASTIMOLD de 36 kV del tipo enchufable y modelo M-400 LR en la celda de SF₆, y mediante terminales bimetálicos en el transformador.

Por su parte, el puente de baja tensión unirá eléctricamente el secundario del transformador con el cuadro de baja tensión. Estará formado por cables RV 0,6/1 kV de 240 mm² de sección, tres por cada fase y dos por el neutro.

4.9 Cuadro de Baja Tensión

4.9.1 Generalidades

El cuadro de baja tensión será del tipo AC-4, de ORMAZABAL. Es el lugar donde se conectan las diferentes salidas encargadas de distribuir la energía.

Cada salida estará formada por tres cables, uno por fase, de sección 240 mm² y uno de 150 mm² para el neutro. Las fases estarán protegidas por fusibles de 315 A (según normativa ENDESA), mientras que el neutro estará conectado directamente al embarrado del cuadro. Las conexiones de los cables al cuadro se realizan mediante terminales bimetálicos.

En el cuadro de BT se distinguen las siguientes zonas:

4.9.2. Zona de acometida, medida y equipos auxiliares

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

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

4.9.3. Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida, que son cuatro. Esta protección se realiza mediante fusibles dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura en carga.

Características constructivas:

- Ancho: 580 mm.
- Alto: 1690 mm.
- Fondo: 290 mm.

Características eléctricas:

Tensión nominal (V)	Nivel de Aislamiento		Intensidad Nominal		
	Frecuencia Ind (1 min.)		Impulso tipo rayo	Embarrados (A)	Salidas (A)
	Entre fases y a tierra (kV)	Entre fases (kV)			
440	8	2,5	20	1600	400

4.10 Puesta a Tierra

4.10.1 Generalidades

Toda instalación eléctrica debe disponer de una protección o instalación de tierra diseñada de forma que, en cualquier punto accesible del interior o exterior de la misma donde las personas puedan circular o permanecer, y en caso de defecto en la instalación, estas puedan estar sometidas a unas tensiones de paso y contacto, dentro de los valores permitidos por la normativa vigente.

El procedimiento para realizar la instalación de tierras será el siguiente:

- Investigación de las características del suelo.

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

- Diseño preliminar de la instalación de tierra.

- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior y en el acceso al CT.

- Comprobar que las tensiones de paso en el exterior y en el acceso son inferiores a los valores máximos definidos en la ITC 13 del RCE.

- Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos, y estudio de las formas de eliminación o reducción.

- Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

El sistema de tierras estará formado por varios electrodos de Cu en forma de varilla y por el conductor que los une. Dicho conductor, que también será de Cu, tendrá una resistencia mecánica adecuada y ofrecerá una elevada resistencia a la corrosión.

4.10.2 Tierra de protección

A él se conectarán todas las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes descargas atmosféricas o sobretensiones, como:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.

- Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las vallas y cercas metálicas.
- Las columnas, soportes, pórticos,...
- Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios prefabricados.
- La carcasa del transformador.

4.10.3 Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en el lado de baja tensión, debido a faltas en la red de Media Tensión, el neutro de la red de BT se conectará a una toma de tierra independiente al de la red de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra. Para tal fin se emplea un cable de cobre aislado 0,6/1 kV.

4.11 Alumbrado de los Centros de Transformación

Para el alumbrado interior de los CTs se instalarán las fuentes de luz necesarias para conseguir al menos un nivel medio de iluminación de 150 lux, existiendo como mínimo dos puntos de luz. Los focos estarán dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación.

Los puntos de luz se situarán de manera que pueda efectuarse la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

El interruptor dispondrá de un piloto que indique su presencia y se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la Alta Tensión.

4.12 Señalizaciones y Material de Seguridad

Tanto la puerta de acceso al CT, como las puertas y pantallas de protección llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las

dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS 1.410, modelo AE-10. Las celdas prefabricadas llevarán también la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico adhesiva. En un lugar bien visible del interior del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente, respiración boca a boca y masaje cardíaco, y con las “5 Reglas de Oro”. Su tamaño será como mínimo UNE A-3¹².

¹² Bibliografía utilizada en la redacción de este capítulo:

- Guía de diseño en MT. Merlin Guerin, catálogo del Grupo Schneider.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- Normas Técnicas Particulares de Fecsa-Endesa de 29 de diciembre de 2006
- Reglamento de Alta Tensión
- Normas Particulares para la construcción de Centros de Transformación
- Normas Particulares para la instalación de líneas de Alta Tensión
- Catálogo General de instalación y materiales de ORMAZABAL.

5 Red Subterránea de BT

5.1 Generalidades

Todo y que la mayoría de red será de media tensión, si se hiciera necesario la instalación de alguna red de BT subterránea, esta se efectuaría siguiendo las normas y características que se describen en la presente memoria.

La tensión será de 380 V entre fases y 220 V entre éstas y el neutro, cuatro por cada centro de transformación instalado siempre como norma general para nuevos centros de transformación o reformas integrales de estos.

Los conductores que se utilizarán para cada una de las salidas serán conductores de aluminio unipolares según la norma ENDESA CNL00100 tipo RV, tensión 0,6/1 kV, aislamiento polietileno reticulado XLPE y cubierta de PVC.

Los conductores de BT normalizados por la compañía suministradora, su intensidad máxima admisible en servicio permanente, según el MIE BT 007, y sus fusibles de protección son:

Sección de los Conductores (mm ²)	Intensidad Máx. (A)	Fusible de Protección (A)
4x1x50 AL	180	125
3x1x95 + 1x50 AL	260	200
3x1x150 + 1x95 AL	330	250
3x1x240 + 1x150 AL	430	315

El conductor elegido para realizar la red de distribución BT es un RV 0,6 /1kV 3x1x240+1x150 AL, es decir, las tres fases tendrán una sección 240 mm² mientras que la del neutro será de 150 mm².

Con la elección de este conductor se pretende asegurar que, ante posibles ampliaciones de potencia, la red instalada sea capaz de soportar la potencia demandada sin necesidad de volver a realizar la apertura de zanjas y sustituir la red por una de mayor sección.

5.2 Instalación de Puesta a Tierra en la red de BT

La continuidad del neutro quedará asegurada en todo momento en la red de distribución, salvo que la interrupción se realice mediante uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas y que sólo puedan ser maniobradas con herramientas adecuadas, no debiendo, en este caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas éstas sin haberlo sido previamente el neutro.

La puesta a tierra del neutro de la red de BT será independiente a la tierra del CT ya que la tensión de defecto $V'd = 6245,88$ es superior a 1000 V.

Se realizará con cable aislado (RV 0,6/1 kV) entubado e independiente de la red, con secciones mínimas de cobre de 50mm^2 , unido a la pletina del neutro del cuadro de BT. El conductor de neutro a tierra se instalará a una profundidad de 60 cm, pudiéndose instalar en cualquiera de las zanjas de BT.

De igual modo, el conductor neutro de cada una de las salidas se conectará a tierra a lo largo de la red en las diversas cajas de seccionamiento.

Esta conexión se realizará mediante piquetas de 2 m de acero-cobre, conectadas con cable de cobre desnudo de 50mm^2 y terminal a la pletina del neutro. Las piquetas podrán colocarse hincadas en el interior de la zanja de BT.

Una vez conectadas todas las puestas a tierra, el valor de la resistencia de puesta a tierra general deberá ser inferior a 37 óhmios según el MIE BT 023.

5.3 Pruebas de Puesta en Funcionamiento

5.3.1. General

Antes de la puesta en servicio del sistema eléctrico, el contratista tendrá que hacer las pruebas adecuadas para demostrar que todo el equipo, aparatos y cableado han sido

instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas, estando en condiciones satisfactorias de trabajo.

Todos los ensayos serán presenciados por el Director de Obra o su representante.

Los resultados de las pruebas se recogerán en el protocolo correspondiente indicando fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo.

5.3.2. Conductores

Los conductores de media tensión, antes de su puesta en funcionamiento, se someterán a un ensayo de resistencia de aislamiento entre fase y tierra que se hará de la forma siguiente:

-Megeado de los cables con laboratorio móvil, entre fases y entre fase y tierra

Estos ensayos de resistencia de aislamiento para conductores enterrados se harán antes de efectuar el relleno de zanja, debiéndose hacer también en los casos en que el director de obra así lo dictamine.

5.3.3. Aparamenta

Antes de poner la aparamenta en tensión se medirá la resistencia de aislamiento de cada embarrado entre fases y entre fase y tierra. Las mediciones habrán de repetirse con los interruptores en posición de funcionamiento y los contactos abiertos.

Se ajustarán todas las protecciones, mediante fuentes de intensidad y cronómetro, y se harán pruebas selectivas.

Se comprobará y ajustará la alineación y el deslizamiento de los contactos de acuerdo con las instrucciones del fabricante, se medirá la resistencia de aislamiento entre fases y entre fases y tierra de los interruptores en posición de cierre y sin estar conectados.

Antes de que la aparamenta entre en funcionamiento, todos los interruptores automáticos se colocarán en posición de prueba y cada interruptor será cerrado y disparado desde su interruptor de control. Los interruptores han de ser disparados por accionamiento manual y aplicando corriente a los relés de protección. Se comprobarán los enclavamientos correspondientes.

5.4 Pruebas Varias

Se comprobará la puesta a tierra para determinar la continuidad de los cables de tierra y conexiones y se medirá la resistencia de cada red parcial, previa separación de la red general.

Se comprobarán todas las alarmas del equipo eléctrico, simulando condiciones anormales.

5.5 Plazo de Ejecución del Proyecto

El plazo de ejecución para realizar todos los trabajos será de 24 semanas¹³.

¹³ Bibliografía utilizada para la redacción de este capítulo

- Guía de diseño en MT. Merlin Guerin, catálogo del Grupo Schneider.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- Normas Técnicas Particulares de Fecsa-Endesa de 29 de diciembre de 2006
- Reglamento de Alta Tensión
- Normas Particulares para la construcción de Centros de Transformación
- Normas Particulares para la instalación de líneas de Alta Tensión
- Catálogo General de instalación y materiales de ORMAZABAL.

6. Introducción al análisis de fiabilidad. Conceptos básicos

6.1 Introducción

Aunque queda fuera del alcance de este proyecto hacer un análisis exhaustivo de un tema tan importante como es la fiabilidad y todos los conceptos que lleva asociado, sí se tratará de exponer unas ideas básicas, así como también al final del capítulo se proponen unas acciones de aumento de la fiabilidad en un sistema de distribución eléctrico.

En anteriores capítulos, se ha revisado la calidad del servicio, se han estudiado aspectos regulativos referentes a la calidad. En este se tratará el tema de la continuidad del suministro eléctrico también conocida como fiabilidad.

La fiabilidad es la probabilidad de que una entidad pueda cumplir una función requerida, en las condiciones determinadas, durante un intervalo de tiempo $[t_1, t_2]$; y se expresa por: $R(t_1, t_2)$. Esta definición, corresponde a la CEI (Comisión Electrotécnica Internacional), norma 191 de julio 1988.

6.2 Sistemas eléctricos de potencia y fiabilidad

Los sistemas eléctricos de potencia tienen como finalidad suministrar energía eléctrica a todos los clientes conectados a sus redes. Para ello, genera esa energía en las centrales de generación de energía eléctrica, y la transporta y distribuye hasta todos los clientes mediante redes de cables que los conectan a esas centrales. Estos sistemas son extensos y complejos, lo que ha llevado a dividirlos para el análisis de su fiabilidad.

En la figura 5, se aprecian los niveles jerárquicos, donde el nivel I estudia la fiabilidad de la Generación únicamente, el nivel jerárquico II estudia el nivel de fiabilidad conjunto de la Generación y la Red de transporte. El nivel jerárquico III estudia el nivel de fiabilidad del sistema completo, con Generación, Red de transporte y Red de distribución.

Será en este último donde se centrará nuestro interés.

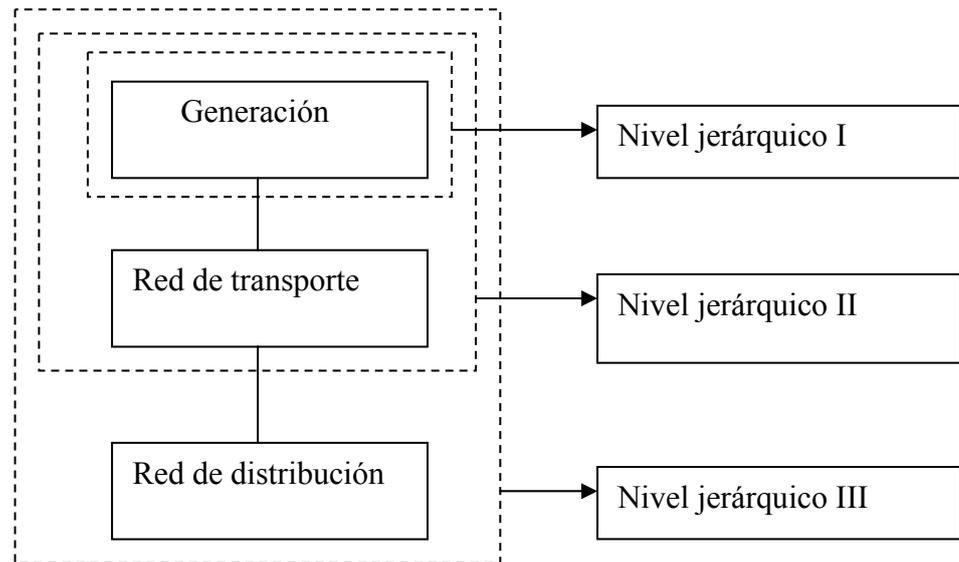


Figura 5. Niveles jerárquicos

Los estudios en el nivel jerárquico III deberían tener en cuenta la fiabilidad de todo el sistema eléctrico de potencia. No es viable debido a la elevada complejidad y el tamaño del sistema a estudiar. Lo que se pretende es estudiar la fiabilidad de la red de distribución radial separadamente del resto del sistema eléctrico de potencia, dado que esta aporta prácticamente el 80% de las faltas sufridas por el cliente final.

6.3 Elementos de la red

La red de distribución radial empieza en las subestaciones de distribución AT/MT o MT/MT. Estas subestaciones suelen pasar de 220 kV, 132 kV ó 66 kV a la tensión de 25 kV, tensión considerada como estándar en el ámbito de Fecsa-Endesa para las redes de distribución radiales. Las subestaciones tienen unas “salidas”, siendo cada una de ellas el principio de una red de distribución radial, denominada alimentador. Un alimentador es por tanto una red distribución radial, que empieza en una subestación.

Todo alimentador está formado por tramos de línea que conectan entre sí todas las cargas servidas por él. Estos tramos de línea, o simplemente tramos de ahora en

adelante, están compuestos a su vez por numerosos elementos: elementos de maniobra, aisladores, conductor, etc., que hacen que existan muchos tipos de tramos.

La característica más diferenciadora de los tramos es sin duda ser subterráneo o aéreo, sobre todo desde un punto de vista de fiabilidad. Los tramos subterráneos o cables, son mucho más caros pero mucho más fiables que los tramos aéreos o líneas. Están mucho menos expuestos a perturbaciones externas, sobre todo a las condiciones meteorológicas. Suelen instalarse únicamente en zonas de alta densidad de población o de cargas, y en ocasiones obligado por los municipios.

A estos tramos se conectan los Centro de Transformación (CT). Los CT transforman la media tensión a baja tensión (380 o 220 V entre fases). Las características propias de los CT son la potencia instalada en los mismos y el número de clientes a los que alimenta. Los clientes pueden ser clientes de baja tensión alimentados a través de la red de baja tensión que cuelga de los CT con una estructura radial similar a la de media tensión. También pueden ser clientes de media tensión, habiendo únicamente un cliente conectado al CT y siendo éste propiedad suya.

Además de estos elementos estructurales que sirven para conectar la fuente de energía con las demandas, existen una serie de dispositivos de señalización de faltas y seccionamiento de los tramos que se instalan en estas redes con el fin de mejorar la fiabilidad.

Estos equipos varían desde simples seccionadores que son equipos de corte accionados manualmente cuando la línea está sin tensión o con tensión y sin carga, hasta las modernas celdas de hexafluoruro de azufre motorizadas que actúan teledirigidas con el fin de aislar el tramo con falta.

La instalación de estos equipos forma parte de la automatización, proceso que está paulatinamente llegando a todas las redes de distribución. Por tanto un resumen de los elementos que representan las redes de distribución radial de media tensión son:

- Tramos: subterráneo o aéreo. Longitud
- CT: potencia instalada, número de clientes
- Equipos de maniobra y seccionamiento.

6.4 Estructura de la red

La estructura de la red es radial, o por lo menos están explotadas de forma radial aunque en algunos casos puedan existir mallas.

La estructura radial es una estructura en árbol. Por lo tanto, habrá un único camino entre la fuente de energía o alimentación y cualquier demanda. La fuente de energía es la salida de la subestación, o cabecera del alimentador. En la cabecera de prácticamente todo alimentador, se encuentra una protección contra faltas.

Esta protección es capaz de eliminar todas las faltas transitorias en el alimentador, además de detectar las faltas permanentes. En ese caso, abrirá y dejará sin tensión el alimentador. Esta protección es esencial para la posterior automatización del alimentador.

A pesar de que la explotación de estas redes sea radial por razones de simplicidad de la explotación, a menudo están construidas con estructuras malladas. Eso quiere decir que existen puntos de conexión que durante la operación normal del sistema están abiertos. Estas conexiones pueden ser con otra rama del mismo alimentador, con otro alimentador de la misma subestación o, en algunos casos, incluso un alimentador de otra subestación.

Se pueden distinguir tres tipos de redes de distribución radial en función del tipo de mercado: urbana, semiurbana y rural.

Las redes de distribución urbanas suelen caracterizarse por tener una alta densidad de carga, con lo que estas redes están muy malladas. Es decir, tienen muchas alimentaciones alternativas posibles y donde es su mayoría suelen estar compuestas por tramos subterráneos.

Por otro lado los CT suelen estar conectados en serie. Es decir, se inserta el CT en la línea troncal con un seccionador a cada lado, en vez de estar en derivación o paralelo. En la figura 6 se presenta un ejemplo de tipo de red urbana.

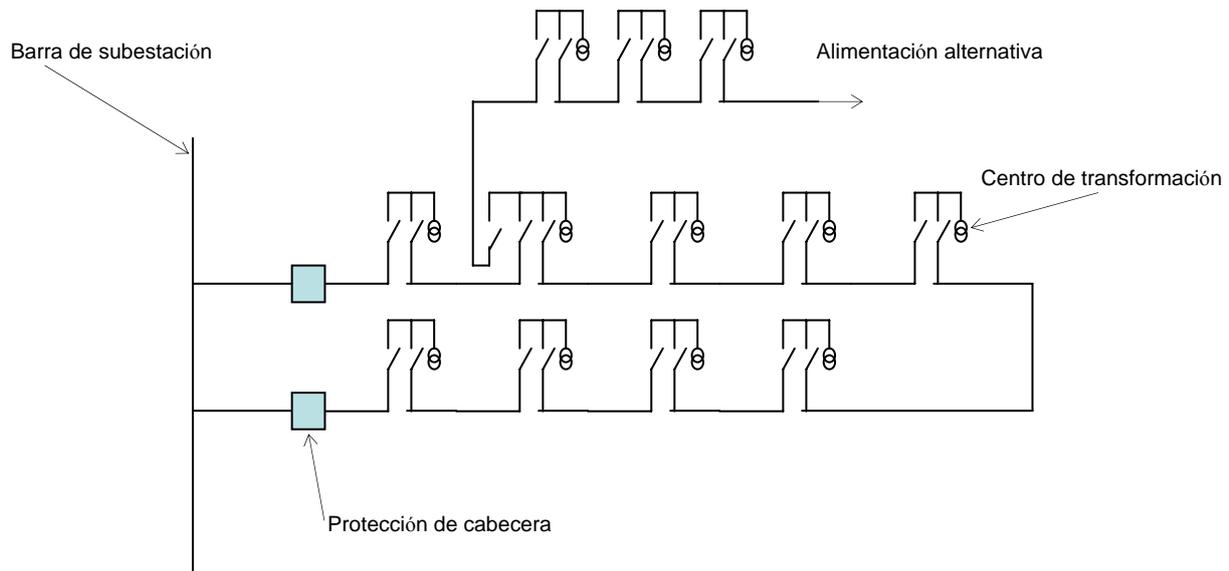


Figura 6. Esquema de una red de distribución urbana

En el tipo de red de distribución radial rural la estructura es muy distinta. Existe una línea troncal, de la cual van saliendo ramas laterales de las cuales cuelgan a su vez en derivación las demandas, en forma de racimos. Este tipo de red se ve mucho más afectado por factores externos, como avifauna o climatología adversa.

Por último las redes semiurbanas están a medio camino entre las dos. Pueden tener parte de la red en subterráneo y parte en aéreo, con los dos tipos de CT antes descritos: en serie o en derivación. Suelen convivir al mismo tiempo zonas con alta densidad de cargas, y otras con mucha menos densidad. Además, en estas zonas suelen encontrarse industrias o grandes clientes, también se les llama redes de tipo industrial.

6.5 Análisis de la explotación de la red

Debido al hecho de ser una red del tipo de distribución radial, la primera consecuencia

será la falta de suministro en cualquier punto de la red en el caso de que falle algún elemento de esta, ya que la protección de cabecera abrirá el interruptor. Este hecho tiene una consecuencia directa en la fiabilidad. Por lo tanto, todos los elementos del alimentador están en serie desde el punto de vista de la fiabilidad, aunque se encuentren aguas abajo del defecto.

Esta situación se puede paliar en parte, mediante el uso de los equipos de señalización y telemando que actualmente se instalan en la red, ya que una vez se ha detectado y aislado el tramo defectuoso, se puede proceder a alimentar alternativamente por otras ramas. Aunque este procedimiento tiene sus limitaciones. Ya que existen unos límites en cuanto al flujo de energía se refiere, así como también habrá que atender al límite de capacidad de las líneas, así como a la caída de tensión

Por lo tanto, estos aspectos imponen unos límites a la cantidad de demanda que se puede realimentar desde una conexión alternativa.

6.6 Índices básicos de fiabilidad

Aunque ya hemos definido la fiabilidad como la probabilidad de que un sistema cualquiera cumpla su misión adecuadamente durante un periodo de tiempo determinado y en las condiciones en las que se encuentre, esta definición no es válida para todos los sistemas en concreto para los sistemas eléctricos de potencia ya que su misión no está acotada en el tiempo.

Para estos sistemas, suele utilizarse el término de disponibilidad, más que el de fiabilidad. La disponibilidad es la probabilidad que una entidad pueda cumplir una función requerida, en las condiciones determinadas, en un instante dado, t suponiendo que el suministro de los medios externos necesarios está asegurado. Se representa por $D(t)$. Esta definición es igual a la fiabilidad pero con la diferencia fundamental en el aspecto temporal, una se refiere a un período de tiempo y la otra a un instante dado.

Las redes de distribución radiales son sistemas cuyo funcionamiento es continuo, que falla cada cierto tiempo y que es reparable. Estas características dan lugar a una serie de índices de fiabilidad probabilísticas relacionados con los índices de continuidad:

Indisponibilidad

Puede definirse como la parte de tiempo sobre un periodo concreto que el sistema estará indisponible.

Tiempo de reparación: r

Se define como el valor medio del tiempo de reparación de los fallos del sistema. El tiempo de reparación es equivalente al índice de continuidad de duración de cada interrupción.

Tasa de fallos: λ

La tasa de fallos en el instante t , mide la probabilidad que ocurra un suceso intempestivamente en el intervalo $[t, t+\Delta t]$. Representa el número de suceso (fallos) por unidad de tiempo. Su inverso es el tiempo medio entre fallos.

Matemáticamente se expresa como:

$$\lambda(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{1}{\Delta t} \cdot \frac{R(t) - R(t + \Delta t)}{R(t)} \right) = \frac{-1}{R(t)} \cdot \frac{dR(t)}{dt} \quad (1)$$

Las predicciones que se hacen de estos valores se basan en gran medida en los valores históricos de los índices de fiabilidad de los componentes del sistema. Es importante por tanto a la hora del análisis de fiabilidad no sólo el método de evolución de la fiabilidad utilizado, sino también en gran medida la fiabilidad de los datos de partida.

Es habitual que los sistemas tengan una tasa de fallo con respecto al tiempo del tipo bañera. En los primeros momentos de la vida del sistema, existe lo que se llama la

mortalidad infantil, o los fallos precoces del sistema, que obedecen a fallos de fabricación del mismo. Una vez superado ese período, el sistema entra en el periodo de vida útil, donde los fallos aparecen de forma aleatoria, y corresponden a una tasa de fallos constante. Al final de su vida, el sistema entra en la fase de envejecimiento, donde los fallos se multiplican y la tasa de fallos crece.

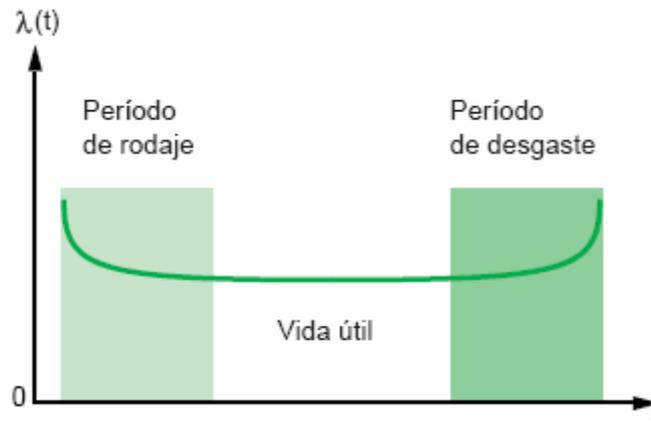


Figura 7. Curva de bañera

Si suponemos que durante el periodo de vida útil, la tasa de fallos λ es constante el sistema obedecerá a una distribución exponencial negativa y la curva de fiabilidad $R(t)$ se expresará como:

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Donde t indica el tiempo transcurrido desde el instante inicial

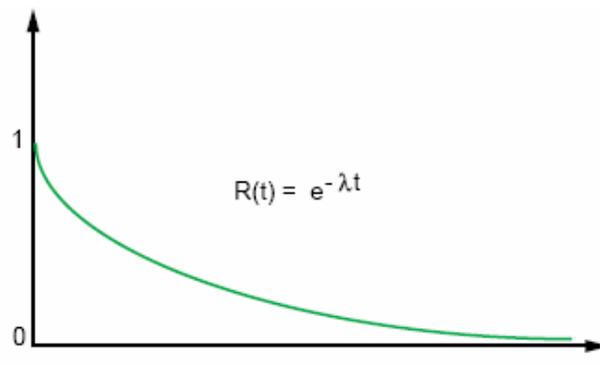


Figura 8. Curva de fiabilidad exponencial

La ley exponencial es una de las leyes posibles ya que los dispositivos mecánicos sometidos, desde su inicio de funcionamiento al desgaste, pueden seguir otra ley, por ejemplo la ley de Weibull, en la que la tasa de fallo es función del tiempo. Si se traza la curva de λ en función del tiempo, obtenemos entonces una curva que difiere de la de bañera, representada anteriormente.

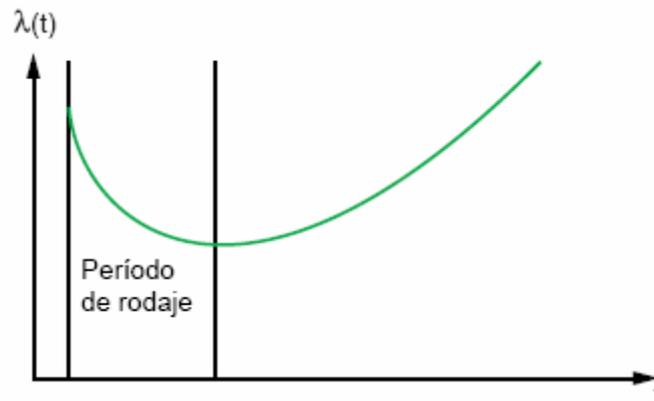


Figura 9. Curva de fiabilidad con desgaste (Weibull)

- Disponibilidad

La disponibilidad es la probabilidad que una entidad pueda cumplir una función requerida, en las condiciones determinadas, en un instante dado t , suponiendo que el suministro de los medios externos necesarios está asegurado. Se representa por $D(t)$.

Esta definición es igual a la de la fiabilidad pero con la diferencia fundamental en el aspecto temporal, una se refiere a un periodo de tiempo y la otra a un instante dado.

En un sistema reparable, el funcionamiento al instante t no supone, forzosamente el funcionamiento durante $[0,t]$.

Esta es la diferencia fundamental con respecto a la fiabilidad. Podemos trazar la curva de la disponibilidad en función del tiempo, de un elemento reparable con las funciones exponenciales para los desfallecimientos y las reparaciones.

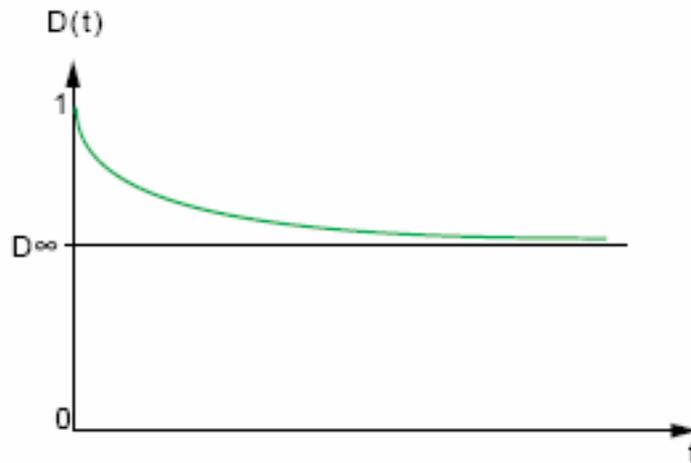


Figura 10. Disponibilidad en función del tiempo

Se puede constatar que la disponibilidad tiende a un valor límite, que es por definición la disponibilidad asintótica. Este valor límite es una punta de tiempo que corresponde aproximadamente, al tiempo de reparación. La fiabilidad tiene siempre un límite, puesto que los sistemas no son eternos.

Mantenibilidad

La mantenibilidad es la probabilidad de que una operación dada de mantenimiento pueda ser realizada en un intervalo de tiempo dado $[t_1, t_2]$, que se expresa por:

$M(t_1, t_2)$. La mantenibilidad es a la reparación como la fiabilidad es al fallo. Así, es fácil deducir que para que un sistema esté disponible, se ha de averiar lo más raramente posible, pero también es importante que pueda ser reparado en el menor tiempo posible; entendiéndose por reparación todo el proceso hasta su puesta en servicio, incluyendo las demoras logísticas. Por tanto podemos llegar a la conclusión que la aptitud de un sistema en ser reparado se mide por la mantenibilidad.

- Tasa de reparación μ

La tasa de reparación μ , se introduce de forma similar a la tasa de fallo (ver apartado anterior, ecuación 1). Al ser esta constante, la función resultante es exponencial y resulta de la expresión

$$M(t) = e^{-\lambda\mu}$$

- Seguridad

Se puede definir la seguridad como la probabilidad de evitar un suceso peligroso. La noción de seguridad está estrechamente ligada al riesgo que de ella misma depende, no solamente de la probabilidad de que ocurra, pero sí de la gravedad del hecho. En la figura 11 se ilustra el concepto de riesgo aceptable.

Para alcanzar de forma óptima el nivel de seguridad deseado se deben tener en cuenta dos factores importantes: los costes y los aspectos legales (que deben cumplirse totalmente). El beneficio de la reducción del riesgo alcanzado por medio de las medidas correctoras, se debe comparar con el costo de las pérdidas.

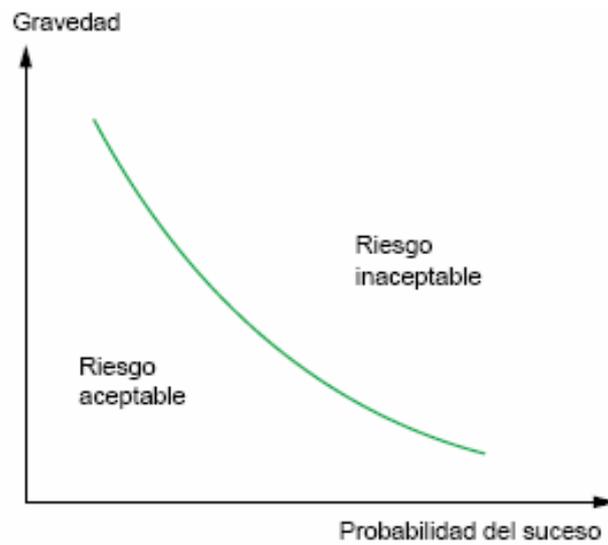


Figura 11. Curva de nivel de riesgo

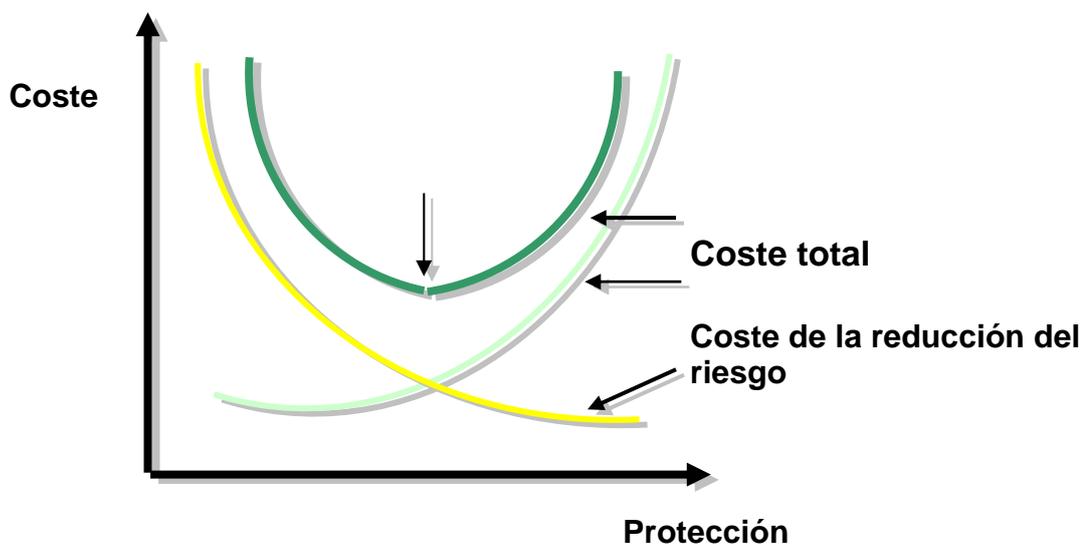


Figura 12. Relación Coste – Protección

6.7 Índices básicos de fiabilidad en función del tiempo medio

Además de las probabilidades de ocurrencia de los sucesos (fiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad, seguridad), se introducirá también, como característica de seguridad, los tiempos medios entre los sucesos.

- MTTF o MTFF (Mean Time To First Failure). Tiempo medio de buen funcionamiento antes del primer fallo.
- MTBF (Mean time Between Failure). Tiempo medio entre dos fallos de un sistema reparable.
- MDT (Mean Down Time). Tiempo medio del fallo, comprendiendo la detección de la avería, el tiempo de intervención, el tiempo de reparación y el tiempo de puesta en servicio.
- MTTR (Mean Time To Repair). Tiempo medio de reparación.
- MUT (Mean Up Time). Tiempo medio de buen funcionamiento después de una reparación.

El más comúnmente utilizado es el MTBF, que es a menudo considerado como una duración de vida. Las definiciones y posicionamientos de estos tiempos medios situados en el curso de la vida de un sistema se representan en la figura 7.

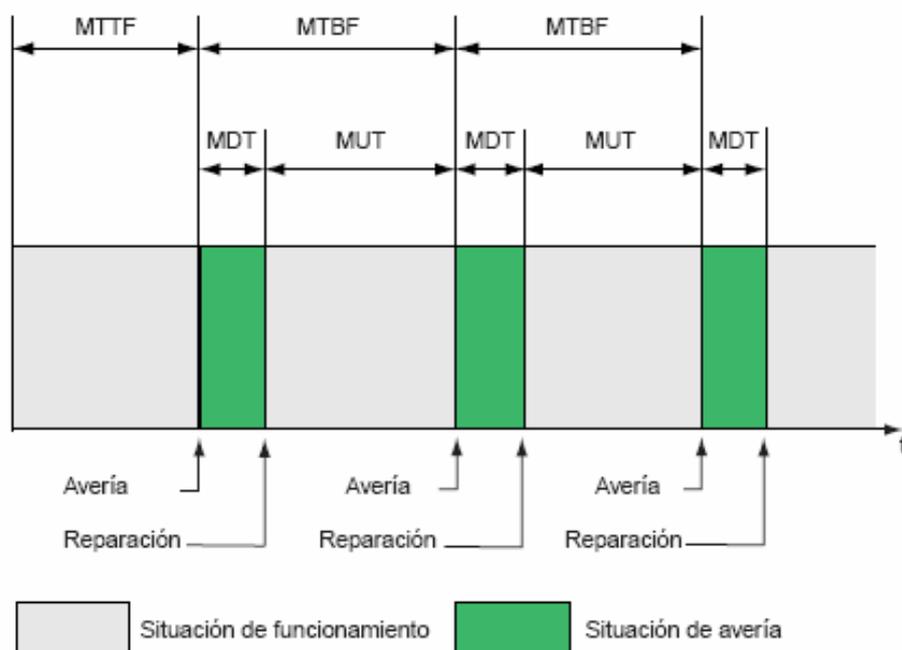


Figura 13. Diagrama de tiempos medios de un sistema eléctrico de distribución

6.8 Relaciones entre los principales Índices básicos de fiabilidad del sistema de distribución eléctrica

Se pueden encontrar diferentes leyes en la literatura técnica referente a las relaciones entre las magnitudes de fiabilidad de un sistema eléctrico, se reflejan aquí las principales o las más características y utilizadas en nuestro país.

A estos índices, se les aplica las técnicas aproximadas de duración y frecuencia. Para ello se utilizará el MTBF, ya definido anteriormente. Este tiempo que es igual a la suma del tiempo medio de reparación del sistema o MTTR y del tiempo medio de funcionamiento o MTTF. La inversa del MTBF es igual a la frecuencia f_s de ocurrencia de los fallos. En los sistemas de distribución, f_s es por tanto igual al número de interrupciones.

$$MTBF = MTRH + MTF = \frac{1}{f_s}$$

Si el MTRH es muy inferior al MTTF, entonces el MTBF es prácticamente igual al MTTF. Eso quiere decir que la tasa de fallos del sistema es equivalente a la frecuencia de fallos del sistema. Es decir la tasa de fallos es el número de interrupciones:

$$\frac{1}{f_s} = MTBF \approx MTF = \frac{1}{\lambda} \quad f_s \approx \lambda$$

Dicho de otra forma, para una ley exponencial la curva de fiabilidad $R(t) = e^{-\lambda t}$, resulta un $MTTF = 1/\lambda$, aunque únicamente es aplicable, de manera estricta, para un componente no reparable.

Por otro lado y dado que el tiempo de reparación, a menudo también es una ley exponencial como muestra el mismo $MTTR = 1/\lambda$, entonces,

$$MTBF = MUT + MDT$$

6.9 Disponibilidad asintótica

Como ya se ha comentado anteriormente en otro apartado, la disponibilidad tiende a un valor límite, que es por definición la disponibilidad asintótica. Este valor límite es una punta de tiempo que corresponde aproximadamente, al tiempo de reparación. Matemáticamente se puede expresar como

$$D_{\infty} = \lim_{t \rightarrow \infty} D(t) = \frac{MUT}{MDT + MUT} = \frac{MUT}{MTBF}$$

Esta fórmula expresa la disponibilidad y el ratio de tiempo de buen funcionamiento (MUT/MTBF), corresponde a la asíntota de la figura 10.

6.10 Indisponibilidad asintótica

Otro índice a tener en cuenta es la indisponibilidad asintótica. Su definición matemática es 1- disponibilidad asintótica, por tanto es más fácil de expresar que la disponibilidad:

$$ID_{\infty} = \lim_{t \rightarrow \infty} (1 - D(t)) = \frac{MDT}{MDT + MUT} = \frac{MDT}{MTBF}$$

Para las leyes exponenciales con las relaciones:

$$MUT = \frac{1}{\lambda} \qquad MDT = \frac{1}{\mu}$$

Tenemos que:

$$ID_{\infty} = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \qquad D_{\infty} = \frac{\mu}{\lambda + \mu}$$

Como λ a menudo despreciable frente a μ , puesto que el tiempo de reparación es pequeño comparado con el tiempo medio precedente a la avería, se puede simplificar el denominador y se obtiene que:

$$ID_{\infty} = \frac{\lambda}{\mu} = \lambda \cdot MTTR$$

Mediante la utilización de esta última expresión matemática y siempre para el caso de leyes exponenciales, se valora el compromiso de fiabilidad-mantenibilidad que permite obtener la mayor disponibilidad. En general se puede afirmar que en un sistema de distribución eléctrica, la fiabilidad se degrada cuando aumenta la complejidad.

6.11 Acciones de aumento de la fiabilidad

El estudio de la fiabilidad de las redes de distribución, tiene como objetivo final, el que estas sean susceptibles de adoptar todas las acciones de mejora de la calidad que se propongan. Es por tanto necesario detallar las acciones de mejora en las que se puede invertir e indicar que efecto se espera de ellas.

Las acciones de mejora de la calidad que se contemplan son acciones que debe intentar resolver el problema de fiabilidad. Se considera que el problema estructural, o de conexión de todas las cargas con una fuente de alimentación, está resuelto. Ése es un problema de planificación y está fuera del alcance del presente proyecto.

A continuación, se propone una clasificación de los distintos tipos de acciones de mejora que se pueden realizar:

1. Mejora de la fiabilidad de los elementos que componen la red de distribución.

Esta acción consiste en la utilización de materiales de última generación, instalación de CTs del tipo más adecuado para cada tramo o situación. También se considera parte de esta acción la utilización de cable subterráneo para la totalidad del proyecto, evitando así tramos que podían ser conflictivos como la salida de receptora. Este tipo de acción incide directamente en una disminución de la tasa de fallo del o de los componentes reemplazados.

2. Mallado de las redes de distribución (aumento de alimentaciones alternativas).

El mallado de las redes de distribución es una acción que suele diseñarse durante la planificación si se toman en consideración criterios de fiabilidad. Este es un punto de especial relevancia debido a la importante mejora de la fiabilidad que se puede obtener.

3. Personal de operación y mantenimiento.

En este punto se quiere tratar la importancia del personal que opera en la red ya que influye directamente en la reducción de los tiempos de actuación en caso de falta

. Influirán tanto el número de personal como los medios de que dispongan estos en el tiempo total del proceso de búsqueda, aislamiento y reparación. También influirá en la tasa de fallo de los componentes.

4. Automatización de la red de distribución

Los equipos de señalización y seccionamiento permiten aislar la parte de la instalación con defecto o perturbación. Esto reduce la duración de la interrupción en parte de la línea, evitando la espera hasta la reparación del elemento averiado. Estos equipos pueden automatizarse y telemandarse. Este paso de manual a automático tiene un impacto importante en el tiempo de indisponibilidad. Telemandar todos los equipos instalados también consigue reducir considerablemente el tiempo de indisponibilidad, provocando una reducción del tiempo de búsqueda de la falta y permitiendo la realimentación rápidamente de otros volúmenes de clientes¹⁴.

¹⁴ Bibliografía utilizada en la redacción de este capítulo:

- *Conceptos básicos de fiabilidad*. Universitat Oberta de Catalunya (UOC). Autores: Ángel A. Juan, Rafael García Martín.
- *Evaluación de confiabilidad en sistemas eléctricos de distribución*. Tesis Doctoral de Aldo Gary Arraigada Mass. Universidad Pontificia Católica de Chile. Chile 1994.
- *Cuaderno Técnico nº 144: introducción a la concepción de la garantía de funcionamiento*. Cuaderno Técnicos de Schneider Eléctric. Emmanuel Cabau, mayo de 2000.
- *Cuaderno Técnico nº 155: Las redes de distribución pública en el mundo*. Cuaderno Técnicos de Schneider Eléctric. Christian Puret, mayo de 1995.
- *Fiabilidad*. Publicaciones de ingenierías de sistemas. Joel A. Nachlas.
- *Mantenibilidad y Mantenimiento*. Publicaciones de ingenierías de sistemas. Jezdimir Knezevic
- *Normas Técnicas de Prevención NTP 417: Análisis cuantitativo de riesgos: fiabilidad de componentes e implicaciones en el mantenimiento preventivo*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- *Calidad del Servicio. Regulación y optimización de inversiones*. Tesis Doctoral de Juan Rivier Abad. Universidad Pontificia Comillas de Madrid. Madrid 1999.
- *Modelo de cobertura geográfica de una red de distribución de energía eléctrica*. Tesis Doctoral de Jesús Pascual Peco González. Universidad Pontificia Comillas de Madrid. Madrid 2001
- *Introducción a los Sistemas Expertos*. Juan José Samper Márquez. [<http://www.redcientifica.com>].

7. Consideraciones Finales

Se considera el contenido del presente proyecto suficiente para ejecutar las obras e instalaciones en él desarrolladas y justificadas, incluyendo todos los elementos necesarios para su correcta utilización y puesta en servicio.

La obra se ha proyectado realizarla con materiales de excelente calidad, permitiendo garantizar un largo tiempo de vida, con un mínimo de mantenimiento.

Así mismo se hace expresa mención que, las obras proyectadas constituyen una unidad completa susceptible de su puesta en servicio correcta una vez ejecutadas en su totalidad.

En base al artículo 7º del Real Decreto 1627/1997 del 24 de octubre, el contratista debe elaborar un plan de seguridad y salud en el trabajo, en el cual se analicen, desarrollen, complementen las previsiones contenidas dentro del estudio de seguridad y salud que acompaña este proyecto.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado antes del inicio de la obra por el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no lo haya, por la dirección facultativa.

8. Bibliografía

- *Metodología para la evaluación de riesgos*. ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA. Barcelona, agosto de 2002.
- *Criterio de decisión de inversiones*. GRUPO ENDESA. DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN. Revisión 3.0 de 20 de julio de 1999.
- *Criterios de planificación de la red de Media Tensión del Grupo Endesa*. DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN. Versión 2 de 10 de noviembre de 1998.
- *Centros de transformación MT/BT*. Publicaciones técnicas 004 del Grupo Schneider. Robert Capella.
- *Guía de diseño en MT*. Merlin Guerin, catálogo del Grupo Schneider.
- *Conceptos básicos de fiabilidad*. Universitat Oberta de Catalunya (UOC). Autores: Ángel A. Juan, Rafael García Martín.
- *Evaluación de confiabilidad en sistemas eléctricos de distribución*. Tesis Doctoral de Aldo Gary Arraigada Mass. Universidad Pontificia Católica de Chile. Chile 1994.
- *Cuaderno Técnico nº 144: introducción a la concepción de la garantía de funcionamiento*. Cuaderno Técnicos de Schneider Eléctric. Emmanuel Cabau, mayo de 2000.
- *Cuaderno Técnico nº 155: Las redes de distribución pública en el mundo*. Cuaderno Técnicos de Schneider Eléctric. Christian Puret, mayo de 1995.
- *Fiabilidad*. Publicaciones de ingenierías de sistemas. Joel A. Nachlas.
- *Mantenibilidad y Mantenimiento*. Publicaciones de ingenierías de sistemas. Jezdimir Knezevic
- *Normas Técnicas de Prevención NTP 417: Análisis cuantitativo de riesgos: fiabilidad de componentes e implicaciones en el mantenimiento preventivo*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- *Economía de la Empresa, análisis de las decisiones empresariales*. Eduardo Bueno Campos, Editorial Pirámide. 9ª edición.
- *Calidad del Servicio. Regulación y optimización de inversiones*. Tesis Doctoral de Juan Rivier Abad. Universidad Pontificia Comillas de Madrid. Madrid 1999.

- Modelo de cobertura geográfica de una red de distribución de energía eléctrica.
Tesis Doctoral de Jesús Pascual Peco Gonzalez. Universidad Pontificia Comillas de Madrid. Madrid 2001
- *Introducción a los Sistemas Expertos*. Juan José Samper Márquez.
[<http://www.redcientifica.com>].
- *Curso de formación gerencial*.
[<http://www.mailxmail.com/curso/empresa/formaciongerencialdelaadministracion/capitulo1.htm>]

9. ABREVIATURAS

AENOR	ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN
AT	ALTA TENSIÓN
APR	ALTO PODER DE RUPTURA
BOE	BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO
BT	BAJA TENSIÓN
CD	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN
CEI	COMISIÓN INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA
CR	COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL
CT	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
EN	NORMATIVA EUROPEA
FC	FLUJO DE CAJA
GE	GRUPO ENDESA
INT	INTERRUPTOR
INT AUT	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
IPC	INCREMENTO DE PRECIOS AL CONSUMO
IS	INTERRUPTOR SECCIONADOR
IS-TR	INTERRUPTOR SECCIONADOR DE TRANSFORMADOR
IS-PD	INTERRUPTOR SECCIONADOR SOBRE POSIBLE DEFECTO
ITC	INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA
MIE	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA
MT	MEDIA TENSIÓN
NTE	NORMAS TÉCNICAS DE EDIFICACIÓN
NTP	NORMAS TÉCNICAS PARTICULARES
PAT	PUESTA A TIERRA
PAYBACK	PLAZO DE DEVOLUCIÓN DE LA INVERSIÓN
PT	POSTE TRANSFORMADOR
RAT	REGLAMENTO ALTA TENSIÓN
RD	REAL DECRETO
REE	RED ELÉCTRICA ESPAÑOLA
RPR	REVISIÓN PERIÓDICA REGLAMENTARIA

SE	SUBESTACIÓN
SECC	SECCIONADOR
SF6	HEXAFLUORURO DE AZUFRE
SM	SUBESTACIÓN DE MEDIA TENSIÓN
TeT	TRABAJO EN TENSIÓN
TIR	TASA DE RENDIMIENTO NETO
TRAFO	TRANSFORMADOR
UNE	UNA NORMA ESPAÑOLA
VAN	VALOR ACTUALIZADO NETO

En Lleida, a 8 mayo de 2007

El autor: Victorià Burrueco Franco

ÍNDICE MEMORIA DE CÁLCULOS

Memoria de Cálculos

1. Red Subterránea de Media Tensión

1.1 Cálculo de la Sección de la Red MT 25 kV

1.1.1 Elección del conductor

1.1.2 Intensidad de Cortocircuito

1.2 Cálculo y Justificación del Sistema de Puesta a Tierra

2. Amortización de la Inversión

2.1 Costes fijos

2.1.1 Amortización de la inversión

2.1.2. Penalización por Calidad Individual

2.1.3. Energía no Distribuida

2.1.4. Pérdidas Técnicas

2.1.5. Pérdidas no Técnicas

2.2 Costes variables

2.2.1 Gastos de Operación y Mantenimiento

2.2.2. Ausencia de defectos por RPR (Revisiones Periódicas
Reglamentarias)

2.3 Ingresos

2.3.1 Crecimiento vegetativo

2.3.2 Conexión nuevos suministros

Memoria de Cálculo

1. Red Subterránea de Media Tensión

1.1 Cálculo de la Sección de la Red MT 25 kV

1.1.1 Elección del conductor

Para la elección del cable, desde el punto de vista eléctrico, los datos a tener en cuenta son:

Tensión nominal: $U_n = 25 \text{ kV}$
La potencia de los centros de distribución.
La intensidad primaria en A.

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V} \quad (1)$$

Donde:

I : es la intensidad aparente para un sistema trifásico en A
 P : potencia aparente en VA
 V : tensión en V

La densidad máxima admisible de corriente en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia 50 Hz, según datos del fabricante del cable y para una sección (s) de $1 \times 240 \text{ mm}^2$, es de:

$$\sigma = 1,708 \text{ A/mm}^2$$

Por lo tanto la intensidad máxima admisible del cable es de:

$$I_{\text{máx}} = \sigma \cdot S = 1,708 \cdot 240 = 410 \text{ A} \quad (2)$$

A su vez la potencia máxima que podrá transportar un cable es:

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{línea}} \cdot I_{\text{máx}} \cdot \cos \varphi = 1,73 \cdot 25 \cdot 410 \cdot 0,85 = \mathbf{14.203 \text{ kW}} \quad (3)$$

Donde:

$\cos \varphi$: para los cálculos se adopta un factor de potencia de 0,85
 $U_{\text{línea}}$: tensión de línea en kV

1.1.2 Intensidad de Cortocircuito

Para calcular la intensidad de cortocircuito es necesario conocer la potencia de cortocircuito de la red de MT. La potencia de cortocircuito (P_{cc}) es de 500 MVA¹,

La intensidad de cortocircuito se calcula según la fórmula:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} \times U} \quad (4)$$

Siendo:

I_{cc} : intensidad de cortocircuito en kA
 P_{cc} : potencia de cortocircuito de la red en MVA.
 U : tensión de servicio en kV.

$$I_{cc} = \frac{500}{\sqrt{3} \times 25} = 11,54 \text{ kA}$$

La relación existente entre la sección del cable y la intensidad de cortocircuito viene dada por la expresión:

$$I_{cc} \cdot \sqrt{t} = K \cdot s \quad (5)$$

Donde,

I_{cc} : intensidad de cortocircuito en A
 t : tiempo que dura el cortocircuito en s
 K : 93²
 s : sección del conductor en mm²

La I_{cc} será función de la sección del conductor y del tiempo que dure el cortocircuito

Sección del Conductor (mm ²)	Duración del Cortocircuito (s)								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
150	44,1	30,4	25,5	19,8	13,9	11,4	9,9	8,8	8,1
240	70,5	48,7	40,8	31,6	22,3	18,2	15,18	14,1	12,9
400	117,6	81,2	68	52,8	37,2	30,4	26,4	23,6	21,6

¹ Este valor ha sido especificado por la compañía suministradora FECSA-ENDESA.

² Según Norma UNE 20435

Tomando como valor de duración del cortocircuito 0,5 s y despejando, la sección mínima resultante será:

$$s = \frac{I_{cc} \times \sqrt{t}}{K} = \frac{11540 \times \sqrt{0,5}}{93} = \mathbf{87,75 \text{ mm}^2} \quad (6)$$

Tal como se describe en la Memoria Descriptiva³, la instalación se explota en anillo abierto. Aunque coyunturalmente este corte de anillo puede modificarse, permitiendo el paso de la carga alternativamente desde cada uno de los extremos en caso de avería o incidente en la red, por tanto, se aconseja sección única siendo esta de 240 mm² (cable recogido en las normas técnicas de la compañía suministradora Fecsa – Endesa).

1.2 Cálculo y Justificación del Sistema de Puesta a Tierra

Cuando se produce un defecto a tierra, este se elimina mediante la apertura de un interruptor que actúa por la orden que le transmite un relé que controla la intensidad de defecto.

El relé que provoca la desconexión inicial es un relé de tiempo dependiente, si no se produce el reenganche rápido (menor de 0,5 s) se asegurará la apertura mediante un relé a tiempo independiente, en el que el tiempo de actuación no depende del valor de la sobreintensidad, sino que cuando ésta supera el valor de la intensidad de arranque del relé actúa en un tiempo prefijado, que para nuestro caso será de 0,5 s.

Los relés de tiempo dependiente actúan según la expresión:

$$t = \frac{K'}{r^{n'} - 1} \quad (7)$$

Siendo,

t : tiempo de actuación del relé en s
r : cociente entre la intensidad de defecto (*I_d*) y la intensidad de arranque del relé (*I_a*) referida al primario
K' y *n'* : parámetros que dependen de la curva característica intensidad-tiempo del relé

³ Memoria Descriptiva, apartado 4.2 “Generalidades”, página 42

Las constantes del relé utilizado son:

$$\begin{aligned}K' &= 1,35 \\n' &= 1 \\I_a &= 50 \text{ A}\end{aligned}$$

Para evitar que la sobretensión que aparece al producirse un defecto en el aislamiento del circuito de alta tensión deteriore los elementos de baja tensión del CT, el electrodo de puesta a tierra debe tener un efecto limitador, de forma que la tensión de defecto (V_d) sea inferior a 8000 V, que es el nivel de aislamiento de las instalaciones de BT del CT.

$$V_d = R_t \times I_d \leq 8000 \text{ V} \quad (8)$$

Para calcular la intensidad de defecto sólo se considerará la impedancia de la puesta a tierra del neutro de la red de Media Tensión y la resistencia del electrodo de puesta a tierra, mediante la fórmula:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \times \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad (9)$$

Siendo,

U : tensión de servicio en V

$R_n = 0 \ \Omega$, Resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red en Ω

$X_n = 25 \ \Omega$, Reactancia de la puesta a tierra del neutro de la red en Ω

R_t : Resistencia de la puesta a tierra de protección del CT en Ω

Tomando las dos fórmulas anteriores y resolviendo el sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas:

$$V_d = R_t \times I_d \leq 8000 \text{ V}$$

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \times \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

Se obtienen los siguientes resultados:

$$I_d = \mathbf{480,76 \text{ A}}$$

$$R_t = \mathbf{16,64 \text{ } \Omega}$$

Antes de seleccionar el electrodo tipo se calculará el valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del electrodo (K_r), teniendo en cuenta el valor de la R_t obtenido y que la resistividad media del terreno es $\rho = 150 \text{ } \Omega\text{m}$, mediante la expresión:

$$K_r = \frac{R_t}{\rho} \tag{10}$$

que sustituyendo en la expresión anterior, queda:

$$K_r = \frac{16,64}{150} = \mathbf{0,110 \text{ } \Omega/\Omega\text{m}}$$

Una vez obtenido el valor de K_r seleccionaremos el electrodo tipo en función de las dimensiones del CT en el que se tenga que instalar. Este tendrá que cumplir con el requisito de tener una K_r inferior a la obtenida.

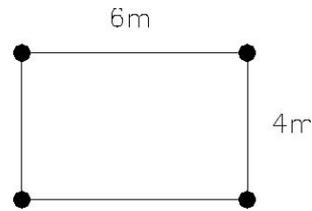
El electrodo elegido en el Anexo 2 del documento UNESA “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación” tiene una designación: 60-40/5/42, sus parámetros característicos expresados en valores unitarios son:

$$\text{Resistencia de puesta a tierra: } K_r = 0,08 \text{ } \Omega$$

$$\text{Tensión de paso en el exterior: } K_p = 0,0177 \text{ } \Omega$$

$$\text{Tensión de paso en el acceso al CT.: } K_c = 0,0389 \text{ } \Omega$$

El electrodo de puesta a tierra, que se habrá de utilizar en caso de que el valor de resistencia no sea el adecuado, así como en los casos de nueva construcción o reforma integrales del CT, estará formado por 4 picas de 2 m de longitud y un diámetro 14 mm, enterradas a 0,5 m, y dispuestas en los vértices de un cuadrado cuyas dimensiones serán 6 x 4 m. La sección del conductor de cobre desnudo será de 50 mm².



Los valores más significativos calculados con los parámetros del electrodo tipo 60/40/5/42 serán:

Resistencia de puesta a tierra:

$$R't = Kr \times \rho = 0,08 \times 150 = \mathbf{12 \Omega} \quad (11)$$

Intensidad de defecto: (ecuación 9)

$$I_d = \frac{25000}{\sqrt{3} \times \sqrt{(0+12)^2 + 25^2}} = \mathbf{520,49 \text{ A}}$$

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \times \rho \times I'_d \quad (12)$$

$$V'_p = 0,0177 \times 150 \times 520,49 = \mathbf{1381,90 \text{ V}}$$

Tensión de paso en el acceso al CT:

$$V'_{p(ace)} = K'_p \times \rho \times I'_d \quad (13)$$

$$V'_{p(ace)} = 0,0389 \times 150 \times 520,49 = \mathbf{3037,05 \text{ V}}$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = R'_t \times I'_d \quad (14)$$

$$V'_d = 12 \times 520,49 = \mathbf{6245,88 \text{ V}}$$

El tiempo de actuación del relé se calcula aplicando la fórmula expuesta anteriormente, ecuación 7:

$$t' = \frac{1,35}{\left(\frac{520,49}{50}\right)^1 - 1} = 0,14 \text{ s}$$

La duración de la falta será la suma de los tiempos parciales:

$$t = t' + t'' = 0,14 + 0,5 = 0,64 \text{ s} \quad (15)$$

Donde:

t: tiempo total de actuación del relé

t': es el tiempo de actuación del relé en función de la sobreintensidad.

t'': es el tiempo prefijado de actuación del relé, en función de la intensidad de arranque de este. En este caso 0,5 s.

Para comprobar que el electrodo elegido es el correcto calcularemos los valores máximos admisibles, que pueden estar sometidas las personas, de las tensiones de paso en el exterior y en el acceso al CT según la ITC 13 del RBT, sabiendo que:

$$\text{Si } 0,9 \geq t \geq 0,1 \rightarrow K = 72 \text{ y } n = 1$$

$$\text{Resistividad del hormigón } \rho' = 3000 \Omega\text{m}$$

Tensión de paso:

$$V_p = \frac{10K}{t^n} \left(1 + \frac{6\rho}{1000} \right) \quad (16)$$

Tensión de paso en el acceso al CT

$$V_{p(acc)} = \frac{10K}{t^n} \left(1 + \frac{3\rho + 3\rho'}{1000} \right) \quad (17)$$

Tensión de paso en el exterior (V)	$V'_p = 1381,90$	<	$V_p = 2137,5$
Tensión de paso en el acceso a CT (V)	$V'_{p(acc)} = 3037,05$	<	$V_{p(acc)} = 11756,25$
Tensión de defecto (V)	$V'_d = 6245,88$	<	$V_d = 8000$
Intensidad de defecto (A)	$I'_d = 520,49$	>	$I_d = 50$

Al ser la tensión de defecto $V'_d = 6245,88 \text{ V} > 1000 \text{ V}$ los sistemas de tierra de protección y de servicio tienen que estar separados, la distancia de separación entre los dos sistemas se calcula según la expresión:

$$D = \frac{\rho \times I'_d}{2000 \times \pi} \quad (18)$$

Donde:

ρ : resistividad media del terreno (150 Ωm)
 I_d : intensidad de defecto

$$D = \frac{150 \times 520,49}{2000 \times \pi} = \mathbf{12,42 \text{ m}}$$

2 Amortización Inversión

2.1 Costes fijos

2.1.1 Amortización de la inversión⁴

En la Memoria Descriptiva se explican los conceptos de inversión y amortización, pero valga recordar aquí que amortizar se podría definir como redimir o extinguir el capital de un préstamo adquirido o deuda y que el concepto de amortización está ligado directamente a la inversión.

Se ha hecho hincapié también, en la diferencia entre gasto e inversión. Ya que una permite la amortización y el otro no.

Por tanto amortizar se debe asociar directamente al concepto de rentabilizar.

La expresión utilizada para el cálculo de la amortización es:

$$V(n) = V_0 \cdot \frac{(1+i)^p - (1+i)^{p-n}}{(1+i)^p - 1} \quad (19)$$

Donde:

V₀: coste inicial de la inversión

i: interés a considerar para el cálculo

p: periodo de amortización

V(n): valor de la amortización para el año *n*

n: año considerado en la amortización.

Como ya se ha venido diciendo, el coste inicial de la inversión es de 1.472.418 €

El periodo de amortización es de 40 años.

El interés a considerar para el cálculo, se estima inicialmente en un 7%.

⁴ Para el cálculo de la amortización, se utiliza una hoja de cálculo donde se pueden consultar los resultados parciales año a año y otros datos.

2.1.2. Penalización por Calidad Individual

Cálculo del riesgo de incumplimiento por calidad individual

Nº CD		LÍNEA	Nº CLIENTES	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA CONTRATADA
WL004	TR1	FSANITAT	188	1000	1275,5
WL039	TR1	FSANITAT	74	630	717
WL039	TR2	FSANITAT	74	630	713,4
WL104	TR1	FSANITAT	9	250	294,3
WL166	M.1	FSANITAT	1	220	220
WL166	TR1	FSANITAT	67	250	419,2
WL228	TR2	FSANITAT	165	400	1006,8
WL427	TR1	FSANITAT	89	630	1094,3
WL550	TR1	FSANITAT	151	400	1197,8
WL577	TR1	FSANITAT	228	630	1199,5
W5158	TR1	FSANITAT	106	400	701,4
21653	TR1	FSANITAT	98	250	464
22274	TR1	FSANITAT	213	1000	1276,6
22573	TR1	FSANITAT	60	630	531,8
33732	TR1	FSANITAT	255	1000	1666,9
54060	TR1	FSANITAT	87	630	664,2
LE01114	TR1	G.CIVIL	59	1000	771,5
WL092	TR1	G.CIVIL	70	1000	880,7
WL092	TR2	G.CIVIL	64	630	1121,4
WL153	TR1	G.CIVIL	165	800	1278,6
WL339	TR1	G.CIVIL	156	1000	1306
WL520	TR1	G.CIVIL	152	800	1638,3
W5036	TR1	G.CIVIL	143	630	1090,8
21652	TR1	G.CIVIL	77	320	369,6
21654	TR1	G.CIVIL	119	630	612,7
34099	TR1	G.CIVIL	33	1000	285,6
WL090	TR1	GUIVERNAU	86	800	845
WL090	TR2	GUIVERNAU	81	630	583,9
WL116	TR1	GUIVERNAU	207	630	1576
WL514	TR2	GUIVERNAU	21	1000	264,4
WL549	TR1	GUIVERNAU	101	1000	652,8
55701	M.1	GUIVERNAU	1	230	230
WL079	TR1	PARRA	82	630	574,2
WL093	TR1	PARRA	164	630	1148,7
WL335	TR1	PARRA	86	630	625,7
58243	TR1	PARRA	3	400	155,5
WL001	TR1	BLONDEL	118	1000	1172,6
WL001	TR3	BLONDEL	21	400	203,2
WL089	TR1	BLONDEL	275	630	1284,4
WL242	TR1	BLONDEL	72	630	672,6
WL242	TR2	BLONDEL	112	630	708,2
WL396	M.1	BLONDEL	2	397	397
WL452	M.1	BLONDEL	2	504	504
WL478	TR1	BLONDEL	207	800	1488,3
WL528	TR1	BLONDEL	88	400	559,2
WL615	TR1	BLONDEL	111	1000	912,7
TOTALES			5.193clientes	31.910 kVA	39.876 kW

Potencia que incumple calidad individual

Nº DE CD	POTENCIA CONTRATADA EN kW	AÑOS						
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
59512	1080							7:25
WL003	974							5:27
WL005	1130	4:01						
WL039 TR1	717			4:52				
WL039 TR2	713,4			4:52				
WL104	294,3	7:59		4:13				
WL273	847		17:24	9:23				
WL339	1306	12:04		4:35			5:12	
WL091	1216	7:59		4:13				
		3946.3 kW	847 kW	5093,7 kW	0	0	1306 kW	2054 kW

$Energía\ riesgo = P_{incumple\ media} \cdot \gamma \cdot \text{Tiempo de utilización de la potencia en un año}$

$$P_{incumple_media} = \frac{3946.3 + 847 + 5093,7 + 1306 + 2054}{7} = 1.892,43\ kW \quad (20)$$

Donde:

$P_{incumple\ media}$ es la media ponderada de la potencia que incumple en los años que existe dicho incumplimiento

γ es el factor de utilización, en este caso $0,4^5$

El tiempo de utilización de la potencia en un año es un dato facilitado por la compañía suministradora. Para el año 2006 este valor ascendió a 4.426 horas.

$$Energía\ riesgo = 1.892,43 \cdot 0,4 \cdot 4.426 = 3.350.355,54\ kWh \quad (21)$$

⁵ Los factores de utilización, 0,4 para BT y 0,8 para MT, se extraen de los "Criterios de Planificación de la Red de Endesa Distribución", versión 4 de junio de 2001 y son valores empíricos.

Tomando la posibilidad más desfavorable que marca el Real Decreto 1955/2000, por la cual se habría de retornar el 10% de la facturación del cliente

$$\text{Energía retorno} = 10\% \text{ de la Energía riesgo} = 335.035,55 \text{ kWh} \quad (22)$$

$$\text{Valoración energía retorno} = \text{Energía retorno} \cdot \text{Valor integral de la energía} \quad (23)$$

Donde:

Valor integral de la energía es un dato ponderado, para el año 2006 fue de 0.036 €/kWh⁶

$$\text{Valoración energía retorno} = 335.035,55 \cdot 0.036 = 12.061,28 \text{ €}$$

2.1.3. Energía no Distribuida

En este apartado se contabilizará el valor económico de la energía no distribuida debido a causas imprevistas

$$N^{\circ}_{\text{incidencias_evitadas}} = N^{\circ}_{\text{incidencias_actuales}} - N^{\circ}_{\text{incidencias_previstas}} \quad (24)$$

Donde,

$$\begin{aligned} N_{\text{incidencias_evitadas}} &: \text{Número de incidencias evitadas} \\ N^{\circ}_{\text{incidencias_actuales}} &: \text{Media del número de incidencias registradas actualmente,} \\ &\quad \text{últimos 7 años} \\ N^{\circ}_{\text{incidencias_previstas}} &: \text{Media del número de incidencias esperado después de la} \\ &\quad \text{inversión}^7 \\ N^{\circ}_{\text{incidencias_evitadas}} &= 11,57 - 0,68 = 10,89 \\ &\quad 11,57 = 8,43 \text{ (ecu 42)} + 3,14 \text{ (ecu 45)} \\ &\quad 0,68 = 0,51 + 0,17 \\ \text{Energía}_{\text{no_distribuida}} &= N^{\circ}_{\text{incidencias_evitadas}} \cdot P_{\text{contratada}} \cdot T_{\text{medio_incidencia}} \quad (25) \end{aligned}$$

⁶ El valor integral de la energía es una variable que depende en cada momento de las fluctuaciones del mercado. Para obtener este valor, se han utilizado datos representativos del año 2006 y se ha realizado una media ponderada de los mismos.

⁷ Apartado 2.2, punto 1: Gastos de Operación y Mantenimiento de la presente Memoria de Cálculos

Donde,

$P_{contratada}$: potencia contratada en kW

$T_{medio_incidencia}$: tiempo medio de duración de una incidencia. El tiempo medio de duración de una incidencia es un dato facilitado por la compañía suministradora que para el año 2006 fue de 0,421 horas.

$$Energía_{no\ distribuida} = 10,89 \cdot 39.876 \cdot 0,421 = 182.819,09 \text{ kWh} \quad (26)$$

$$Valor\ energía_{no\ distribuida} = Energía_{no\ distribuida} \cdot 0,036 = \mathbf{6.363,78 \text{ €}} \quad (27)$$

2.1.4. Pérdidas Técnicas

Se tratará en este apartado de justificar las pérdidas por efecto Joule.

Cuando por un material conductor con resistencia R , circula una corriente eléctrica I se producen pérdidas por calentamiento del material.

La potencia calorífica perdida ΔP en forma de calor y para un sistema trifásico, se expresa como:

$$\Delta P = I_R^2 \cdot R_R + I_S^2 \cdot R_S + I_T^2 \cdot R_T$$

Y tratándose de un sistema de media tensión, donde las corrientes de fase son prácticamente iguales para cada fase. Se puede expresar como:

$$\Delta P = 3 \cdot I^2 \cdot R$$

Red existente (a):

- Tensión nominal de la línea 11 kV
- Sección promedio 188,79⁸ mm² Al
- Longitud total de la línea existente 26.024,4 m
- Naturaleza del conductor: Aluminio

⁸ La sección promedio, se calcula teniendo en cuenta todos los datos de secciones, de los diferentes tramos de que consta la red de 11 kV actual

Cálculo de pérdidas por efecto Joule:

$$\Delta P_{\text{Efecto Joule}_a} = 3 \cdot R_a \cdot I_a^2 \quad (28)$$

$$R_a = \rho \cdot \frac{l}{s_a} \quad (29)$$

Donde:

R_a : resistencia de la línea existente
 I_a : intensidad que recorre la línea
 ρ : resistividad del material
 l : longitud total en metros de la línea
 s_a : sección media de la línea en mm^2

Cálculo del valor de la resistividad del conductor (ρ):

$$\rho = \rho_{20^\circ} [1 + \alpha(\theta - 20)]^9 \quad (30)$$

Siendo:

ρ_{20° = resistividad del material a temperatura 20°C (aluminio = $0,029 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$)
 α = coeficiente de temperatura del conductor (aluminio = $0,00403 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$)
 θ = Temperatura de servicio: $25 \text{ }^\circ\text{C}$ para cables enterrados y $40 \text{ }^\circ\text{C}$ para cables aéreos

$$\rho = 0,029 \cdot [1 + 0,00403(25 - 20)] = 0,02958 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$$

$$I_a = \frac{P_{\text{instalada}} \cdot k}{\sqrt{3} \cdot V_L \cdot \cos \varphi} \quad (31)$$

Donde:

I_a : intensidad nominal de la línea existente
 $P_{\text{contratada}}$: potencia instalada de la línea (kW)
 V : tensión compuesta de la línea (11 kV)
 $\cos \varphi$: factor de potencia (0,85)
 K : factor de utilización $0,4 \cdot 0,8 = 0,32^{10}$

Las pérdidas por Efecto Joule en la red existente serán:

⁹ Norma UNE 21144

¹⁰ Los factores de utilización, 0,4 para BT y 0,8 para MT, se extraen de los "Criterios de Planificación de la Red de Endesa Distribución", versión 4 de junio de 2001 y son valores empíricos.

$$\Delta P_{\text{Efecto Joule}_a} = \mathbf{998,55 \text{ kW}}$$

Para calcular su importe anual, estas pérdidas se multiplican por el valor integral de la energía (0,036 €/kWh) y por el tiempo de utilización de la potencia en un año, que como ya se explico en apartado anteriores su valor para el año 2006 fue de 4.426 horas

$$\text{Costo económico: } \mathbf{159.105,24 \text{ €/año}}$$

Red proyectada (b):

- Tensión de la línea 25 kV
- Sección promedio 240 mm² AL
- Longitud total de la línea proyectada 26.024,4 m
- Naturaleza del conductor: Aluminio

Cálculo de pérdidas por efecto Joule (se utilizan las mismas expresiones, con los datos correspondientes):

$$\Delta P_{\text{Efecto Joule}_b} = 3 \cdot R_b \cdot I_b^2 \quad (32)$$

$$\Delta P_{\text{Efecto Joule}_b} = \mathbf{193,32 \text{ kW}} \quad (33)$$

$$\text{Costo económico: } \mathbf{30.802,78 \text{ €/año}} \quad (34)$$

Calculo del valor de la diferencia entre la red existente (a) y la proyectada (b):

$$\Delta P_{\text{Efecto Joule}_a} - \Delta P_{\text{Efecto Joule}_b} = 998,55 - 193,32 = \mathbf{805,23 \text{ kW}} \quad (35)$$

Valoración de la diferencia:

$$159.105,24 - 30.802,78 = \mathbf{128.302,13 \text{ €/año}}^{11} \quad (36)$$

¹¹ Se adjunta fichero con hoja de cálculo empleada para la realización de los cálculos.

Con estos datos, se calcula el valor de la reducción de pérdidas por efecto Joule, en el caso de que se realice el presente proyecto en:

$$\Delta P_{\text{Efecto Joule}_a} - \Delta P_{\text{Efecto Joule}_b} = 998,55 - 193,32 = 805,23 \text{ kW}$$

$$\frac{805,23}{998,55} \cdot 100 = 80,64\%$$

Valor de la reducción de las pérdidas por Efecto Joule (en %) = 80,64%

	kW	€HORA	€AÑO	PTAS AÑO
PERDIDAS 11 kV	998,55	35,95	159.104,96 €	26.472.838,34
PERDIDAS 25 kV	193,32	6,96	30.802,84 €	5.125.160,59
DIFERENCIA	805,23	28,99	128.302,13 €	21.347.677,75

Cuadro resumen pérdidas Efecto Joule

2.1.5. Pérdidas no Técnicas

Se proyecta la mejora de las pérdidas no técnicas, que son aquellas que tienen que ver con fraudes y anomalías en la medida.

Se trabajará en dos vertientes: por un lado los nuevos suministros y los que soliciten aumento de potencia, y por otro los existentes.

Todos los nuevos suministros que se conecten a la nueva instalación prevista, lo harán mediante la instalación de equipos de medida de nueva generación, ya sean multifunción o mecánicos. Esta condición también afectaría a los nuevos clientes que soliciten un aumento de la potencia contratada, a los cuales también se les sustituiría el aparato de medida.

Por otro lado, se iniciará una campaña de sustitución del equipo de medida y control del ICP (interruptor de control de potencia), con el fin de actualizar dichos datos en la base, con la consiguiente revisión de la facturación respecto a los términos de potencia.

El cálculo de la potencia se realizará mediante las siguientes expresiones:

$$I_{240} = 420 A \cdot 60 \% \cdot 5 \text{ circuitos} = 1.260 A \quad (37)$$

Siendo:

420 A, la intensidad admisible de un conductor¹²
60g%¹³, asegurar el n-1 de la red
nº circuitos proyectados: 5

$$P_{25kV} = I_{240} \cdot V_L \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi \quad (38)$$

$$P_{25kV} = 1.260 \cdot 25 \cdot \sqrt{3} \cdot 0.85 = 49.045,5 \text{ kW}$$

$$P_{-0,25} = \frac{P_{25kV}}{0,4} \quad (39)$$

$$P_{-0,25} = \frac{49045,5}{0,4} = 122613,75 \text{ kW}$$

$$\text{Pérdidas no técnicas} = 122.613,75 \cdot 15\% \cdot 0,16 = \mathbf{2.942,73 \text{ €}}$$

Donde:

15%, es el factor estimado actualmente para esta clase de pérdidas

0,16, precio del kW contratado.

0,4, factor de utilización en BT

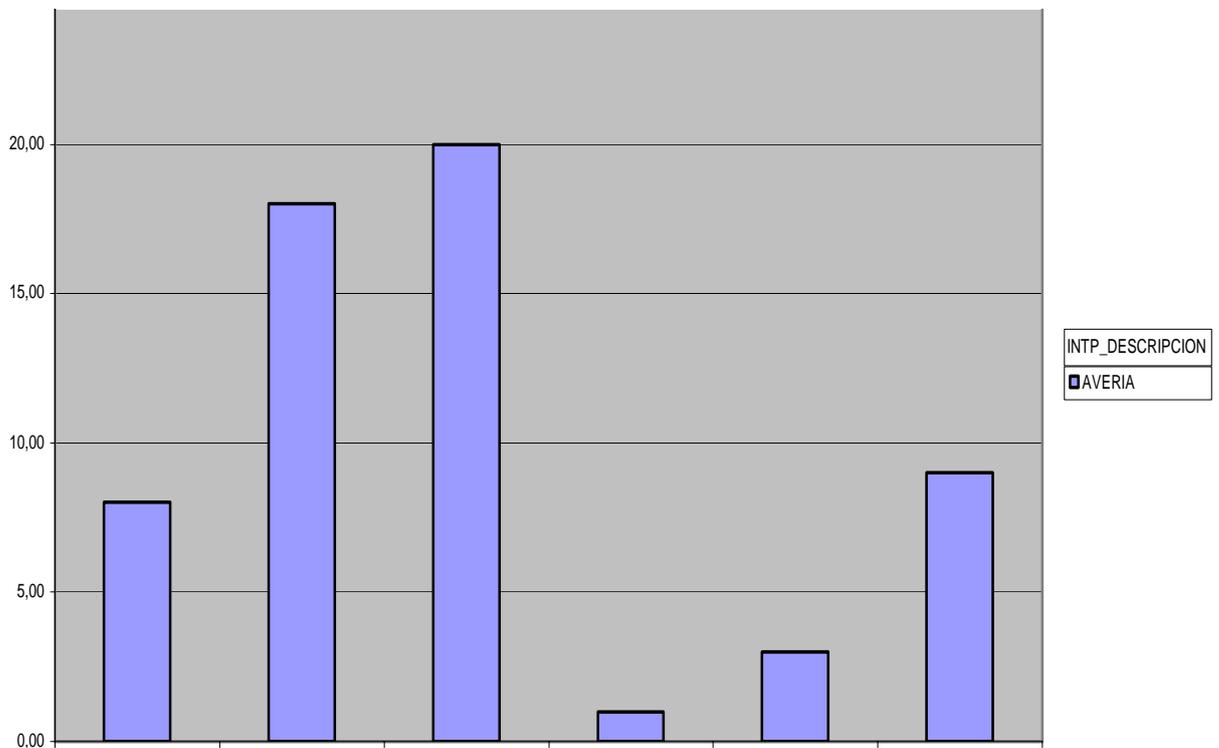
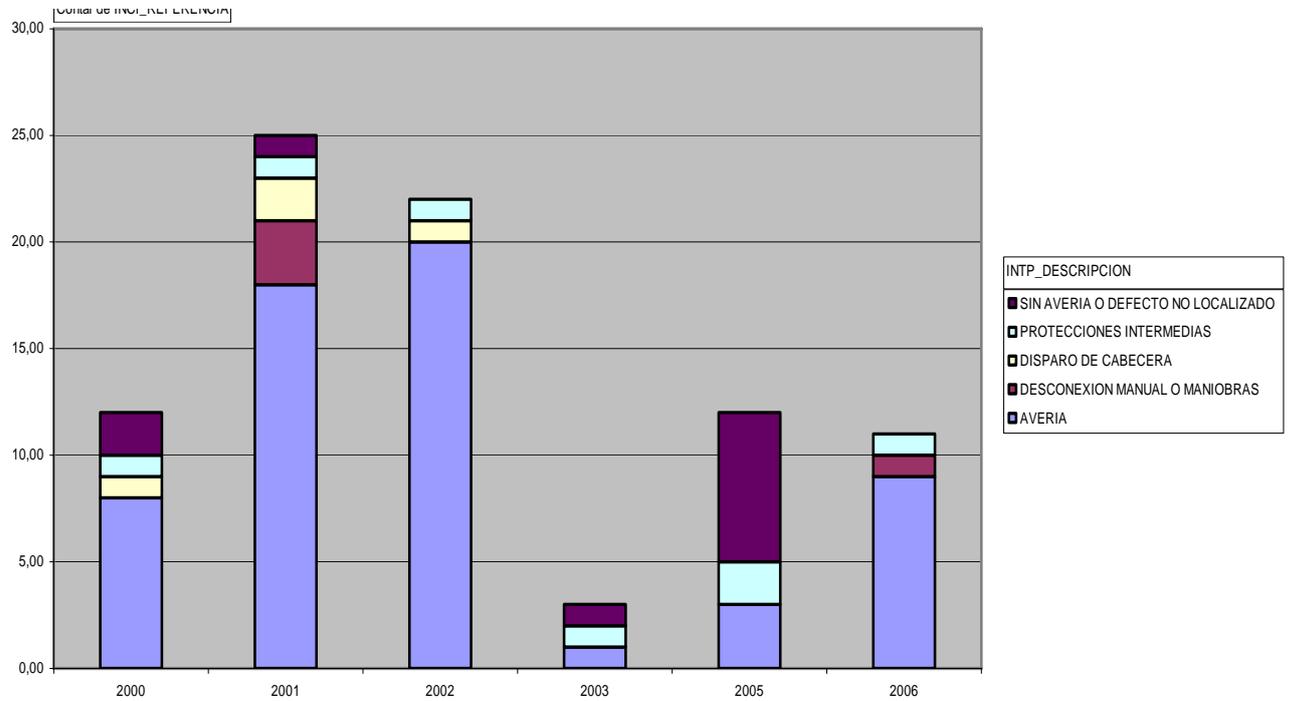
¹² Apartado 4.3.2 de la Memoria Descriptiva: Conductores

¹³ Apartado 2.3.3 de la presente Memoria de Cálculos. Para asegurar el n-1 en la red se aplica un factor de corrección de 0,6, o sea, se dimensiona la red para que en lugar de los 5 circuitos con los que normalmente funcionará lo haga con 4, hecho que se puede producir en una avería o por cualquier otro incidente de la red.

2.2 Costes variables

2.2.1 Gastos de Operación y Mantenimiento

En este apartado se valorará el valor económico de los gastos producidos por la operación de la red y los derivados de su mantenimiento.



Los gastos de operación serán función del número de incidentes no programados ocurridos en un tiempo determinado. Se tendrán en cuenta el periodo transcurrido entre los años 2000 y 2006

Para calcular el valor económico de los gastos de operación, dado que estos son función del número de averías tal como se ha dicho anteriormente, se contabiliza el precio medio aproximado de reparación de una avería de cable subterráneo de Media Tensión.

DESCRIPCIÓN	cantidad	unitario	Total (€)
Empalme cable seco 18/30 kV termorretractil hasta 240mm ² AL	4	52,42	209,68
Intervención avería red aérea media tensión	1	321,61	321,61
Maniobra red aérea MT	1	358,94	358,94
Demolición pavimento compacto hasta 20 cm	5	112,09	560,45
Apertura zanja a mano	5	58,09	290,45
Suministro y distribución arena en zanja	2	57,55	115,1
Protección cable subterráneo con placas polietileno	8	12,76	102,08
Prueba de rigidez cable subterráneo después de reparación	1	207,98	207,98
Localización avería red subterránea media tensión	1	302,76	302,76
			2469,05
		iva 16%	358,92
		total valoración	2.827,97€

Tabla de cálculo del precio medio aproximado de una avería en cable subterráneo de Media Tensión.

Se puede contabilizar la reducción de costos producidos por operación como:

$$Costos_{operación_totales} = Costos_{operación_averias} + Costos_{operación_incidentes} \quad (40)$$

$$Costos_{operación_averías} = CA_{unitario} \cdot (\beta_a - \alpha_a) \quad (41)$$

Donde,

$Costos_{operación_averías}$: costos operación por averías esperadas

$CA_{unitario}$: costo unitario de una avería

β_a : media ponderada del número de averías existentes últimos 7 años

α_a : número de averías esperadas

$$\beta_a = \frac{8 + 18 + 20 + 1 + 3 + 9}{7} = 8,43^{14} \quad (42)$$

	AVERÍAS + INCIDENTES	Nº CLIENTES	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA CONTRATADA
C ELISEOS 1	9	5676	26360	35846,2
C ELISEOS 2	5	5243	21220	2258,8
CIUTAT 2	5	2839	12020	20167,2
ESTACIO	4	4753	25960	36475,8
RONDA 1	2	1509	6780	8580
FORESTAL 2	4	4107	13810	26938,9

Tabla para la estimación del número de fallos esperado

Para la estimación del número de fallos (averías e incidentes) esperado, se utilizan datos de líneas de 25 kV existentes actualmente en la ciudad de Lleida, con un topología similar: subterráneas (en su mayor parte), con la operación maniobras telemandadas, etc., desde el año 2000 al año 2006, ambos inclusive. No se tienen en cuenta los incidentes producidos por terceros.

¹⁴ Gráficos página 19 de la presente Memoria de Cálculos

Se utilizará la siguiente expresión:

Número de fallos (6 líneas 25 kV) = (incidentes + averías) / n° de líneas 25 kV

Número de fallos esperados = (9+5+5+4+2+4) / 6 = 4,83 (durante los 7 años)

Número de fallos en un año = 4,83 / 7 (n° años estimados)

Número de fallos (averías + incidentes) esperado en un año = 0,68

El número de averías α_a es el 75 % del número total de fallos:

$$\alpha_a = 0,68 \cdot 0,75 = 0,51$$

El número de incidentes α_b es el 25 % del número total de fallos:

$$\alpha_b = 0,68 \cdot 0,25 = 0,17$$

$$\text{Costos}_{\text{evitables_operación_averías}} = 2827,97 \cdot (8,43 - 0,51) = \mathbf{22.397,52 \text{ €}} \quad (43)$$

$$\text{Costos}_{\text{operación_incidentes}} = CO_{\text{unitario}} \cdot (\beta_b - \alpha_b) \quad (44)$$

Donde,

Costos_{operación_incidentes} : costos operación por incidentes esperados

CO_{unitario} : costo de un incidente unitario (680,55 €¹⁵)

β_b : media ponderada del número de incidentes existentes últimos 7 años

α_b : número de incidentes esperados

$$\beta_b = \frac{4 + 4 + 2 + 2 + 9 + 1}{7} = 3,14 \quad (45)$$

$$\text{Costos}_{\text{evitables_operación_incidentes}} = 680,55 \cdot (3,14 - 0,17) = \mathbf{2.021,23 \text{ €}} \quad (46)$$

$$\text{Costos}_{\text{operación_totales}} = \mathbf{22.397,52 \text{ €} + 2.021,23 \text{ €} = 24.418,75 \text{ €}} \quad (47)$$

¹⁵ Estimado a partir de datos facilitados por la compañía suministradora

2.2.2. Ausencia de defectos por RPR (*Revisiones Periódicas Reglamentarias*)

Todas las instalaciones eléctricas se ven sometidas a lo largo del tiempo a unas revisiones periódicas reglamentarias, cuya periodicidad fija el organismo correspondiente.

En nuestro caso, es la Generalitat de Catalunya a través del DG 328/2001 quién regula, controla y audita dichas revisiones. De estas revisiones, se generan unos defectos que la compañía suministradora tiene que corregir en un plazo determinado.

En este apartado se contabilizará el valor de la diferencia existente entre el coste de corregir los defectos encontrados en la instalación actual y el coste esperado de los que se encontrarían en la nueva instalación prevista.

Es evidente que tras la reforma integral que se tiene que llevar a cabo en la mayoría de centros de distribución, con la sustitución de apartamento, transformador y cuadro de BT si fuera necesario, el número de defectos encontrados sería sensiblemente menor a los existentes actualmente.

Para realizar la valoración económica de este apartado, se partirá de los defectos encontrados en la revisión del año 2000.

- Nº de defectos encontrados en la RPR del año 2000: 116 defectos¹⁶
- Valoración aproximada del coste de adecuación: 123.169,02 €
- Periodicidad de la revisión: 3 años

Por tanto el valor anual de adecuación de los defectos encontrados en la Revisión Periódica Reglamentaria será:

$$123.169,02 / 3 = \mathbf{41.056,33 \text{ €}} \quad (48)$$

¹⁶ Datos de la Revisión Periódica Reglamentaria facilitados por la compañía suministradora

2.3 Ingresos

2.3.1 Crecimiento vegetativo

El crecimiento vegetativo centra su atención en el aumento de la demanda pero en puntos de la red distintos a las instalaciones de extensión solicitadas por los nuevos suministros.

Para realizar su valoración, se parte del valor de la potencia contratada actualmente en la instalación existente de 11 kV.

Crecimiento vegetativo = $P_{TOTAL_contratada} \cdot Previsión\ crecimiento\ anual \cdot valor\ integral\ de\ la\ energía \cdot tiempo\ de\ utilización\ de\ la\ potencia\ en\ un\ año$ ¹⁷

Siendo,

$P_{TOTAL_contratada}$, 39.876 kVA

Previsión crecimiento anual, 5%

Valor integral de la energía, 0,036 €/kWh

$$Crecimiento\ vegetativo = 39.876 \cdot 0,05 \cdot 0,036 \cdot 4426 = 317.684,12 \text{ €/año} \quad (49)$$

2.3.2 Conexión nuevos suministros

Uno de los factores que influyen en la decisión para la realización de este proyecto, es la imposibilidad actual de ofrecer nuevos suministros o solicitudes de aumento de potencia en los ya existentes, desde la actual red de 11 kV.

El cambio de tensión que se estudia conlleva implícitamente un incremento de la capacidad de suministro de la nueva instalación.

Efectivamente, tanto el aumento de la sección media de los conductores como el cambio propio de la tensión, producirán este efecto incremental de aumento de potencia que en este apartado se tratará de valorar económicamente.

¹⁷apartado 2.1.4 “Pérdidas Técnicas”, de la presente Memoria de Cálculos, página 16, que para el año 2006 fue de 4426 horas.

$$I_{188} = 335 \text{ A} \cdot 60 \% \cdot 5 \text{ circuitos} = 1.005 \text{ A} \quad (50)$$

$$I_{240} = 420 \text{ A} \cdot 60 \% \cdot 5 \text{ circuitos} = 1.260 \text{ A} \quad (51)$$

Cálculo de potencias para V = 11 kV

$$P_{11kV} = I_{188} \cdot V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi^{18} \quad (52)$$

$$P_{11kV} = 1.005 \text{ A} \cdot 11 \text{ kV} \cdot \sqrt{3} \cdot 0.85 = 16.275,64 \text{ kW} \quad (53)$$

$$P_{-11} = \frac{P_{11kV}}{0,32} \quad (54)$$

Donde:

0,32, es el resultado de multiplicar el factor de utilización en BT 0,4 por el factor de utilización en MT 0,8¹⁹

$$P_{-11} = \frac{16275,64}{0,32} = 50861,37 \text{ kW}$$

Cálculo de potencias para V=25 kV

$$P_{25kV} = I_{240} \cdot V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi \quad (55)$$

$$P_{25kV} = 1.260 \text{ A} \cdot 25 \text{ kV} \cdot \sqrt{3} \cdot 0,85 = 46.375,66 \text{ kW} \quad (56)$$

$$P_{-0,25} = \frac{P_{25kV}}{0,32} \quad (57)$$

$$P_{-0,25} = \frac{46375,66}{0,32} = 144923,94 \text{ kW}$$

$$P_{\text{nuevos suministros}_{11kV}} = P_{-11} - P_{\text{contratada}}$$

$$P_{\text{nuevos suministros}_{11kV}} = 50.861,37 - 39.876 = 10.985,37 \text{ kW} \quad (58)$$

Realizando los mismos cálculos para la tensión de 25 kV tenemos que:

¹⁸ Para todos los cálculos de la presente memoria, se utiliza el valor de 0,85 como factor de potencia ($\cos \varphi$)

¹⁹ Los factores de utilización, 0,4 para BT y 0,8 para MT, se extraen de los "Criterios de Planificación de la Red de Endesa Distribución", versión 4 de junio de 2001 y son valores empíricos.

$$P_{\text{nuevos suministros}_{25kV}} = 105.047,94 \text{ kW}$$

Finalmente, se calcula la potencia neta que se podrá dedicar a la nueva contratación de suministros:

$$P_{\text{TOTAL_nuevos suministros}} = P_{\text{nuevos suministros}_{25kV}} - P_{\text{nuevos suministros}_{11kV}}$$

$$P_{\text{TOTAL_nuevos suministros}} = 105.047,94 - 10.985,37 = \mathbf{94.062,56 \text{ kW}} \quad (59)$$

Actualmente, si un cliente le solicita a la compañía suministradora una ampliación de potencia en BT, desde cualquier punto que cuelgue de la red de 11kV, el precio que le cuesta a la suministradora dicha ampliación es del orden de 70 €/kW. Tras la inversión propuesta el gasto actual se convertirá en un ingreso de 17 €/kW.

$$94.062,56 \text{ kW} \cdot 17 \text{ €/kW} = \mathbf{1.599.063,60 \text{ €}} \quad (60)$$

En Lleida, a 8 de mayo de 2007

El autor: Victorià Burrueco Franco

COSTES FIJOS

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11
<i>Amortización Inversión</i>	0	6.413	6.862	7.343	7.857	8.407	8.995	9.625	10.299	11.020	11.791	12.616
<i>Penalización por Calidad Individual</i>	-12.061,28	-11.699,44	-11.348,46	-11.008,00	-10.677,76	-10.357,43	-10.046,71	-9.745,31	-9.452,95	-9.169,36	-8.894,28	-8.627,45
<i>Energía no distribuida (EDS)</i>	-6.363,78	-6.172,87	-5.987,68	-5.808,05	-5.633,81	-5.464,79	-5.300,85	-5.141,83	-4.987,57	-4.837,94	-4.692,80	-4.552,02
<i>Pérdidas Técnicas</i>	-128.302,13	-124.453,07	-120.719,47	-117.097,89	-113.584,95	-110.177,40	-106.872,08	-103.665,92	-100.555,94	-97.539,26	-94.613,09	-91.774,69
<i>Perdidas no Técnicas</i>	-2.942,73	-2.854,45	-2.768,81	-2.685,75	-2.605,18	-2.527,02	-2.451,21	-2.377,68	-2.306,35	-2.237,15	-2.170,04	-2.104,94
total costes fijos	- 149.670 €	- 138.767 €	- 133.962 €	- 129.257 €	- 124.645 €	- 120.120 €	- 115.676 €	- 111.306 €	- 107.004 €	- 102.764 €	- 98.579 €	- 94.443 €

COSTES VARIABLES

<i>Gastos de Operación y Mantenimiento</i>	-24.418,75	-23.197,81	-22.037,92	-20.936,03	-19.889,22	-18.894,76	-17.950,03	-17.052,52	-16.199,90	-15.389,90	-14.620,41	-13.889,39
<i>no correcciones RPR</i>	-41.056,33	-39.824,64	-38.629,90	-37.471,00	-36.346,87	-35.256,47	-34.198,77	-33.172,81	-32.177,63	-31.212,30	-30.275,93	-29.367,65
total costes variables	- 65.475,08 €	- 63.022,45 €	- 60.667,82 €	- 58.407,03 €	- 56.236,10 €	- 54.151,23 €	- 52.148,80 €	- 50.225,33 €	- 48.377,52 €	- 46.602,20 €	- 44.896,34 €	- 43.257,04 €
total costes (fijos + variables)	- 215.145 €	- 201.789 €	- 194.630 €	- 187.664 €	- 180.881 €	- 174.271 €	- 167.825 €	- 161.531 €	- 155.381 €	- 149.366 €	- 143.476 €	- 137.700 €

INGRESOS

<i>crecimiento vegetativo</i>	7.942,10	8.180,36	8.425,77	8.678,55	8.938,90	9.207,07	9.483,28	9.767,78	10.060,81	10.362,64	10.673,52	10.993,72
<i>conexión de nuevos suministros</i>	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59

total ingresos	47.919 €	48.157 €	48.402 €	48.655 €	48.915 €	49.184 €	49.460 €	49.744 €	50.037 €	50.339 €	50.650 €	50.970 €
-----------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

FLUJO DE CAJA (INGRESOS - GASTOS)	263.064 €	249.946 €	243.033 €	236.319 €	229.796 €	223.455 €	217.285 €	211.275 €	205.419 €	199.705 €	194.126 €	188.670 €
--	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

tasa de rentabilidad 7%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
(1 + r) ⁿ	1,0000	1,0700	1,1449	1,2250	1,3108	1,4026	1,5007	1,6058	1,7182	1,8385	1,9672	2,1049
flujo/(1+r) ⁿ	263.063,69	233.594,61	212.274,10	192.906,59	175.310,49	159.320,00	144.785,85	131.571,72	119.555,57	108.626,37	98.683,64	89.635,97
PARA EL TIR (1 + r) ⁿ	1,0	1,2	1,4	1,6	1,9	2,3	2,7	3,2	3,7	4,4	5,2	6,1
flujo de caja	263.064 €	249.946 €	243.033 €	236.319 €	229.796 €	223.455 €	217.285 €	211.275 €	205.419 €	199.705 €	194.126 €	188.670 €

VAN 1.248.972,54 €

PAYBACK

tanteo r' = 17,844890%	263063,69	212097,6378	175002,0145	144399,6431	119151,634	98318,53858	81126,78476	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11
								66938,15121	55227,32472	45560,91823	37581,60979	30994,56807	

resultado = -0,0 realizar tanteo hasta que resultado = 0

lo = 1.472.418 €

Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28
13.499	14.444	15.455	16.537	17.695	18.934	20.259	21.677	23.194	24.818	26.555	28.414	30.403	32.531	34.809	37.245	39.852
-8.368,63	-8.117,57	-7.874,04	-7.637,82	-7.408,69	-7.186,42	-6.970,83	-6.761,71	-6.558,86	-6.362,09	-6.171,23	-5.986,09	-5.806,51	-5.632,31	-5.463,34	-5.299,44	-5.140,46
-4.415,46	-4.283,00	-4.154,51	-4.029,87	-3.908,98	-3.791,71	-3.677,95	-3.567,62	-3.460,59	-3.356,77	-3.256,07	-3.158,38	-3.063,63	-2.971,72	-2.882,57	-2.796,10	-2.712,21
-89.021,45	-86.350,81	-83.760,28	-81.247,48	-78.810,05	-76.445,75	-74.152,38	-71.927,81	-69.769,97	-67.676,87	-65.646,57	-63.677,17	-61.766,85	-59.913,85	-58.116,43	-56.372,94	-54.681,75
-2.041,79	-1.980,54	-1.921,12	-1.863,49	-1.807,58	-1.753,36	-1.700,75	-1.649,73	-1.600,24	-1.552,23	-1.505,67	-1.460,50	-1.416,68	-1.374,18	-1.332,96	-1.292,97	-1.254,18
- 90.348 € -	86.288 € -	82.255 € -	78.242 € -	74.240 € -	70.243 € -	66.243 € -	62.230 € -	58.196 € -	54.130 € -	50.025 € -	45.868 € -	41.651 € -	37.361 € -	32.986 € -	28.516 € -	23.937 €
-13.194,92	-12.535,17	-11.908,41	-11.312,99	-10.747,34	-10.209,98	-9.699,48	-9.214,50	-8.753,78	-8.316,09	-7.900,28	-7.505,27	-7.130,01	-6.773,51	-6.434,83	-6.113,09	-5.807,44
-28.486,62	-27.632,02	-26.803,06	-25.998,97	-25.219,00	-24.462,43	-23.728,56	-23.016,70	-22.326,20	-21.656,41	-21.006,72	-20.376,52	-19.765,22	-19.172,27	-18.597,10	-18.039,19	-17.498,01
- 41.681,54 € -	40.167,19 € -	38.711,48 € -	37.311,96 € -	35.966,34 € -	34.672,41 € -	33.428,03 € -	32.231,20 € -	31.079,98 € -	29.972,50 € -	28.907,01 € -	27.881,79 € -	26.895,23 € -	25.945,77 € -	25.031,93 € -	24.152,28 € -	23.305,45 €
- 132.030 € -	126.455 € -	120.966 € -	115.554 € -	110.207 € -	104.916 € -	99.671 € -	94.461 € -	89.276 € -	84.102 € -	78.932 € -	73.750 € -	68.546 € -	63.307 € -	58.018 € -	52.669 € -	47.242 €
11.323,54	11.663,24	12.013,14	12.373,53	12.744,74	13.127,08	13.520,89	13.926,52	14.344,32	14.774,65	15.217,88	15.674,42	16.144,65	16.628,99	17.127,86	17.641,70	18.170,95
39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59
51.300 €	51.640 €	51.990 €	52.350 €	52.721 €	53.104 €	53.497 €	53.903 €	54.321 €	54.751 €	55.194 €	55.651 €	56.121 €	56.606 €	57.104 €	57.618 €	58.148 €
183.330 €	178.095 €	172.956 €	167.904 €	162.928 €	158.019 €	153.168 €	148.364 €	143.597 €	138.854 €	134.126 €	129.401 €	124.667 €	119.912 €	115.123 €	110.287 €	105.390 €
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
2,2522	2,4098	2,5785	2,7590	2,9522	3,1588	3,3799	3,6165	3,8697	4,1406	4,4304	4,7405	5,0724	5,4274	5,8074	6,2139	6,6488
81.400,71	73.903,07	67.075,38	60.856,04	55.189,34	50.024,87	45.317,01	41.023,93	37.108,07	33.534,99	30.274,01	27.296,73	24.577,71	22.093,77	19.823,61	17.748,53	15.850,83
7,2	8,5	10,0	11,7	13,8	16,3	19,2	22,6	26,7	31,4	37,1	43,7	51,5	60,6	71,5	84,2	99,2
183.330 €	178.095 €	172.956 €	167.904 €	162.928 €	158.019 €	153.168 €	148.364 €	143.597 €	138.854 €	134.126 €	129.401 €	124.667 €	119.912 €	115.123 €	110.287 €	105.390 €
Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28
25556,68161	21067,43937	17361,42837	14302,07465	11776,69847	9692,310784	7972,154126	6552,766585	5381,816283	4416,025876	3619,731709	2963,398582	2422,668047	1977,403511	1610,947127	1309,585849	1061,931639

Año 29	Año 30	Año 31	Año 32	Año 33	Año 34	Año 35	Año 36	Año 37	Año 38	Año 39	Año 40
42.642	45.627	48.821	52.238	55.895	59.808	63.994	68.474	73.267	78.396	83.883	89.755
-4.986,25	-4.836,66	-4.691,56	-4.550,81	-4.414,29	-4.281,86	-4.153,40	-4.028,80	-3.907,94	-3.790,70	-3.676,98	-3.566,67
-2.630,85	-2.551,92	-2.475,36	-2.401,10	-2.329,07	-2.259,20	-2.191,42	-2.125,68	-2.061,91	-2.000,05	-1.940,05	-1.881,85
-53.041,30	-51.450,06	-49.906,56	-48.409,36	-46.957,08	-45.548,37	-44.181,92	-42.856,46	-41.570,77	-40.323,64	-39.113,93	-37.940,52
-1.216,55	-1.180,06	-1.144,65	-1.110,31	-1.077,00	-1.044,69	-1.013,35	-982,95	-953,46	-924,86	-897,11	-870,20
- 19.233 € -	14.392 € -	9.397 € -	4.234 €	1.118 €	6.674 €	12.454 €	18.480 €	24.773 €	31.357 €	38.255 €	45.496 €
-5.517,06	-5.241,21	-4.979,15	-4.730,19	-4.493,68	-4.269,00	-4.055,55	-3.852,77	-3.660,13	-3.477,13	-3.303,27	-3.138,11
-16.973,07	-16.463,88	-15.969,96	-15.490,86	-15.026,14	-14.575,35	-14.138,09	-13.713,95	-13.302,53	-12.903,46	-12.516,35	-12.140,86
- 22.490,13 € -	21.705,09 € -	20.949,11 € -	20.221,06 € -	19.519,82 € -	18.844,35 € -	18.193,64 € -	17.566,72 € -	16.962,66 € -	16.380,58 € -	15.819,62 € -	15.278,97 €
- 41.723 € -	36.097 € -	30.346 € -	24.455 € -	18.402 € -	12.170 € -	5.740 €	913 €	7.810 €	14.976 €	22.435 €	30.217 €
18.716,08	19.277,56	19.855,89	20.451,56	21.065,11	21.697,07	22.347,98	23.018,42	23.708,97	24.420,24	25.152,84	25.907,43
39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59	39.976,59
58.693 €	59.254 €	59.832 €	60.428 €	61.042 €	61.674 €	62.325 €	62.995 €	63.686 €	64.397 €	65.129 €	65.884 €
100.416 €	95.351 €	90.179 €	84.883 €	79.444 €	73.844 €	68.064 €	62.082 €	55.875 €	49.421 €	42.694 €	35.667 €
29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
7,1143	7,6123	8,1451	8,7153	9,3253	9,9781	10,6766	11,4239	12,2236	13,0793	13,9948	14,9745
14.114,72	12.525,98	11.071,51	9.739,55	8.519,15	7.400,61	6.375,10	5.434,34	4.571,09	3.778,55	3.050,71	2.381,87
117,0	137,8	162,4	191,4	225,6	265,8	313,2	369,1	435,0	512,6	604,1	711,9
100.416 €	95.351 €	90.179 €	84.883 €	79.444 €	73.844 €	68.064 €	62.082 €	55.875 €	49.421 €	42.694 €	35.667 €
Año 29	Año 30	Año 31	Año 32	Año 33	Año 34	Año 35	Año 36	Año 37	Año 38	Año 39	Año 40
858,5980922	691,8346347	555,2271252	443,4815252	352,2134893	277,8115371	217,2916184	168,1805833	128,4463938	96,405069	70,67222133	50,10015546

RED 11 kV

CABLE PARRA

CABLE PARRA

	POTENCIA TRAMO	DISTANCIA	LONGITUD (m)	RESISTENCIA (OHM)
TRAMO 1	162	2.079,9	2.079,9	0,327250
TRAMO 2	1151	1.060,3	3.140,2	0,494083
TRAMO 3	574	706,9	3.847,1	0,605305
TRAMO 4	626	217,5	4.064,6	0,639527

CABLE BLONDEL

CABLE BLONDEL

	POTENCIA TRAMO	DISTANCIA	LONGITUD (m)	RESISTENCIA (OHM)
TRAMO 1	1750	2.808,5	2.808,5	0,441894
TRAMO 2	2122	271,9	3.080,4	0,484672
TRAMO 3	1127	92,4	3.172,8	0,499216
TRAMO 4	504	13,6	3.186,4	0,501355
TRAMO 5	1375	394,2	3.580,7	0,563383
TRAMO 6	505	233,8	3.814,5	0,600171
TRAMO 7	1056	251,5	4.066,0	0,639741

CABLE GOVERN CIVIL

CABLE GOVERN CIVIL

	POTENCIA TRAMO	DISTANCIA	LONGITUD (m)	RESISTENCIA (OHM)
TRAMO 1	1306	1.753,6	1.753,6	0,275916
TRAMO 2	1190	475,8	2.229,4	0,350777
TRAMO 3	286	13,6	2.243,0	0,352916
TRAMO 4	1732	176,7	2.419,7	0,380722
TRAMO 5	1254	81,6	2.501,3	0,393555
TRAMO 6	792	679,7	3.181,0	0,500499
TRAMO 7	1929	27,2	3.208,2	0,504777
TRAMO 8	728	720,5	3.928,7	0,618138
TRAMO 9	415	407,8	4.336,5	0,682305

RED 11 kV

RED 11 kV

CABLE GUIVERNAU		CABLE GUIVERNAU		
	POTENCIA TRAMO	DISTANCIA	LONGITUD (m)	RESISTENCIA (OHM)
TRAMO 1	1671	1.753,6	1.753,6	0,275916
TRAMO 2	1288	231,1	1.984,7	0,312277
TRAMO 3	2935	163,1	2.147,9	0,337944
TRAMO 4	244	333,1	2.480,9	0,390347

CABLE FSANITAT		CABLE FSANITAT		
	POTENCIA TRAMO	DISTANCIA	LONGITUD (m)	RESISTENCIA (OHM)
TRAMO 1	1384	1.876,0	1.876,0	0,295166
TRAMO 2	280	3.194,6	5.070,6	0,797804
TRAMO 3	894	1.087,5	6.158,1	0,968915
TRAMO 4	2674	407,8	6.565,9	1,033082
TRAMO 5	1704	1.563,3	8.129,2	1,279054
TRAMO 6	1211	68,0	8.197,2	1,289748
TRAMO 7	701	407,8	8.605,0	1,353915
TRAMO 8	463	135,9	8.740,9	1,375304
TRAMO 9	1006	1.495,3	10.236,3	1,610581
TRAMO 10	1006	203,9	10.440,2	1,642664
TRAMO 11	533	435,0	10.875,2	1,711109
TRAMO 12	1298	201,2	11.076,4	1,742764

	KW	€HORA	€AÑO
PERDIDAS TOTALES	998,55	35,95	159.105,24 €

CABLE PARRA**CABLE PARRA**

POTENCIA (KVA)	INTENSIDAD (A)	PERDIDAS (W)	PERDIDAS EN kW	INTENSIDAD CUADRADO
2513	49,66	2.420,70		2.465,70
2351	46,45	3.198,76		2.158,05
1200	23,71	1.020,97		562,24
626	12,37	293,55		153,00
		6.933,98	6,93	

CABLE BLONDEL**CABLE BLONDEL**

POTENCIA (KVA)	INTENSIDAD (A)	PERDIDAS (W)	PERDIDAS EN kW	INTENSIDAD CUADRADO
8439	166,75	36.861,81		27.805,93
6689	132,17	25.400,75		17.469,40
4567	90,24	12.196,27		8.143,62
3440	67,97	6.949,26		4.620,32
2936	58,01	5.688,43		3.365,64
1561	30,84	1.713,00		951,40
1056	20,87	835,62		435,39
		89.645,15	89,65	

CABLE GOVERN CIVIL**CABLE GOVERN CIVIL**

POTENCIA (KVA)	INTENSIDAD (A)	PERDIDAS (W)	PERDIDAS EN kW	INTENSIDAD CUADRADO
9632	190,32	29.983,82		36.223,33
8326	164,52	28.482,69		27.066,26
7136	141,00	21.050,28		19.882,23
6850	135,35	20.925,00		18.320,47
5118	101,13	12.074,88		10.227,18
3864	76,35	8.752,95		5.829,48
3072	60,70	5.579,80		3.684,66
1143	22,59	945,92		510,09
415	8,20	137,64		67,24
		127.932,98	127,93	

CABLE GUIVERNAU**CABLE GUIVERNAL**

POTENCIA (KVA)	INTENSIDAD (A)	PERDIDAS (W)	PERDIDAS EN kW	INTENSIDAD CUADRADO
6138	121,28	12.176,09		14.709,88
4467	88,27	7.298,76		7.790,90
3179	62,82	4.000,39		3.945,81
244	4,82	27,22		23,25
		23.502,46	23,50	

CABLE FSANITAT**CABLE FSANITAT**

POTENCIA (KVA)	INTENSIDAD (A)	PERDIDAS (W)	PERDIDAS EN kW	INTENSIDAD CUADRADO
13154	259,92	59.821,75		67.557,12
11770	232,57	129.457,16		54.088,93
11490	227,04	149.831,31		51.546,07
10596	209,37	135.861,17		43.836,85
7922	156,54	94.023,23		24.503,33
6218	122,87	58.409,44		15.095,83
5007	98,94	39.757,88		9.788,38
4306	85,08	29.869,18		7.239,42
3843	75,94	27.861,22		5.766,29
2837	56,06	15.486,18		3.142,49
1831	36,18	6.719,41		1.308,98
1298	25,65	3.439,26		657,82
		750.537,19	750,54	

RED 25 kV

CABLE PARRA

CABLE PARRA

	POTENCIA TRAMO	DISTANCIA	LONGITUD (m)	RESISTENCIA (OHM)
TRAMO 1	162	2.079,9	2.079,9	0,327250
TRAMO 2	1151	1.060,3	3.140,2	0,494083
TRAMO 3	574	706,9	3.847,1	0,605305
TRAMO 4	626	217,5	4.064,6	0,639527

CABLE BLONDEL

CABLE BLONDEL

	POTENCIA TRAMO	DISTANCIA	LONGITUD (m)	RESISTENCIA (OHM)
TRAMO 1	1750	2.808,5	2.808,5	0,441894
TRAMO 2	2122	271,9	3.080,4	0,484672
TRAMO 3	1127	92,4	3.172,8	0,499216
TRAMO 4	504	13,6	3.186,4	0,501355
TRAMO 5	1375	394,2	3.580,7	0,563383
TRAMO 6	505	233,8	3.814,5	0,600171
TRAMO 7	1056	251,5	4.066,0	0,639741

CABLE GOVERN CIVIL

CABLE GOVERN CIVIL

C

	POTENCIA TRAMO	DISTANCIA	LONGITUD (m)	RESISTENCIA (OHM)
TRAMO 1	1306	1.753,6	1.753,6	0,275916
TRAMO 2	1190	475,8	2.229,4	0,350777
TRAMO 3	286	13,6	2.243,0	0,352916
TRAMO 4	1732	176,7	2.419,7	0,380722
TRAMO 5	1254	81,6	2.501,3	0,393555
TRAMO 6	792	679,7	3.181,0	0,500499
TRAMO 7	1929	27,2	3.208,2	0,504777
TRAMO 8	728	720,5	3.928,7	0,618138
TRAMO 9	415	407,8	4.336,5	0,682305

RED 25 kV

RED 25 kV

RED 25 kV

CABLE GUIVERNAU		CABLE GUIVERNAU			C
	POTENCIA TRAMO	DISTANCIA	LONGITUD (m)	RESISTENCIA (OHM)	
TRAMO 1	1671	1.753,6	1.753,6	0,275916	
TRAMO 2	1288	231,1	1.984,7	0,312277	
TRAMO 3	2935	163,1	2.147,9	0,337944	
TRAMO 4	244	333,1	2.480,9	0,390347	

CABLE FSANITAT		CABLE FSANITAT			
	POTENCIA TRAMO	DISTANCIA	LONGITUD (m)	RESISTENCIA (OHM)	
TRAMO 1	1384	1.876,0	1.876,0	0,295166	
TRAMO 2	280	3.194,6	5.070,6	0,797804	
TRAMO 3	894	1.087,5	6.158,1	0,968915	
TRAMO 4	2674	407,8	6.565,9	1,033082	
TRAMO 5	1704	1.563,3	8.129,2	1,279054	
TRAMO 6	1211	68,0	8.197,2	1,289748	
TRAMO 7	701	407,8	8.605,0	1,353915	
TRAMO 8	463	135,9	8.740,9	1,375304	
TRAMO 9	1006	1.495,3	10.236,3	1,610581	
TRAMO 10	1006	203,9	10.440,2	1,642664	
TRAMO 11	533	435,0	10.875,2	1,711109	
TRAMO 12	1298	201,2	11.076,4	1,742764	

	kW	€HORA	€AÑO
PERDIDAS TOTALES	193,32	6,96	30.802,78 €

CABLE PARRA**CABLE PARRA**

POTENCIA (KVA)	INTENSIDAD (A)	PERDIDAS (W)	PERDIDAS EN kW	INTENSIDAD CUADRADO
2513	21,85	468,65		477,36
2351	20,44	619,28		417,80
1200	10,43	197,66		108,85
626	5,44	56,83		29,62
		1.342,42	1,34	

CABLE BLONDEL**CABLE BLONDEL**

POTENCIA (KVA)	INTENSIDAD (A)	PERDIDAS (W)	PERDIDAS EN kW	INTENSIDAD CUADRADO
8439	73,37	7.136,45		5.383,23
6689	58,16	4.917,59		3.382,07
4567	39,71	2.361,20		1.576,60
3440	29,91	1.345,38		894,49
2936	25,53	1.101,28		651,59
1561	13,57	331,64		184,19
1056	9,18	161,78		84,29
		17.355,30	17,36	

ABLE GOVERN CIVIL**CABLE GOVERN CIVIL**

POTENCIA (KVA)	INTENSIDAD (A)	PERDIDAS (W)	PERDIDAS EN kW	INTENSIDAD CUADRADO
9632	83,74	5.804,87		7.012,84
8326	72,39	5.514,25		5.240,03
7136	62,04	4.075,33		3.849,20
6850	59,56	4.051,08		3.546,84
5118	44,50	2.337,70		1.979,98
3864	33,59	1.694,57		1.128,59
3072	26,71	1.080,25		713,35
1143	9,94	183,13		98,75
415	3,61	26,65		13,02
		24.767,83	24,77	

CABLE GUIVERNAU**CABLE GUIVERNAU**

POTENCIA (KVA)	INTENSIDAD (A)	PERDIDAS (W)	PERDIDAS EN kW	INTENSIDAD CUADRADO
6138	53,37	2.357,29		2.847,83
4467	38,84	1.413,04		1.508,32
3179	27,64	774,48		763,91
244	2,12	5,27		4,50
		4.550,08	4,55	

CABLE FSANITAT**CABLE FSANITAT**

POTENCIA (KVA)	INTENSIDAD (A)	PERDIDAS (W)	PERDIDAS EN kW	INTENSIDAD CUADRADO
13154	114,36	11.581,49		13.079,06
11770	102,33	25.062,91		10.471,62
11490	99,90	29.007,34		9.979,32
10596	92,12	26.302,72		8.486,81
7922	68,88	18.202,90		4.743,85
6218	54,06	11.308,07		2.922,55
5007	43,53	7.697,13		1.895,03
4306	37,44	5.782,67		1.401,55
3843	33,41	5.393,93		1.116,35
2837	24,67	2.998,12		608,39
1831	15,92	1.300,88		253,42
1298	11,29	665,84		127,35
		145.304,00	145,30	

ÍNDICE PRESUPUESTO

Presupuesto

1 Determinación del presupuesto

1.1 Cable “Govern Civil”

1.2 Fases del cambio de tensión del cable “Govern Civil”

1.3 Listado de unidades constructivas

1.4 Cuadro resumen presupuesto general

1.5 Resumen del Presupuesto

PRESUPUESTO

1. Determinación del presupuesto

Para la determinación del presupuesto, se utilizan unidades constructivas de obra complejas, en adelante UUCC. Estas unidades de obra, a su vez, pueden estar formadas por varias posiciones de mano de obra y/o material.

Con la utilización de las UUCC, se consigue una simplificación en la aproximación a presupuesto real, que no resulta sencillo dado el alcance de la obra a realizar, así como una mayor claridad en la certificación posterior.

1.1 Cable “Govern Civil”

Todo y que se realiza el presupuesto general referente a la realización completa de las obras, no se desglosa para todas las fases del proyecto, únicamente para la realización del cambio de tensión del cable “Govern Civil”.

Se considera que con la realización del cambio de tensión del mencionado cable, vale como ejemplo para el resto de las obras, en cuanto al presupuesto se refiere.

1.2 Fases del cambio de tensión del cable “Govern Civil

FASE 2: CAMBIO DE TENSIÓN CABLE “GOVERN CIVIL”

- Tendido de cable desde el CD 20158 a WL153 (Govern Civil), y reforma del CD WL339 (Racc)
- Tendido de cable desde CD WL153 a LE 61088 (Telefónica) y desde WL153 a WL520. Cambio de tensión de CDs WL153 y WL520.
- Cambio de tensión de CDs 21652, 21653 y 21654. Realizar empalmes en exterior de CDs para dar continuidad a los cables de 11kV.

- Substitución de transformadores en CDs afectados por el cambio de tensión
- Cambio de tensión de 11 a 25 kV de los CDs WL001 (Blondel) y WL427 (Cadesbank). Enlazar WL001 con cable de 20791 (Carme Ulier).
- Cambio de tensión de 11 a 25 kV de los CDs WL528 (Arnò) i WL615 (Torre Lleida).
- Unión del CD LE61046 (Gairoles) con futuro CD WL040 (Costa del Jan).
- Empalmes líneas Parra, Govern Civil, Lleida 1. Trabajos en Subestación Mitjana.

1.3 Listado de unidades constructivas

LÍNEA MEDIA TENSIÓN			
UNIDADES CONSTRUCTIVAS	Nº	PRECIO UNIDAD	TOTAL
TENDIDO EN TUBULAR, 2 CIRCUITOS, CABLE 240 MM2, AL 18-30 Kv	883	59,41	52.459,03
CONJUNTO TERMINACIÓN TERMORRETRACTIL INTERIOR 1 CIRCUITO 150 MM2 AL 18-30 KV	9	155,15	1.396,35
CONJUNTO TERMINACIÓN TERMORRETRACTIL INTERIOR 1 CIRCUITO 240 MM2 AL 18-30 KV	1	134,72	134,72
CONJUNTO TERMINACIÓN TERMORRETRACTIL EXTERIOR 1 CIRCUITO 240 MM2 AL 18-30 KV	8	486,67	3.893,36
CONJUNTO TERMINACIÓN PANTALLA 1 CIRCUITO 150 MM2 AL 18-30 KV	7	341,5	2.390,50
CONJUNTO TERMINACIÓN PANTALLA 1 CIRCUITO 240 MM2 AL 18-30 KV	30	412,59	12.377,70
EMPALME TERMORRETRACTIL CABLE SECO 1 CIRCUITO 240 MM2 AL 18-30 KV	17	366,72	6.234,24
EMPALME CABLE MIXTO 1P 3S 1 CIRCUITO 240 MM2 AL 25KV	9	545,89	4.913,01
METROS LINEALES ZANJA 1CIRCUITO BT APERTURA MIXTA ACERA- ARENA-LOSETAS NORMAL	6	45,30	271,80
TENDIDO EN TUBULAR 1 CIRCUITO CABLE 240MM2 BT	10	34	340
CONECTAR Y DESCONECTAR PUENTES BT O MT	1	48,05	48,05

UNIDADES CONSTRUCTIVAS	Nº	PRECIO UNIDAD	TOTAL
METROS LINEALES ZANJA 1 CIRCUITO MT APERTURA MIXTA-ACERA-ARENA-LOSETAS NORMAL	65	68,85	4.475,25
METROS LINEALES ZANJA 1 CIRCUITO MT APERTURA MIXTA-ACERA-TUBULAR HORMIGONADO.-LOSETA ESPECIAL	15	79,01	1.185,15
METROS LINEALES ZANJA 1 CIRCUITO MT APERTURA MIXTA-ACERA-TUBULAR HORMIGONADO.-LOSETA .NORMAL	50	70,34	3.517,00
METROS LINEALES ZANJA 1 CIRCUITO MT MANO-ACERA-TUBULAR SECO-LOSETAS NORMALES	25	83,12	2.078,00
METROS LINEALES ZANJA 2 CIRCUITOS MT APERTURA MIXTA-ACERA-TUBULAR SECO-LOSETA NORMAL	375	97,8	36.675,00
METROS LINEALES ZANJA 2 CIRCUITOS MT MANO-ACERA-TUBULAR HORMIGONADO.-LOSETA ESPECIAL	48	76,57	3.675,36
METROS LINEALES ZANJA 1 CIRCUITO MT APERTURA MIXTA-CALZADA-2 TUBULAR HORMIGONADO.-MORTERO ASFÁLTICO	15	126,53	1.897,95
METROS LINEALES ZANJA 2 CIRCUITOS MT APERTURA MIXTA-CALZADA-3 TUBULARES HORMIGONADOS.-MORTERO ASFÁLTICO	106	221,09	23.435,54
METROS LINEALES ZANJA 2 CIRCUITOS MT MANO-CALZADA-3 TUBULAR HORMIGONADO.-MORTERO ASFÁLTICO.	112	184,59	20.674,08
METROS LINEALES ZANJA 2 CIRCUITOS MT MANO-TIERRA-ARENA	100	38,27	3.827,00
METROS LINEALES SUPLEMENTO 1 CIRCUITO ZANJA MIXTA APERTURA MIXTA-CALZADA-TUBULAR HORMIGONADO-MORTERO ASFÁLTICO.	2	48,46	96,92
RETIRO CONTINUADO CON APORTACIÓN DE TIERRAS ZANJA .MT 1 Y 2 CIRCUITOS SIN TUBULAR ACERA	526,2	15,12	7.956,14
RETIRO CONTINUADO CON APORTACIÓN DE TIERRAS ZANJA MT 1 Y 2 CIRCUITOS SIN TUBULAR CALZADA	22	14,2	312,40
CATA LOCALIZACIÓN SERVICIOS MT	66	85,43	5.638,38

UNIDADES CONSTRUCTIVAS	Nº	PRECIO UNIDAD	TOTAL
PROTECCIÓN PLACA FE ZANJA POCO PROFUNDA 2 CIRCUITOS MT	4	47,18	188,72
VADO PARA ACCESO MINUSVÁLIDOS CIRCUITOS MT	16	221,38	3.542,08
SUPLEMENTO ZANJA POR EMPALME MT	23	159,72	3.673,56
SUPLEMENTO M2 EXCESO REPOSICIÓN ACERA LOSETA ESPECIAL(SIN APORTACIÓN LOSETAS)	2	52,06	104,12
INSTALACIÓN TUBO SERVICIOS AUXILIARES EN ZANJA MT	30	2,8	84,00
MARCAR, MEDIR, CONFECCIONAR PLANO HASTA 15M-EQUIPO-	3	226,89	680,67
MARCAR, MEDIR, CONFECCIONAR PLANO SUP.15M-BRIGADA-	7	365,86	2.561,02
SUPLEMENTO MARCAR, MEDIR, CONFECCIONAR PLANO LONGITUD SUPERIOR A 100 M	14	193,3	2.706,20
SUPLEMENTO ESPERA Y DEVOLUCIÓN DESCARGO MT	5	45,33	226,65
METROS LINEALES ZANJA 1 CIRCUITO MT MANO-CALZADA-2 TUBULAR HORMIGONADO.-MORTERO ASFÁLTICO.	5	129,16	645,80
CENTROS DE TRANSFORMACIÓN			
PUENTE 12 20 kV 95 MM2 CT SUPERFICIE 1 TRAFO 1 PUERTA	1	199,05	199,05
PUENTE 18 30 kV 150 MM2 CT SUPERFICIE 1 TRAFO 1 PUERTA	15	251,23	3.768,45
PUENTE 18 30 kV 150 MM2 CT SUPERFICIE 1 TRAFO 2 PUERTAS	1	233,88	233,88

UNIDADES CONSTRUCTIVAS	Nº	PRECIO UNIDAD	TOTAL
PUENTE 18 30 kV 150 MM2 CT SUBTERRÁNEA	5	274,22	1.371,10
TERMINACIÓN PUENTE MT 36 kV ENCHUFABLE CONVENCIONAL	6	376,44	2.258,64
HERRAJE SUJECCIÓN CABINAS ELEVADAS	4	369,84	1.479,36
CELDA 36 kV LÍNEA SF6 400A/16KA	25	2.470,54	61.763,50
CELDA 36 kV PROTECCIÓN SF6 400A/16KA	13	3.597,44	46.766,72
PUENTE BT CT SUPERFICIE 1000KVA 1 PUERTA O SUBTERRÁNEO	1	550,67	550,67
ARMARIO BT CBT-AC	3	851,2	2.553,60
CIRCUITO TIERRAS INTERIOR CT SUPERFICIE 2 TRAFOS	1	1.266,68	1.266,68
CIRCUITO ALUMBRADO Y PROTECCIÓN CT SUBTERRÁNEA 1 TRAFOS	2	600,18	1.200,36
INSTALACIÓN ICC EN CABLE SUBTERRÁNEO CT MT	3	569,91	1.709,73
CAMBIO TRANSFORMADOR SUBTERRÁNEO CON TRAPA	17	654,79	11.131,43
FUSIBLES 20A 25 kV PARA TRAFOS 250-400 kVA	2	98,71	197,42
FUSIBLES 40A 25 kV PARA TRAFOS 630-1000 kVA	12	139,48	1.673,76
PLACAS INDICADORAS TUBULAR SEGURIDAD FECSA ENDESA CT SUBTERRÁNEA	2	96,33	192,66

UNIDADES CONSTRUCTIVAS	Nº	PRECIO UNIDAD	TOTAL
ARRANQUE CIRCUITO PUENTE CABLE SECO MT PTA-M	40	0,67	26,80
ARRANQUE CIRCUITO PUENTE VARILLA MT PT-M	60	26,42	1.585,20
CAMBIO TRANSFORMADOR ACCESO DIRECTO	1	368,82	368,82
CAMBIAR SECCIONADOR III 25 kV VACÍO POR CARGA	1	751,02	751,02
ARRANQUE DISTRIBUCIÓN MT DE 3 CELDAS MODULARE SF6	2	235,45	470,90
ARRANQUE CIRCUITO PUENTE PLETINA PTA-M	2	35,79	71,58
RETIRO ARMARIO DISTRIBUCIÓN BT 4 SALIDAS ZÓCALOS	1	168,72	168,72
CONJUNTO PUNTO DE LUZ EN CT EXISTENTE	5	46,18	230,90
INSTALACIÓN CIRCUITO FINAL DE CARRERA	2	43,03	86,06
CAMBIO TRAPA ACCESO PERSONAL TIPO FUNDICIÓN POR ESTANCA	3	1.128,57	3.385,71
CAMBIO PUERTA POR NORMALIZADA DOBLE HOJA	2	1.964,38	3.928,76
SECCIONADOR CARGA PM6 25 kV APOYO METÁLICO 2 CIRCUITOS	2	14.202,61	28.405,22
CONVERSIÓN AÉREO - SUBTERRÁNEA 1 CIRCUITO	2	485,74	971,48
SUPLEMENTO CONJUNTO PARARRAYOS 25 kV	2	133,29	266,58

1.4 Cuadro resumen presupuesto general

TRABAJO	LSMT	CT	LSBT	TOTAL
REFORMA EN CTs L/SANITAT		154.919,95 €		154897,70
CAMBIO TENSIÓN CABLE PARRA: FASE 1/5		9465,65 €	13322,39	24920,06
CAMBIO TENSIÓN CABLE PARRA: FASE 2/5	8453,98 €	40100,19		48554,17
CAMBIO TENSIÓN CABLE PARRA: FASE 3/5	9451,72 €	35871,54	1412,2	46375,46
CAMBIO TENSIÓN CABLE PARRA: FASE 4/5	9451,72	36078,85	670,97	46201,54
CAMBIO TENSIÓN CABLE PARRA: FASE 5/5	6997,89	32742,26		39372,21
CAMBIO TENSIÓN CABLE PARRA	5626,77	28602,58		34229,35
CAMBIO TENSIÓN CABLE GOVERN CIVIL 1	94724,73	29011,34	6089,25	129825,32
CAMBIO TENSIÓN CABLE GOVERN CIVIL 2	26445,53	81989,74		108435,27
CAMBIO TENSIÓN CABLE GOVERN CIVIL 3	11917,71	34524,82		46442,53
CAMBIO TENSIÓN CABLE GOVERN CIVIL 4	2435,7	121257,07		127131,27
CAMBIO TENSIÓN CABLE GOVERN CIVIL 5	79472,41	76673,03		156145,44
CAMBIO TENSIÓN CABLE GOVERN CIVIL 6	22545,37	40607,91		63153,29

TRABAJO	LSMT	CT	LSBT	TOTAL
CAMBIO TENSIÓN CABLE GOVERN CIVIL 7	6387,78	8350,99		14738,77
CAMBIO TENSIÓN CABLE GOVERN CIVIL 8	88656,1			83074,1
CAMBIO TENSIÓN CABLE BLONDEL	183775,46			183775,46
CAMBIO TENSIÓN CABLE GUIVERNAU	87137	77325,09	312,39	164774,47
TOTALES	643.479,87 €	807.130,77 €	21.807,2 €	1.472.417,84 €

1.5 Resumen del Presupuesto

La realización del “Proyecto para la Unificación de la Red de Media Tensión de la ciudad de Lleida”, se eleva a la cantidad de:

Inversión total: 1.472.417,84 €

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

Pliego de Condiciones

1. Condiciones Generales

1.1 Alcance

1.2 Reglamentos y Normas

1.3 Materiales

1.4 Ejecución de las Obras

1.4.1 Comienzo

1.4.2 Plazo de Ejecución

1.4.3 Libro de Órdenes

1.5 Interpretación y Desarrollo del Proyecto

1.6 Obras Complementarias

1.7 Modificaciones

1.8 Obra Defectuosa

1.9 Medios Auxiliares

1.10 Conservación de las Obras

1.11 Recepción de las Obras

1.11.1 Recepción Provisional

1.11.2 Plazo de Garantía

1.11.3 Recepción Definitiva

1.12 Adjudicación de los Trabajos

2. Condiciones Económicas

2.1 Abono de la Obra

2.2 Precios

2.3 Revisión de Precios

2.4 Penalizaciones

2.5 Contrato

2.6 Responsabilidades

2.7 Rescisión del Contrato

2.8 Liquidación en Caso de Rescisión del Contrato

3. Condiciones Facultativas

3.1 Normas a Seguir

3.2 Personal

3.3 Calidad de los Materiales

3.3.1 Obra Civil

3.3.2 Aparamenta de Media Tensión

3.3.3 Transformador

3.4 Condiciones de Uso, Mantenimiento y Seguridad

3.4.1 Puesta en servicio

3.4.2 Separación de servicio

3.4.3 Mantenimiento

3.5 Reconocimiento y Ensayos Previos

3.6 Ensayos

3.6.1 Prueba de operación mecánica.

3.6.2 Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.

3.6.3 Verificación del cableado

3.6.4 Ensayo a frecuencia industrial.

3.6.5 Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.

3.6.6 Ensayo a onda de choque 1,2/50 mseg.

3.6.7 Verificación del grado de protección.

3.7. Aparellaje

3.8 Subcontrataciones

4. Condiciones Técnicas

4.1. Unidades de Obra Civil

4.1.1. Materiales Básicos

4.1.2. Ejecución de las obras.

4.1.3. Excavaciones en Cualquier Tipo de Terreno

4.1.4. Terraplenes

4.1.5. Excavación y Relleno de Zanjas y Pozos

4.2. Equipos Eléctricos

4.2.1. Generalidades

5. Medio Ambiente

5.1 Conducta Medioambiental exigida por la Sociedad

5.2 Producción de Residuos

5.3 Tipos de residuos

5.4 Legislación del Estado Español referente a residuos

5.5 Requisitos medioambientales para el proyecto de cambio de tensión de la ciudad de la ciudad de Lleida

Pliego de Condiciones

1. Condiciones Generales

1.1. Alcance

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo.

El trabajo eléctrico consistirá en la instalación de toda la red de Media Tensión necesaria, así como todas las reformas en instalaciones que sean motivación del presente proyecto “Unificación de la Red de Media Tensión de la ciudad de Lleida”

El alcance del trabajo del Contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, diagramas, especificaciones, lista de material y requisitos para la adquisición e instalación del trabajo.

1.2. Reglamentos y Normas

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal, así como todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva del mismo.

Se adaptarán además a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los Reglamentos y Normas citadas.

1.3. Materiales

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la Compañía Distribuidora de Energía, en este caso FECSA-ENDESA quién actúa como la Propiedad, para este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del Proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista obtendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra definitivamente y antes de iniciarse esta, el Contratista presentara al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrá utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

1.4. Ejecución de las Obras

1.4.1. Comienzo

El contratista dará comienzo la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la Propiedad, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de su firma.

El Contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director la fecha de comienzo de los trabajos.

1.4.2. Plazo de Ejecución

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la Propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.

Cuando el Contratista, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la Propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo ulterior que esté condicionado por la misma, vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

1.4.3. Libro de Órdenes

El Contratista dispondrá en la obra de un Libro de Ordenes en el que se escribirán las que el Técnico Director estime darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le de por oficio cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

1.5. Interpretación y Desarrollo del Proyecto

La interpretación técnica de los documentos del Proyecto, corresponde al Técnico Director. El Contratista está obligado a someter a éste cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del Proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del Proyecto.

El Contratista está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra, aún cuando no se halle explícitamente expresado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.

El contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma o para aquellas que, total o parcialmente deban posteriormente quedar ocultas. De las unidades de obra que deben quedar ocultas, se tomaran antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de hallarlos correctos.

De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por éste.

1.6. Obras Complementarias

El contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del Proyecto, aunque en el, no figuren explícitamente mencionadas dichas obras complementarias. Todo ello sin variación del importe contratado.

1.7. Modificaciones

El contratista está obligado a realizar las obras que se le encarguen resultantes de modificaciones del proyecto, tanto en aumento como disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25% del valor contratado.

La valoración de las mismas se hará de acuerdo a los valores establecidos en el presupuesto entregado por el Contratista y que ha sido tomado como base del contrato.

El Técnico Director de obra está facultado para introducir las modificaciones de acuerdo con su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y de modo que ello no varíe el importe total de la obra.

1.8. Obra Defectuosa

Cuando el Contratista halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Técnico Director podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, éste fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando obligado el Contratista a aceptar dicha valoración, en el otro caso, se reconstruirá a expensas del Contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

1.9. Medios Auxiliares

Serán de cuenta del Contratista todos los medios y máquinas auxiliares que sean precisos para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos estará obligado a hacer cumplir todos los Reglamentos de Seguridad en el trabajo vigentes y a utilizar los medios de protección a sus operarios.

1.10. Conservación de las Obras

Es obligación del Contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

1.11. Recepción de las Obras

1.11.1. Recepción Provisional

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Técnico Director y la Propiedad en presencia del Contratista, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitida.

De no ser admitida se hará constar en el acta y se darán instrucciones al Contratista para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional.

1.11.2. Plazo de Garantía

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contado desde la fecha de la recepción provisional, o bien el que se establezca en el contrato también contado desde la misma fecha.

Durante este período queda a cargo del Contratista la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causados por asiento de las mismas o por mala construcción.

1.11.3. Recepción Definitiva

Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional. A partir de esta fecha cesará la obligación del Contratista de conservar y reparar a su cargo las obras si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

1.12. Adjudicación de los trabajos

El conjunto de las instalaciones las realizará la empresa que tenga la licitación del mantenimiento en el momento de comenzar las obras.

En el caso de que el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, o a atender la garantía, la Propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad si el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará al Contratista en un plazo no superior a treinta días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

2. Condiciones Económicas

2.1. Abono de la Obra

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

2.2. Precios

El contratista presentará, al formalizarse el contrato, relación de los precios de las

unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto, se fijará su precio entre el Técnico Director y el Contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.

2.3. Revisión de Precios

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del Técnico Director alguno de los criterios oficiales aceptados.

2.4. Penalizaciones

Por retraso en los plazos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

2.5. Contrato

Dadas las especiales condiciones de la empresa y de su relación con una empresa de contrata en lo que se refiere a los trabajos de mantenimiento y nueva construcción, es posible que no sea necesaria la formalización de un contrato especial para la puesta en servicio de este proyecto, pero en el supuesto de que este se hubiera de llevar a cabo se haría siguiendo los siguientes preceptos que a continuación se detallan.

El contrato se formalizaría mediante documento privado, que podría elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprendería la adquisición de todos los

materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, éstas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el Proyecto Técnico de la obra serian incorporados al contrato y tanto el contratista como la Propiedad deberían firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

2.6. Responsabilidades

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el proyecto y en el contrato. Como consecuencia de ello vendrá obligado a la demolición de lo mal ejecutado y a su reconstrucción correctamente sin que sirva de excusa el que el Técnico Director haya examinado y reconocido las obras.

El contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas. También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad a los vecinos o terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

2.7. Rescisión del Contrato

Se consideraran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- 1º. Muerte o incapacitación del Contratista.
- 2º. La quiebra del contratista.
- 3º. Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.

- 4°. Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
- 5°. La no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.
- 6°. La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.
- 7°. Incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique mala fe.
- 8°. Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.
- 9°. Modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado
- 10°. Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

2.8. Liquidación en Caso de Rescisión del Contrato

Siempre que se rescinda el Contrato por causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonará al Contratista las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación del período de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.

3. Condiciones Facultativas

3.1. Normas a Seguir

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.

Normas UNE.

Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).

Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.

Normas Técnicas Particulares de FECSA-ENDESA

Lo indicado en este pliego de condiciones con preferencia los códigos y normas.

3.2. Personal

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y ordenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que haga falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales tendrán la cualificación técnica correspondiente, reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

El Contratista acreditará mediante la certificación correspondiente, TC1 y TC2¹, que todo el personal adscrito a este proyecto, estará dado de alta en la Seguridad Social, y responderá de cualquier obligación jurídico – laboral de sus trabajadores: formación en seguridad, equipamientos personales (EPIs), etc.

¹ Documentos emitidos por la Tesorería General de la Seguridad Social que certifica que el trabajador está dado de alta y se han liquidado los correspondientes cargos.

3.3. Calidad de los Materiales

3.3.1. Obra Civil

Las envolventes empleadas en la ejecución de este proyecto cumplirán las Condiciones Generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques, señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

3.3.2. Aparamenta de Media Tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen SF₆ (hexafluoruro de azufre) para cumplir dos misiones: aislamiento y corte.

Aislamiento

El aislamiento integral en hexafluoruro de azufre confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual inmersión del CT por efectos de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el CT.

Corte.

El corte en SF₆ resulta más seguro que al aire, debido a lo explicado para el aislamiento. Igualmente las celdas empleadas deberán permitir la extensibilidad in situ del CT, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el Centro.

Siempre que sea posible se emplearán celdas del tipo modular, de forma que en caso de avería sea posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones.

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

3.3.3. Transformador

El transformador instalado en los CTs será trifásico, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

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

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

3.4. Condiciones de Uso, Mantenimiento y Seguridad

El Centro de Transformación deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

La anchura de los pasillos debe observar el Reglamento de Alta Tensión (MIE-RAT 14, apartado 5.1), e igualmente, debe permitir la extracción total de cualquiera de las celdas instaladas, siendo por lo tanto la anchura útil del pasillo mayor al de los fondos de las celdas.

En el interior del Centro de Transformación no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

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

Para la realización de las maniobras oportunas en el Centro de Transformación se deberá utilizar banqueta de maniobra, palanca de accionamiento, Equipos de Protección Individual (EPIs), etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

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

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante
- Tipo de aparenta y número de fabricación
- Año de fabricación
- Tensión nominal
- Intensidad nominal
- Intensidad nominal de corta duración
- Frecuencia nominal

Junto al accionamiento de la aparenta de las celdas, se incorporarán de forma gráfica y claras las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha aparenta. Igualmente, si la celda contiene SF6 bien sea para el corte o para el aislamiento, debe dotarse con un manómetro para la comprobación de la correcta presión de gas antes de realizar la maniobra.

Antes de la puesta en servicio en carga del Centro de Transformación, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas. Asimismo se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

3.4.1 Puesta en servicio

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

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

Una vez realizadas las maniobras de Media Tensión, procederemos a conectar la red de baja tensión.

3.4.2 Separación de servicio

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

3.4.3 Mantenimiento

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

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

Las celdas tipo CGM o CGC de ORMAZABAL, empleadas en la instalación no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su apartamentada interior en gas SF₆, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

3.5. Reconocimiento y Ensayos Previos

Cuando lo estime oportuno el Técnico Director, podrá encargar y ordenar el análisis, ensayo o comprobación de los materiales, elementos o instalaciones, bien sea en fábrica de origen, laboratorios oficiales o en la misma obra, según crea más conveniente, aunque éstos no estén indicados en este pliego.

En el caso de discrepancia, los ensayos o pruebas se efectuarán en el laboratorio oficial que el Técnico Director de obra designe.

Los gastos ocasionados por estas pruebas y comprobaciones, serán por cuenta del Contratista.

3.6. Ensayos

Antes de la puesta en servicio del sistema eléctrico, el Contratista habrá de hacer los ensayos adecuados para probar, a la entera satisfacción del Técnico Director de obra, que todos los equipos, aparatos y cableado han sido instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas y están en condiciones satisfactorias del trabajo.

Todos los ensayos serán presenciados por el Ingeniero que representa el Técnico Director de obra.

Los resultados de los ensayos serán pasados en certificados indicando fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como categoría profesional.

Los cables, antes de ponerse en funcionamiento, se someterán a un ensayo de resistencia de aislamiento entre las fases y entre fase y tierra.

En los cables enterrados, estos ensayos de resistencia de aislamiento se harán antes y después de efectuar el relleno y compactado.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán los siguientes:

3.6.1 Prueba de operación mecánica.

Se realizarán pruebas de funcionamiento mecánico sin tensión en el circuito principal de interruptores, seccionadores y demás aparellaje, así como todos los elementos móviles y enclavamientos. Se probarán cinco veces en ambos sentidos.

3.6.2 Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.

Se realizarán pruebas sobre elementos que tengan una determinada secuencia de operación. Se probará cinco veces cada sistema.

3.6.3 Verificación del cableado.

El cableado será verificado conforme a los esquemas eléctricos.

3.6.4 Ensayo a frecuencia industrial.

Se someterá el circuito principal a la tensión de frecuencia industrial especificada en la columna 3 de la tabla II de la norma UNE-20.099 durante un minuto.

3.6.5 Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.

Este ensayo se realizará sobre los circuitos de control y se hará de acuerdo con el punto 23.5 de la norma UNE-20.099.

3.6.6 Ensayo a onda de choque 1,2/50 mseg.

Se dispone del protocolo de pruebas realizadas a la tensión (1,2/50 μ seg) especificada en la columna 2 de la tabla II de la norma UNE-20.099. El procedimiento de ensayo se realizará según lo especificado en el punto 23.3 de dicha norma.

3.6.7 Verificación del grado de protección.

El grado de protección será verificado de acuerdo con el punto 30.1 de la norma UNE-20.099

3.7. Aparellaje

Antes de poner el aparellaje bajo tensión, se medirá la resistencia de aislamiento de cada embarrado entre fases y entre fases y tierra. Las medidas deben repetirse con los interruptores en posición de funcionamiento y contactos abiertos.

Todo relé de protección que sea ajustable será calibrado y ensayado, usando contador de ciclos, caja de carga, amperímetro y voltímetro, según se necesite.

Se dispondrá, en lo posible, de un sistema de protección selectiva. De acuerdo con esto, los relés de protección se elegirán y coordinarán para conseguir un sistema que permita actuar primero el dispositivo de interrupción más próximo a la falta.

El contratista preparará curvas de coordinación de relés y calibrado de éstos para todos los sistemas de protección previstos.

Se comprobarán los circuitos secundarios de los transformadores de intensidad y tensión aplicando corrientes o tensión a los arrollamientos secundarios de los transformadores y comprobando que los instrumentos conectados a estos secundarios funcionan.

Todos los interruptores automáticos se colocarán en posición de prueba y cada interruptor será cerrado y disparado desde su interruptor de control. Los interruptores deben ser disparados por accionamiento manual y aplicando corriente a los relés de protección. Se comprobarán todos los enclavamientos.

3.8 Subcontrataciones

El Contratista vendrá obligado a solicitar la autorización previa correspondiente a la Empresa Contratante, para cualquier subcontrata destinada a los trabajos de este proyecto, con la limitación de la subcontrataciones que prevé la ley vigente.

4. Condiciones Técnicas

Este Pliego de Condiciones Técnicas Generales comprende el conjunto de características que tendrán que cumplir los materiales utilizados en la construcción, así como las técnicas de su colocación en la obra y las que tendrán que regir la ejecución de cualquier tipo de instalaciones y obras necesarias y dependientes. Para cualquier tipo de especificación, no incluida en este Pliego, se tendrá en cuenta lo que indique la normativa vigente.

4.1. Unidades de Obra Civil

4.1.1. Materiales Básicos

Todos los materiales básicos que se utilizarán durante la ejecución de las obras, serán de primera calidad y cumplirán las especificaciones que se exigen en las Normas y Reglamentos de la legislación vigente.

4.1.2. Ejecución de las obras.

Las operaciones de excavación se efectuarán con las precauciones necesarias para conseguir unas condiciones de seguridad suficientes y evitar dañar a las estructuras existentes, de acuerdo con lo que, sobre esto, ordene el encargado Facultativo de las obras, el cual designará y marcará los elementos que sean precisos conservar intactos.

Para disminuir al máximo el deterioro de los árboles que sean precisos conservar se procurará que, los que se tengan que aterrar, caigan hacia el centro de la zona objeto de limpieza. Cuando sea necesario evitar daños a otros árboles, en el tráfico por carretera o ferrocarril, o a estructuras próximas, los árboles se irán troceando por cada rama y tronco progresivamente. Si para proteger estos árboles u otra vegetación destinada a permanecer en un sitio, se precisa levantar barreras o utilizar cualquier otro medio, los trabajos correspondientes se ajustarán al que, sobre el particular, ordene el encargado Facultativo de las obras.

Los trabajos se realizarán de forma que provoquen la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a las obras.

Ninguna marca de propiedad o punto de referencia de datos topográficos, de cualquier clase, será estropeada o desplazada hasta que un agente autorizado haya referenciado, de alguna otra forma, su situación o aprobado su desplazamiento.

4.1.3. Excavaciones en Cualquier Tipo de Terreno

Las excavaciones se ejecutarán de acuerdo con los planos del Proyecto, y con los datos obtenidos del replanteo general de las obras, los Planos de detalle, y las órdenes de la Dirección de las obras.

La unidad de excavación incluirá la ampliación, mejora o rectificación de los taludes de las zonas de desmonte, así como su refine y la ejecución de cunetas provisionales o definitivas. La rectificación de los taludes, ya mencionada, se abonará al precio de excavación del Cuadro de Precios nº 1.

Las excavaciones se considerarán no clasificadas, y se definen con un precio único para cualquier tipo de terreno. La excavación especial de taludes en roca se abonará al precio único definitivo de excavación.

Si durante las excavaciones aparecen manantiales o filtraciones motivadas por cualquier causa, se ejecutarán los trabajos de acuerdo con las indicaciones existentes a la normativa vigente, y se considerarán incluidos en los precios de excavación.

En los precios de las excavaciones está incluido el transporte a cualquier distancia. Si a criterio del Director de las obras los materiales no son adecuados para la realización de otros trabajos de explanación se transportarán al vertedero, no siendo motivo de sobreprecio el posible incremento de distancia de transporte. El Director de las obras podrá autorizar el vertido de materiales a determinadas zonas, asumiendo el Contratista la obligación de ejecutar los trabajos de tendido y compactación, sin reclamar compensación económica de ningún tipo.

Medida y abono.

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m³) realmente excavados, midiendo por diferencia entre los perfiles tomados antes y después de los trabajos.

No son abonables los desprendimientos o los aumentos de volumen sobre las secciones que previamente se hayan fijado en este Proyecto.

Para el efecto de las medidas de movimiento de tierra, se entiende por metro cúbico de excavación el volumen correspondiente a esta unidad, referida al terreno tal como se encuentre donde se tenga que excavar.

Se entiende por volumen de terraplén, o relleno, el que corresponde a estas obras, después de ejecutadas y consolidadas, según lo que se prevé en estas condiciones.

Advertencia sobre los precios de las excavaciones.

Además de lo que se especifica en los artículos anteriores, y en otros donde se detalla la forma de la ejecución de las excavaciones, se tendrá que tener en cuenta lo siguiente:

-El Contratista, al ejecutar las excavaciones, se atenderá siempre a los planos e instrucciones del Facultativo. En caso que la excavación a ejecutar no fuese suficientemente definida, solicitará la aclaración antes de proceder a su ejecución.

Por tanto, no serán abonables los desprendimientos ni los aumentos de secciones no previstos en el Proyecto o fijados por el Director Facultativo.

-Contrariamente, si siguiendo las instrucciones del Facultativo, el Contratista ejecutase menor volumen de excavación que el que habría de resultar de todos los planos, o de las prescripciones fijadas, solo se considerará de abono el volumen realmente ejecutado.

En todos los casos, los vacíos que queden entre las excavaciones y las fábricas, incluido el resultante de los desprendimientos, se tendrá que rellenar con el mismo tipo de material, sin que el Contratista reciba, por esto, ninguna cantidad adicional.

En caso de duda sobre la determinación del precio de una excavación concreta, el Contratista se atenderá a lo que decida el Director Facultativo, sin ajustarse a lo que, a efectos de valoración del Presupuesto, figure en los presupuestos Parciales del Proyecto.

Se entiende que los precios de las excavaciones incluyen, además de las operaciones y gastos ya indicados, todos los auxiliares y complementarios, como son: instalaciones, suministros y consumo de energía para alumbrado y fuerza, suministro de aguas, ventilación utilización de cualquier clase de maquinaria con todos sus gastos y amortizaciones, etc. así como las pegas producidas por las filtraciones o por cualquier otro motivo.

4.1.4. Terraplenes

Consistentes en el tendido y compactación de materiales terrenos procedentes de excavaciones o préstamos. Los materiales para formar terraplenes cumplirán las especificaciones de la Normativa vigente. El equipo necesario para efectuar su compactación se determinará por el encargado Facultativo, en función de las características del material a compactar, según el tipo de obra.

El Contratista podrá utilizar un equipo diferente, por eso necesitará la autorización del Facultativo Director, que solo la concederá cuando, con el equipo propuesto por el Contratista, obtenga la compactación requerida, al menos, al mismo grado que con el equipo propuesto por el Facultativo encargado.

A continuación se extenderá el material en tandas de grosor uniforme y suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga, en todo su grosor, el grado de compactación exigido. Los materiales de cada capa serán de características uniformes, y si no lo fuesen se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con los medios adecuados para eso.

No se extenderá ninguna tanda mientras no se haya comprobado que la superficie subyacente cumpla las condiciones exigidas, por tanto, sea autorizada su extensión por

el encargado Facultativo. En caso que la tanda subyacente se haya reblandecido por una humedad excesiva, no se extenderá la siguiente.

Medida y abono.

Se medirán y abonarán por metro cúbico (m³) realmente ejecutado y compactado a su perfil definitivo, midiendo por diferencia entre perfiles tomados antes y después de los trabajos.

El material a utilizar será en algún caso, procedente de la excavación a la traza; en este caso el precio del relleno incluye la carga, transporte, extendido, humectación, compactación y nivelación.

En caso que el material provenga de préstamos, el precio correspondiente incluye la excavación, carga, transporte, extendido, humectación, compactación, nivelación y canon de préstamo correspondiente.

Los terraplenes considerados como rellenos localizados o piedraplenes, se ejecutarán de acuerdo con la normativa vigente al respecto, pero se medirán y abonarán como las unidades de terraplén.

4.1.5. Excavación y Relleno de Zanjas y Pozos

La unidad de excavación de zanjas y pozos comprende todas las operaciones necesarias para abrir las zanjas definidas para la ejecución del alcantarillado, abastecimiento de agua, el resto de las redes de servicios, definidas en el presente Proyecto, y las zanjas y pozos necesarios para cimientos o drenajes.

Las excavaciones se ejecutarán de acuerdo con las especificaciones de los planos del Proyecto y Normativa vigente, con los datos obtenidos del replanteo general de las Obras, los planos de detalle y las órdenes de la Dirección de las Obras.

Las excavaciones se considerarán no clasificadas y se definen con un solo precio para cualquier tipo de terreno.

Las excavaciones de roca y la excavación especial de taludes en roca, se abonará al precio único definido de excavación.

Si durante la ejecución de las excavaciones aparecen manantiales o filtraciones motivadas por cualquier causa, se utilizarán los medios que sean necesarios para agotar las aguas. El coste de las mencionadas operaciones estará comprendido en los precios de excavación.

El precio de las excavaciones comprende también las entibaciones que sean necesarias y el transporte de las tierras al vertedero, a cualquier distancia. La Dirección de las Obras podrá autorizar, si es posible, la ejecución de sobre-excavaciones para evitar las operaciones de apuntalamiento, pero los volúmenes sobre-excavados no serán objeto de abono. La excavación de zanjas se abonará por metros cúbicos (m³) excavados de acuerdo con las medidas teóricas de los planos del Proyecto.

El precio correspondiente incluye el suministro, transporte, manipulación y uso de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesaria para su ejecución; la limpieza y desbrozo de toda la vegetación; la construcción de obras de desguace, para evitar la entrada de aguas; la construcción de los apuntalamientos y los calzados que se precisen; el transporte de los productos extraídos al lugar de uso, a los depósitos, o al vertedero; indemnizaciones a quien haga falta, y arreglo de las áreas afectadas.

Cuando durante los trabajos de excavación aparezcan servicios existentes, con independencia del hecho que se hayan contemplado o no al Proyecto, los trabajos se ejecutarán incluidos con medios manuales, para no estropear estas instalaciones, completándose la excavación con el calzado o suspendido en buenas condiciones de las conducciones de agua, gas, alcantarillado, instalaciones eléctricas, telefónicas, etc. o con cualquier otro servicio que sea preciso descubrir, sin que el Contratista tenga ningún derecho a pagos por estos conceptos.

El relleno de las zanjas se ejecutará con el mismo grado de compactación exigidos a los terraplenes. El Contratista utilizará los medios de compactación ligeros necesarios y

reducirá el grosor de las tandas, sin que los mencionados trabajos puedan ser objeto de sobreprecio.

4.2. Equipos Eléctricos

4.2.1. Generalidades

El Contratista será el responsable del suministro de los equipos elementos eléctricos. La mínima protección será IP54, según DIN 40050, garantizándose una protección contra depósitos nocivos de polvo y salpicaduras de agua; garantía de protección contra derivaciones.

Se preverán prensaestopas de aireación en las partes inferiores de los armarios. En los armarios grandes, en la parte inferior y superior, para garantizar mejor la circulación del aire.

Se tendrán en cuenta las condiciones ambientales de uso. Por ello, se aplicará la clasificación 721-2 de polvo, arena, niebla salina, viento, etc. según norma IEC 721.

Para determinar los dispositivos de protección en cada punto de la instalación se deberá calcular y conocer:

- a) La intensidad de empleo en función del $\cos \varphi$, simultaneidad, utilización y factores de aplicación previstos e imprevistos. De éste último se fijará un factor, y éste se expresará en la oferta.
- b) La intensidad del cortocircuito.
- c) El poder de corte del dispositivo de protección, que deberá ser mayor que la I_{cc} (intensidad de cortocircuito) del punto en el cual está instalado.
- d) La coordinación del dispositivo de protección con el aparellaje situado aguas abajo.

- e) La selectividad a considerar en cada caso, con otros dispositivos de protección situados aguas arriba.

Se determinará la sección de fases y la sección de neutro en función de protegerlos contra sobrecargas, verificándose:

- a) La intensidad que pueda soportar la instalación será mayor que la intensidad de empleo, previamente calculada.
- b) La caída de tensión en el punto más desfavorable de la instalación será inferior a la caída de tensión permitida, considerados los casos más desfavorables, como por ejemplo tener todos los equipos en marcha con las condiciones ambientales extremas.
- c) Las secciones de los cables de alimentación general y particular tendrán en cuenta los consumos de las futuras ampliaciones.

Se verificará la relación de seguridad (V_c / V_L), tensión de contacto menor o igual a la tensión límite permitida según los locales MI-BT021, protección contra contactos directos e indirectos.

La protección contra sobrecargas y cortocircuitos se hará, preferentemente, con interruptores automáticos de alto poder de cortocircuito, con un poder de corte aproximado de 50 KA, y tiempo de corte inferior a 10 ms. Cuando se prevean intensidades de cortocircuito superiores a las 50 KA, se colocarán limitadores de poder de corte mayor que 100 KA y tiempo de corte inferior a 5 ms.

Estos interruptores automáticos tendrán la posibilidad de rearme a distancia a ser mandados por los PLC del telemando. Así mismo poseerán bloques de contactos auxiliares que discriminen y señalicen el disparo por cortocircuito, del térmico, así como posiciones del mando manual.

Idéntica posibilidad de rearme a distancia tendrán los detectores de defecto a tierra.

Las curvas de disparo magnético de los disyuntores, se adaptarán a las distintas protecciones de los receptores.

Cuando se empleen fusibles como limitadores de corriente, éstos se adaptarán a las distintas clases de receptores, empleándose para ello los más adecuados según la norma UNE 21-103.

La protección contra choque eléctrico será prevista, y se cumplirá con las normas UNE 20-383 y MI-BT021.

La determinación de la corriente admisible en las canalizaciones y su emplazamiento será, como mínimo, según lo establecido en MI BT004. La corriente de las canalizaciones será 1.5 veces la corriente admisible.

Las caídas de tensión máximas autorizadas serán según MI BT017, siendo el máximo, en el punto más desfavorable, del 5% en fuerza. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente, en las condiciones atmosféricas más desfavorables.

Los conductores eléctricos usarán los colores distintivos según normas UNE, y serán etiquetados y numerados para facilitar su fácil localización e interpretación en los planos y en la instalación.

El sistema de instalación será según la instrucción MI BT018 y otras por interiores y receptores, teniendo en cuenta las características especiales de los locales y tipo de industria.

El Contratista u ofertante debe detallar en su oferta todos los elementos y equipos eléctricos ofrecidos, indicando nombre de fabricante.

Además de las especificaciones requeridas y ofrecidas, se debe incluir en la oferta:

a) Memorando de cálculos de carga, de iluminación, de tierra, protecciones y otros que ayuden a clasificar La calidad de las instalaciones ofertadas.

b) Diseños preliminares y planos de los sistemas ofertados.

En planos se empleará simbología normalizada S/UNE 20.004.

Se tenderá a homogeneizar el tipo de esquema, numeración de borneros de salida y entrada y en general todos los elementos y medios posibles de forma que facilite el mantenimiento de las instalaciones.

5. Medio Ambiente

La actual demanda social exige que el daño al Medio Ambiente necesario para el desarrollo Industrial, este limitado, y que se pongan los medios técnicos necesarios para minimizarlo, tanto por parte de las Empresas y por la Administración.

La sociedad exige, a las Empresas y la Administración, también la recuperación del Medio Ambiente dañado en el pasado, a través de inversiones para restauración y conservación del medio.

5.1 Conducta Medioambiental exigida por la Sociedad

La sociedad es cada vez más exigente, como se ha comentado anteriormente. Esta exigencia proviene del mayor conocimiento de los problemas ambientales existentes, de una mayor sensibilización, desde la infancia, sobre una necesidad de protección hacia el entorno y de la comprensión de que, para persistir nuestro bienestar, es necesario equilibrar el consumo de recursos, mejorar la gestión de nuestros residuos², recuperar espacios degradados, descontaminar, etc.

Así, la sociedad en general, y los clientes de las empresas en particular, demandan de estas que cada vez sean más responsables y respetuosas con el medio ambiente. Asumiendo:

Compromisos Medioambientales

De estos compromisos los que más están aumentando son la utilización de embalajes y recipientes que son posibles reciclar, así como, la utilización de compuestos biodegradables para componentes.

² RESIDUO. Cualquier sustancia u objeto perteneciente a alguna de las categorías que figuran en el anexo de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos, del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprenderse. En todo caso, tendrán esta consideración los que figuren en el Catálogo Europeo de Residuos (CER), aprobado por las Instituciones Comunitarias.

Imagen Social de la Empresa

Las empresas a través de la publicidad y medios de comunicación, se presentan como respetuosas con el Medio Ambiente, presentando las etiquetas, sellos o certificados conseguidos relacionados con el Medio Ambiente. Este despliegue de medios publicitarios, van principalmente encaminados a conseguir clientes que compren sus productos o clientes que compren las acciones de la empresa como merecedores de una garantía de futuro.

5.2 Producción de Residuos

Uno de los principales aspectos medioambientales a tener en cuenta en cualquier organización empresarial, es la generación de residuos. Como antes hemos visto, para llevar a cabo una actividad empresarial o un proceso productivo, resulta necesario partir de unas materias primas o auxiliares en cuya fabricación se generan gran cantidad de residuos además de una tipología muy variada.

Así, en cualquier actividad industrial se genera una gran cantidad de residuos, cuyas repercusiones sobre el medio ambiente dependerán tanto de la cantidad generada, como de la peligrosidad (o toxicidad) que estos tienen para el medio ambiente. Hay determinadas sustancias que presentan una peligrosidad muy elevada, de modo que una pequeña cantidad de las mismas pueden afectar gravemente al entorno, entre ellas al ser humano, que no debemos olvidar que es una especie más dentro de los ecosistemas.

La legislación obliga a que las empresas gestionen adecuadamente los residuos que generan, lo que ocurre es que hasta ahora, todavía no se ha aplicado con gran rigor la legislación medioambiental vigente y muchas de las empresas que operan en nuestro país no gestionan adecuadamente sus residuos, en parte por desconocimiento de la legislación.

Hoy por hoy, todavía son pocas las sanciones que se registran por este tipo de incumplimientos, pero cada vez la ley se aplica con un mayor rigor, y se dispone de

mayores medios para controlar a las empresas y detectar los incumplimientos que pudieran llevarse a cabo.

En primer lugar, poco a poco los empresarios y los trabajadores de las empresas deben darse cuenta de que minimizar residuos es rentable. Las empresas invierten gran cantidad de dinero en gestionar adecuadamente los residuos que generan como consecuencia de sus actividades, productos, procesos y/o servicios.

Esta cantidad, que hoy en día ya es elevada, cada vez irá creciendo más, pues las exigencias legales en esta materia se van incrementando paulatinamente. De este modo, si en una empresa se aplica un plan de minimización de la contaminación, en este caso, del volumen o cantidad de residuos generados, se puede llegar a ahorrar mucho dinero y optimizar los procesos productivos, derrochando la menor cantidad posible de materias primas y auxiliares.

Las empresas deben hacer suya la premisa de que minimizar residuos es rentable y buscar por una parte reducir el volumen de residuos generados como consecuencia de sus actividades, y por otra, generar residuos que resulte más barato gestionar mediante la reducción de la peligrosidad de los mismos. Estas medidas se pueden complementar con otras tales como inscribir a la empresa en las bolsas de subproductos, etc.

5.3 Tipos de residuos

Uno de los aspectos medioambientales que se producen en las actividades del negocio de Distribución es la generación de residuos de diferentes tipos cuya gestión inadecuada puede dar origen a impactos significativos en el medio ambiente.

Los residuos industriales que por sus constituyentes no tienen carácter peligroso, ni causen efectos perniciosos sobre el medio ambiente, salud humana o recursos naturales, se clasifican en tres tipos: residuos urbanos, asimilables a urbanos e inertes.

Estos residuos no podrán mezclarse con residuos catalogados como Peligrosos, de lo contrario pueden ser contaminados y entonces deberían ser gestionados como un Residuo Peligroso.

Los distintos residuos que se generan son:

- Residuos urbanos y asimilables a urbanos, que son los generados por las personas que trabajan en las instalaciones (residuos sólidos urbanos, papel y cartón, plásticos, latas de aluminio, madera, etc.).
- Residuos inertes como tornillos, cableados, chatarra metálica, postes metálicos y de hormigón, etc.
- Residuos peligrosos³, los residuos peligrosos se caracterizan por ser muy perjudiciales para el medio ambiente, y por ello requieren una gestión muy particular y adecuada, para evitar su impacto ambiental. Los principales residuos peligrosos generados en las líneas de distribución y subestaciones, son los siguientes: Aceites usados y PCB⁴.
- Aparatos que contienen PCB: cualquier aparato que contenga o haya contenido PCB tales como, los transformadores, condensadores, etc. y que lo contenga actualmente en una cantidad superior a 0,05 % en peso de PCB (50 ppm). Cualquier aparato que por razones de fabricación, utilización o mantenimiento pueda contener PCB se considerará que lo contiene, salvo se pruebe lo contrario.

Otros residuos peligrosos generados en menor cantidad son:

³ Aquellos que figuren en la lista de residuos peligrosos, aprobada en la Orden MAM/304/2002, así como los recipientes y envases que los haya contenido. Los que hayan sido calificados como peligrosos por la normativa comunitaria y los que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en convenios internacionales de los que España sea parte.

⁴ PCB (Policlorobifenilos): Se entiende por PCB: - El líquido aislante formado por una mezcla de varios isómeros y compuestos homólogos, obtenidos por sustitución de, al menos, dos átomos de hidrógeno de la molécula de bifenilo por átomos de cloro. - Cualquier mezcla de policlorobifenilos y clorobenceno en una concentración superior al 0,05% en peso (50 ppm).

Disolventes usados. Trapos, papel, serrines, filtros de aceite y otros absorbentes contaminados con disolventes, grasas y aceites. Tubos fluorescentes y lámparas de vapor de mercurio. Baterías usadas. Pilas usadas. Residuos con amianto. Toner usados. Envases contaminados (de pinturas, productos químicos, etc.) Residuos de laboratorio y productos químicos caducados. Postes impregnados con creosotas. Residuos de instalaciones con SF6. Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEEs).

5.4 Legislación del Estado Español referente a residuos

La legislación del Estado en cuanto a residuos se fundamenta en dos normas con rango de Ley, la Ley 11/1997 de envases y residuos de envases y la ley 10/1998 de residuos.

- La Ley 11/ 1997 de envases y residuos de envases, tiene como principal prioridad conseguir la aplicación de políticas preventivas que permitan reducir la cantidad y la toxicidad de los residuos de envases, atendiendo al principio de que la reducción es el mejor método posible de gestión de los residuos. Como complemento de las medidas preventivas, la norma apuesta decididamente por el fomento de la reutilización de los envases usados como método idóneo de reducción, una vez que los envases han sido puestos en el mercado, al tiempo que favorece el reciclado como opción de gestión de residuos de envases preferible sobre la valorización energética.
- La Ley 10/1998 de residuos, tiene como objetivo prevenir la producción de residuos, establecer el régimen jurídico de su producción y gestión y fomentar, por este orden, su reducción, su reutilización, reciclado y otras formas de valorización, así como regular los suelos contaminados, con la finalidad de proteger el medio ambiente y la salud de las personas. La ley incluye normativa general sobre producción, posesión y gestión de residuos, y normas específicas sobre residuos urbanos y residuos peligrosos. En lo que se refiere a instalaciones eléctricas, destaca el Real Decreto 1378/1999, de 27 de agosto, sobre gestión de policlorobifenilos (PCB) y policlorotrifenilos (PCT), así como la normativa más genérica sobre aceites usados.

Real Decreto 2216/1985, de 28 de octubre, por el que se aprueba el reglamento sobre declaración de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas. * Derogado por el Real Decreto 363/1995.

Real Decreto 833/1988 de 20 de julio por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

Orden de 28 de febrero de 1.989, por el que se regula la gestión de aceites usados.

Orden de 13 de octubre de 1.989, por la que se determinan los métodos de caracterización de residuos tóxicos y peligrosos.

Orden de 13 de junio de 1.990, por la que se modifica el apartado decimosexto, 2 y el anexo II de la Orden de 28 de febrero de 1.989, por la que se regula la gestión de aceites usados.

Real Decreto 45/1996, de 19 de enero, por el que se regulan diversos aspectos relacionados con las pilas y los acumuladores que contengan determinadas materias peligrosas

Ley 11/1997, de envases y residuos de envases. Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de Actividades Potencialmente Contaminantes del Suelo y los Criterios y Estándares para la declaración de suelos contaminados

Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.

Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos.

Real Decreto 782/1998, de 30 de abril por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases.

Real Decreto 1378/1999, de 27 de agosto, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los policlorobifenilos, policloroterfenilos y aparatos que los contengan (PCBs/PCTs)

Real Decreto 1416/2001, de 14 de diciembre, sobre envases de productos fitosanitarios

Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

Real Decreto 1383/2002, de 20 de diciembre, sobre gestión de vehículos al final de su vida útil - Orden INT/249/2004, de 5 de febrero, por la que se regula la baja definitiva de los vehículos descontaminados al final de su vida útil

Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre Aparatos Eléctricos y Electrónicos y la gestión de sus Residuos

5.5 Requisitos medioambientales para el proyecto de cambio de tensión de la ciudad de la ciudad de Lleida

Toda empresa que intervenga en los trabajos de realización de este proyecto, en lo que se refiere a la política medioambiental y en especial a la generación de residuos, lo hará siguiendo las predisposiciones que establece la Normativa vigente referida anteriormente.

Se entiende pues, que los residuos generados habrán de ser clasificados, retirados, tratados por un gestor de residuos autorizado y utilizando los medios adecuados.

ÍNDICE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Memoria

1. Antecedentes y objeto del estudio de seguridad y salud.

2. Ámbito de aplicación

3. Datos generales de la obra

4. Descripción de los trabajos

4.1. Descripción de los trabajos que se requieren

4.2. Características del entorno de trabajo

4.3. Instalaciones provisionales, maquinaria, medios auxiliares y sustancias a utilizar

5. Evaluación de riesgos. Análisis y medidas preventivas

5.1. Con carácter general.

5.1.1 Orden y limpieza. Acopio de materiales

5.1.2 Manipulación de cargas

5.1.3 Trabajos con riesgo eléctrico

5.1.4 Trabajos al aire libre

5.2. Relativos al proceso constructivo

5.2.1 Excavaciones de zanjas

5.3. Relativos a la maquinaria y herramientas

5.3.1 Maquinaria de movimiento de tierras en general

5.3.2 Retroexcavadora

5.3.3 Grúa autopropulsada

5.3.4 Camión grúa

5.3.5 Camión hormigonera

5.3.6 Camión basculante

5.3.7 Dúmper o autovolquete

5.3.8 Cabestrantes

5.3.9 Máquina de compresión

5.3.10 Compresor

5.3.11 Martillo neumático

5.3.12 Grupos electrógenos

5.3.13 Equipo de soldadura oxiacetilénica y oxicorte

5.3.14 Radial

5.3.15 Herramientas manuales

5.4. Relativos a los medios auxiliares

5.4.1 Plataforma elevadora autopropulsada

5.4.2 Escaleras manuales

5.5 Relativos al entorno

5.6 Informaciones útiles para trabajos posteriores

Pliego de condiciones del estudio de seguridad y salud

1. Normativa legal de aplicación

1.1. Disposiciones de las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas de la obra

1.2. Normas legales y aplicables a las condiciones de seguridad de los elementos, maquinaria, útiles, herramientas, equipos y sistemas preventivos a utilizar o aplicar en la obra

2. Prescripciones de los medios de seguridad

2.1 Equipos de Protección Individual

2.2 Protecciones colectivas

2.3.1 Señalización

2.4 Prescripciones de los medios auxiliares

2.4.1 Escaleras manuales en general

2.4.2 Escaleras metálicas

2.4.3 Escaleras de tijera

3. Obligaciones de las partes implicadas

3.1. Promotor

3.2. Dirección Facultativa

3.3. Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución

3.4. Contratistas y Subcontratistas

3.5. Trabajadores Autónomos

4. Organización de la prevención en obra

4.1 Tramitación del estudio de seguridad y salud

4.2 Responsables de seguridad a pie de obra

4.3 Organización preventiva de la empresa contratada

5. Reuniones de seguridad en obra

5.1 Comité de Seguridad y Salud en obra

5.2 Delegados de prevención

5.3 Servicios de Prevención

6. Medidas de actuación en caso de emergencia y ante riesgo grave e inminente

6.1 Primeros auxilios y asistencia sanitaria

6.2 Botiquín

6.3 Extinción de incendios

7. Comunicación de accidentes e incidentes.

7.1 Servicios higiénicos

8. Formación e información a los trabajadores

9. Vigilancia de la salud

10. Responsabilidades y penalizaciones

10.1 Requerimientos por incumplimientos

10.2 Paralización de los trabajos

10.3 Libro de incidencias

10.4 Penalizaciones

11. AVISO PREVIO

MEMORIA

1. Antecedentes y objeto del estudio de seguridad y salud

De acuerdo con lo estipulado en el Real Decreto (RD) 1627/97 de 24 de octubre sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en Obras de Construcción, la redacción de Estudio de Seguridad y Salud tendrá carácter obligatorio cuando en las obras a que se refiere el proyecto de referencia se dé alguno de los siguientes supuestos:

- a) Que el presupuesto de ejecución material de la obra por contrata sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759 €).
- b) Que la duración estimada de la obra sea superior a 30 días laborables, empleando en algún momento a más de 20 trabajadores.
- c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores sea superior a 500.
- d) Que se trate de obras de túneles o galerías, conducciones subterráneas y presas.

En este estudio se dan las directrices básicas a las empresas constructoras para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su trabajo bajo el control de la dirección del Coordinador en Materia de Seguridad y Salud o en su defecto de la Dirección Facultativa de acuerdo con el RD 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción.

Dicho estudio deberá formar parte del proyecto de obra, ser coherente con el contenido del mismo y recoger las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleve la realización de la obra.

2. Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, es la obra por título “PROYECTO PARA LA UNIFICACIÓN DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN DE LA CIUDAD DE LLEIDA” que se desarrollará en Lleida, así como a todo el personal que va a intervenir en la misma.

3. Datos generales de la obra

Los datos generales de la obra “PROYECTO PARA LA UNIFICACIÓN DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN DE LA CIUDAD DE LLEIDA” son los que a continuación se indican:

Datos Generales:

Promotor: FECSA-ENDESA

Situación de la obra: Casco urbano de la ciudad de Lleida

Plazo de ejecución: 6 meses

Presupuesto de ejecución: 1.472.417,84 €

Numero total de trabajadores en obra: a determinar

Numero simultáneo de trabajadores en obra: a determinar

Fase de Proyecto

Autor del proyecto de ejecución: Victorià Burrueco Franco

Autor del Estudio de Seguridad y Salud: Victorià Burrueco Franco

Otros

Las figuras del coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución, la dirección facultativa y del contratista, se conocerán en el momento de adjudicación de la obra.

4. Descripción de los trabajos

4.1. Descripción de los trabajos que se requieren

Los trabajos consisten en la construcción de varias líneas subterráneas de 25 kV y reformas de Centros de Distribución con origen en subestación Mitjana

La línea discurre por el término municipal de Lleida

Las unidades de obra más relevantes son:

Ejecución de obra civil para cables subterráneos (zanjas, cámaras de empalme, etc.)

Tendido de cables aislados y ejecución de empalmes y terminales.

Reforma en interior de Centros de Distribución.

En la tabla siguiente se muestra la duración estimada de cada uno de los trabajos, así como el personal que interviene en cada uno de los mismos:

Unidad de obra	Nº de operarios	Nº de días por unidad obra	Nº de días hombre
Obra civil para cable subterráneo	8	15	120
Tendido cables subterráneos	8	15	120

Todas estas actividades podrán solaparse adecuadamente para reducir en lo posible el plazo total de ejecución de la obra, si bien corresponderá al Contratista la concreción de todas estas circunstancias a la vista del desarrollo real de las diversas actividades programadas, la climatología, las entregas de materiales, etc.

4.2. Características del entorno de trabajo

La principal característica de este tipo de obras es su realización a la intemperie.

La línea eléctrica, realiza cruzamientos con otras líneas eléctricas, carreteras, otros servicios (gas, agua, telecomunicaciones), en los cuales se deberán tomar las medidas de protección necesarias para la correcta ejecución de las obras:

4.3. Instalaciones provisionales, maquinaria, medios auxiliares y sustancias a utilizar

Dada la característica itinerante de la obra, no se realizará ningún tipo de instalación provisional: eléctrica, agua, saneamiento, etc.

No obstante, en el caso excepcional en que se proyectara alguna de ellas, se realizará cumpliendo con la reglamentación vigente que les aplique.

Se prevé el uso de grupos electrógenos para el suministro de energía eléctrica a los distintos equipos y herramientas.

Maquinaria

- Retroexcavadora
- Camión hormigonera
- Grúa autopropulsada.
- Camión basculante
- Dumpers

Máquinas herramienta

- Máquina de soldadura.
- Radial.
- Grupos electrógenos.
- Cabrestantes.
- Máquina de compresión.
- Grupos electrógenos.
- Compresor.
- Martillo neumático.
- Radial.
- Taladro.

Herramientas manuales

- Herramientas de izado.
- Herramientas manuales.
- Cinceles y punzones.
- Martillos.
- Destornilladores.
- Llaves.

Medios auxiliares

- Plataforma elevadora autopropulsada
- Escaleras manuales.

5. Evaluación de riesgos. Análisis y medidas preventivas

5.1. Con carácter general

5.1.1 Orden y limpieza. Acopio de materiales

Riesgos

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de objetos.
- Maquinaria automotriz y vehículos.
- Atrapamientos.
- Contactos eléctricos.
- Sobreesfuerzos.
- Tráfico.

El orden y la limpieza hacen que el trabajo sea más seguro. De hecho, el desorden y la suciedad contribuyen a la propagación de incendios, dificultan la evacuación en casos de emergencia y provocan caídas y golpes.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- La basura se colocará en lugar adecuado y será retirada frecuentemente.
- Se evitará la acumulación en el suelo de desperdicios como virutas, papeles, etc.
- Las manchas de aceite, pintura, grasa, etc., se limpiarán inmediatamente.
- Las herramientas y equipos de trabajo se devolverán a su lugar una vez finalizado su empleo.

- Las herramientas punzantes o cortantes se protegerán para evitar daños.
- Cada producto se almacenará en el lugar adecuado.
- No se almacenará nada en: pasillos, vías de evacuación, delante de salidas de emergencia, extintores, etc.
- La altura de los apilamientos será la adecuada al peso que puedan soportar las cajas, palés, etc.
- Se observaran estrictamente las normas de almacenamiento de todas aquellas sustancias nocivas, corrosivas, explosivas, etc.
- Las botellas y bombonas de combustible se almacenarán en posición vertical y sujeta a la pared mediante bridas que impidan una caída accidental.

En lo referente al acopio de materiales se tomarán las siguientes medidas:

El capataz encargado de la obra, buscará un lugar adecuado para el acopio de materiales a pie de obra, velando porque se cumplan las medidas de seguridad durante el proceso de descarga de materiales y que no se interrumpa la circulación, tanto durante la descarga como que los materiales almacenados no creen ningún peligro tanto para la circulación de vehículos, animales o personas como para las instalaciones, especialmente líneas eléctricas.

Para la elección del lugar de acopio, se ha de tener en cuenta los siguientes preceptos:

- Se procurará buscar un lugar de fácil acceso, de tal manera que la entrada y salida de camiones y demás vehículos no cree situaciones de riesgo en las vías de acceso y que todas las maniobras se hagan de acuerdo con el código de circulación.

- Se comprobará minuciosamente que en la zona de descarga o almacenamiento no hay líneas eléctricas que puedan en un momento dado presentar un peligro, especialmente a personas ajenas, camioneros, etc.
- Los postes se depositarán correctamente, para poder realizar las acciones de estrobo y desestrobo.
- Las bobinas se depositarán verticalmente, preferentemente en zona llana, y en cualquier caso, se calzarán adecuadamente para asegurar su estabilidad.

Se emplearán los siguientes equipos de protección individual:

- Ropa de trabajo y traje de agua si es necesario.
- Botas de seguridad.
- Guantes de protección.
- Casco de seguridad.

5.1.2 Manipulación de cargas

Riesgos

- Caída de objetos en manipulación.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.

Equipos de protección individual

- Casco de protección antiimpacto.
- Botas de seguridad con suela antideslizante y puntera reforzada.
- Guantes de protección.
- Cinturón de protección lumbar.

Medidas preventivas

Recomendaciones generales

-Examine la carga antes de proceder a manejarla, verifique su peso, dimensiones, estabilidad, si presenta aristas vivas, cortantes, objetos punzantes, si está bien atada, cerrada o asegurado el contenedor, envase o recipiente de la carga.

-Utilice botas de seguridad antideslizantes y puntera de seguridad cuando maneje objetos pesados. Use guantes de protección, gafas de seguridad o cualquier otro equipo de protección personal necesario cuando la carga a transportar presente riesgos adicionales.

-Solicite ayuda si la carga es pesada, voluminosa, peligrosa, inestable o la distancia a transportar sea grande. Utilice medios mecánicos auxiliares tales como carretillas automotoras, carros, traspalets, grúas y polipastos, etc., antes de hacerlo manualmente.

-Cuando utilice carros o traspalets para el transporte de materiales, mantenga control visual de la carga que transporte, es recomendable empujar la carga y no tirar de ella.

-Si transporta una carga con ayuda de uno o más compañeros, sólo uno será el responsable de dirigir la maniobra.

-Verifique y evite que las zonas de paso por las que va a transportar la carga presenten obstáculos, aceite, suciedad o humedad en los suelos.

-Inspeccione el lugar donde dejará la carga antes de transportarla y cerciórese de que es estable y seguro. Prepare el lugar donde dejará la carga si es necesario, colocando listones como base que permita posicionar el objeto sin riesgo para las manos, por ejemplo.

-Procure llevar cargas en forma simétrica, evite levantar cargas pesadas con un brazo.

-Utilice el propio peso de su cuerpo para reducir el esfuerzo que se vaya a realizar, como contrapeso para frenar el descenso de una carga, para desequilibrar un objeto que queremos mover, etc.

Recomendaciones para el levantamiento manual de cargas

-Analizar previamente la carga:

-El peso de la carga no deberá exceder los 40 kg para un trabajador entrenado o los 25 kg para el resto.

-Las zonas de agarre, el contenedor o el recipiente de la carga, deberán ofrecer la suficiente estabilidad y resistencia.

-Si presenta aristas vivas, cortantes, astillas, objetos punzantes, etc., utilizar guantes de protección adecuados.

-Sitúese lo más cerca posible de la carga, con los pies bien apoyados en el suelo.

-Coloque los pies con una separación entre sí similar al ancho de las caderas o a unos 50 cm aproximadamente, con un pié ligeramente más adelante que el otro para proporcionar más estabilidad.

-Flexione las piernas para coger la carga del suelo y aproxímese lo más posible a la carga, manteniendo la espalda recta.

-Sujete firmemente la carga, utilizando las palmas de las manos y las falanges de los dedos. Conserve los brazos y codos lo más pegado posible al cuerpo.

-Levante la carga utilizando las piernas con un movimiento de extensión, manteniendo la espalda recta, metiendo la barbilla (a fin de que el cuello y la cabeza se alineen con el plano de la espalda), con el abdomen contraído y manteniendo la posición de los brazos.

-No levante una carga pesada por encima de la cintura en un sólo movimiento, una vez erguido, utilice los brazos para hacer fuerza.

-Procure mantener, en la medida de lo posible, los brazos extendidos durante la manipulación manual de cargas, para evitar un esfuerzo y fatiga innecesario.

-No realice giros del tronco, inclinaciones laterales o doble la espalda mientras sostiene o transporte una carga pesada, sólo utilice las piernas para realizar cualquier movimiento o desplazamiento. Camine con la espalda erguida.

-Evite que la carga le impida ver lo que está delante y lleve la carga bien equilibrada.

-Para dejar una carga en el suelo, observe el procedimiento para levantar la carga; para dejarla en una mesa o estantería, procure situarse lo más próximo a ella, apoye la carga y luego posiciónela en su lugar rodándola o deslizándola.

5.1.3 Trabajos con riesgo eléctrico

Normas básicas de seguridad para trabajos en baja tensión

-Los trabajadores que realicen este tipo de trabajos deberán estar adecuadamente formados, debiendo ser conocedores de los riesgos inherentes a las instalaciones eléctricas así como con los métodos de trabajo y medidas preventivas a adoptar.

-No se procederá a la realización de ninguna maniobra sin el permiso del responsable de los trabajos.

-No se manipulará ningún aparato o cuadro eléctrico sin estar autorizado y/o sin saber como se comporta la electricidad

-Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico, deberá efectuarse sin tensión. Para dejar la instalación eléctrica sin tensión, se seguirán por este orden las siguientes disposiciones:

-Aislar de cualquier fuente de alimentación la parte de la instalación en la que se va a trabajar mediante la apertura de los aparatos de corte más próximos a la zona de trabajo.

-Bloquear en posición de apertura cada uno de los aparatos de corte, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo. Este cartel será de material aislante, normalizado y llevará una zona blanca donde pueda escribirse el nombre de la persona que realiza los trabajos.

-Comprobar mediante un verificador la ausencia de tensión en cada una de las partes eléctricamente separadas de la instalación (fases, neutros ambos extremos de los fusibles o bornes,...).

-No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos sin comprobar que no existen personas trabajando. El cartel sólo será retirado por la persona que lo colocó y cuyo nombre debe figurar.

-Cuando los trabajos deban realizarse en la proximidad de partes conductoras desnudas en tensión, pertenecientes a instalaciones de baja tensión y no sea posible dejarlas sin tensión, se adoptarán las siguientes medidas:

-Delimitar perfectamente la zona de trabajo, señalizando adecuadamente.

-Aislar las partes conductoras desnudas, dentro de la zona de trabajo, mediante pantallas, fundas, capuchones, telas aislantes. Si estas operaciones no se hacen con corte previo, debe actuarse como en un trabajo en tensión.

-Siempre que se realicen trabajos en tensión, el trabajador irá provisto de la protección personal correspondiente (botas, guantes dieléctricos y pantallas protectoras), y conocerá los procedimientos de trabajo a aplicar. Deberá poseer la formación, acreditación y autorización correspondiente para la realización de los mismos.

Normas básicas de seguridad para trabajos en proximidad de líneas de A.T.

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. Se mantendrán siempre las distancias límites de las zonas de trabajo que marca el RD 614/2001:

<i>U_n</i>	<i>D PEL-1</i>	<i>D PEL-2</i>	<i>D PROX-1</i>	<i>D PROX-2</i>
<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

U_n= 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).

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.

Zona de proximidad: espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última.

Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.

Para mayor seguridad se solicitará de la Compañía Eléctrica el corte del servicio durante el tiempo que requieran los trabajos siempre que sea posible.

Preparación del trabajo.

Antes de iniciar el trabajo en proximidad de elementos en tensión, un trabajador cualificado, determinará la viabilidad del trabajo. De ser el trabajo viable, deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:

- El número de elementos en tensión.
- 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.

Si, a pesar de las medidas adoptadas, siguen existiendo elementos en tensión cuyas zonas de peligro son accesibles, se deberá:

-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.

-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.

Realización del trabajo.

Cuando las medidas adoptadas 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 anteriormente, por trabajadores autorizados, o bajo la vigilancia de uno de éstos.

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.

Líneas subterráneas

Se aplicarán las cinco reglas de oro. Además, en la apertura de zanjas en que se prevea la existencia de canalizaciones con tendido eléctrico en A.T., se solicitará la desconexión y descargo de la línea en los siguientes casos:

-Para trabajos realizados con herramientas manuales, cuando la distancia sea inferior a 0,5 metros.

-Para trabajos realizados con útiles mecánicos, cuando la distancia sea inferior a un metro.

En todo caso se dispondrán de los planos de las líneas que las empresas suministradoras tengan en la zona de actuación.

Toda canalización subterránea irá protegida y señalizada según se indica en la memoria del Proyecto.

5.1.4 Trabajos al aire libre

Riesgos

- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas.
- Accidentes causados con seres vivos.
- Atropello o golpes con vehículos.
- Exposición a agentes físicos: estrés térmico.
- Fatiga visual.
- Accidentes de Tráfico.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Impermeable.

Medidas preventivas

Protección contra el calor

- Beber abundante agua u otro líquido no alcohólico y tomar abundante sal en las comidas.

- Mantener la piel lo más limpia posible para favorecer la transpiración.
- Cubrir la cabeza con un sombrero o gorra.
- Realizar breves descansos cada dos horas, consumiendo algún alimento y bebiendo agua.
- Evitar, en la medida de lo posible, las faenas en las horas centrales del día.

Protección contra el frío

- Utilizar ropa y calzado adecuados, proteger las manos con guantes y usar un pasamontañas si es necesario. En caso de humedad elevada o lluvia, se utilizarán prendas y calzado impermeables.
- Incrementar el consumo de líquidos por pérdida de los mismos. Es aconsejable tomar bebidas templadas, dulces y evitar el consumo de alcohol.
- La dieta ha de ser equilibrada y suficiente para contrarrestar el gasto derivado del esfuerzo físico.
- Evitar, en la medida de lo posible, posturas estáticas y especialmente forzadas.

Protección en caso de fuerte viento y tormentas

- Evitar situarse debajo o cerca de árboles, postes y sobre todo de tendidos eléctricos para evitar el riesgo de electrocución en el caso de rayos o aplastamiento en caso de fuerte viento.
- No cobijarse en cuevas húmedas ni junto a cursos de agua o cercas de alambre. Cobijarse en cabañas o chozas cerrando puertas y ventanas, cobijarse en masas densas de árboles o dentro de un automóvil.
- No circular con el tractor ni sobre una caballería. Evitar los lugares elevados.
- Si se encuentra en un descampado, y si es posible, tiéndase en el suelo y cúbrase con un plástico hasta que escampe.

5.2. Relativos al proceso constructivo

5.2.1 Excavaciones de zanjas

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento (sobrecargas en bordes de excavación, inexistencia de taludes, filtraciones de agua, excavación bajo el nivel freático).
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos (objetos suspendidos con grúas, materiales transportados en camiones).
- Pisadas sobre objetos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos (por órganos móviles de la maquinaria sin proteger).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (elevación o transporte de personas, caída de máquinas al interior de la excavación).
- Atropellos o golpes con vehículos.

- Sobreesfuerzos (lumbalgias por posturas inadecuadas en el uso de herramientas).
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos eléctricos (contacto de maquinaria con líneas eléctricas enterradas o aéreas, falta de señalización de la ubicación de líneas enterradas).
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas (ambiente con exceso de polvo).
- Incendios (por inadecuado almacenamiento del combustible, por rotura de conducciones enterradas).
- Accidentes causados por seres vivos (presencia de parásitos e insectos).
- Exposición a agentes físicos: ruido.
- Exposición a agentes físicos: vibraciones.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad contra impactos.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Traje impermeable en ambientes húmedos.
- Botas impermeables en trabajos en terrenos anegados.

- Arnés de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Cinturón antivibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.
- Protector auditivo (para operadores de maquinaria u operarios que trabajen en su proximidad).
- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Mascarillas adecuada para ambiente pulvígeno.

Medidas preventivas

Previo a los trabajos

- En todos los casos se llevará a cabo un estudio previo del terreno para conocer la estabilidad del mismo. La experiencia en el lugar de ubicación de las obras podrá avalar las características de cortes del terreno.

- Previamente al comienzo de los trabajos se estudiará las repercusiones del desmonte o terraplén en las áreas colindantes y se gestionará ante las compañías suministradoras de electricidad, agua, gas, etc., información acerca de la existencia o no de tales servicios, tomando las medidas oportunas en su caso.

Acopio de material

- Se impedirá el acopio excesivo de tierras al borde de la excavación, con el fin de evitar las sobrecargas, debiéndose guardar una distancia del borde de la

excavación superior a la mitad de la profundidad de ésta, y con un mínimo de 1 metro, salvo en el caso de excavación en terreno arenoso en que esa distancia será, por lo menos, igual a la profundidad de la excavación.

Señalización

-Se señalizará mediante cinta (amarilla-negra) o método similar la existencia de taludes, siendo conveniente que se realice a unos 2 m del borde, para evitar la aproximación excesiva de maquinaria pesada que pueda producir un desprendimiento o incluso la caída de la máquina.

Protección colectiva

-Las áreas de trabajo en los que el avance de la excavación determine riesgo de caída en altura, se acotarán debidamente con barandilla de 1 m de altura, siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.

Vuelco de máquinas o vehículos

-Toda la maquinaria a emplear deberá disponer de cabinas o pórticos de seguridad, debiendo hacer uso el maquinista del cinturón de seguridad del vehículo.

-Está prohibido utilizar la cuchara de la máquina como freno.

-Cuando sea necesario transportar la pala por pendientes con el cazo lleno se hará marcha atrás y éste estará a ras de suelo.

Caída de objetos desprendidos

-No se trabajará junto a postes eléctricos cuya estabilidad no quede garantizada.

-Cuando la ejecución del terraplén o desmonte requiera el derribo de árboles, bien se haga por procedimientos manuales o mecánicos, se acotará el área que pueda ser afectada por la caída de éstos.

-En todo momento de evitará que las cargas suspendidas pasen por encima de personas, para lo que es conveniente la formación y el adiestramiento de los operarios encargados de las grúas.

-Una vez colmados los camiones de transportes de tierras, dichas tierras serán tapadas mediante lonas o redes mosquiteras para impedir la caída de dicho material durante su transporte a vertedero.

-El vertido de material de relleno no se efectuará hasta tener la seguridad de que ningún operario, medio de ejecución o instalación provisional queden situados en la trayectoria de caída.

Atropellos o golpes con vehículos

-No deberá haber nunca personal de la obra trabajando en las zonas de alcance de la maquinaria para evitar golpes, atropellos, atrapamientos e incluso el exceso de ruido producido por la máquina.

-Los movimientos de vehículos y máquinas serán regulados, si fuese preciso, por personal auxiliar que ayudará a conductores y maquinistas en la correcta ejecución de maniobras, especialmente cuando exista un alto tránsito de máquinas y personal de a pie.

-Se deberán evitar los trabajos sobre superficies embarradas por el posible deslizamiento o vuelco de la maquinaria.

-Siempre que un vehículo parado inicie un movimiento lo anunciará con una señal acústica.

-No se permitirá la elevación o transporte de personas en máquinas no diseñadas expresamente para ello. Está prohibido específicamente el transporte de trabajadores en el interior de cazos o cucharas.

Riesgo eléctrico

-Se prestará especial atención en casos de proximidad de los trabajos a líneas eléctricas aéreas, respetándose las distancias de seguridad:

Tensión entre fases (kV)	Distancia mínima (m)
= 66	3
$66 < V_f = 220$	5
> 220	7

Revisión

-Se realizará una inspección visual de los distintos elementos del desmonte o terraplén tales como apuntalamientos, apeos, movimientos producidos por empujes del terreno, desprendimientos en coronación de taludes, etc.

-Se extremarán las precauciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.

-La maquinaria utilizada deberá someterse a un adecuado mantenimiento según las indicaciones del fabricante.

Entibación

-Se toma la profundidad de 1,3 m como referencia para empezar a tomar medidas específicas (siendo necesario entibar aunque no se llegue a los 1,3 m en el caso de terrenos sueltos o poco consistentes).

-El ancho de la zanja deberá facilitar el movimiento del operario en el interior de la misma.

-Toda entibación, por sencilla que sea, deberá ser realizada y dirigida por personal competente y con la debida experiencia.

-No deben retirarse las medidas de protección de una zanja mientras haya operarios trabajando a una profundidad igual o superior a 1,3 m bajo el suelo.

-No se dejará en el fondo una altura de más de 70 cm sin elementos de sustentación del terreno.

-Se evitará golpear la entibación durante operaciones de excavación.

-Los codales, o elementos de la misma, no se usarán para ascender o descender, ni se usarán para la suspensión de conducciones ni cargas.

-Aún cuando los paramentos de la excavación sean aparentemente estables, se entibará siempre que se prevea el deterioro del terreno, como consecuencia de una larga duración de la apertura.

-En general las entibaciones, o partes de éstas, se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, empezando por la parte inferior.

-Los codales no deben entrar a excesiva presión, sino que su colocación se realizará mediante cuñas.

-En la entibación de zanjas de cierta profundidad y especialmente cuando el terreno es flojo, el forrado se hará en sentido vertical y en pases de tabla nunca superior a 1 m.

-La tablazón de revestimiento de la zanja debe ir provista de un rodapié, o sobresalir del nivel superior del terreno un mínimo de 15 cm, a fin de evitar la caída de materiales en la excavación.

-Se realizarán calas y estudio del terreno para decidir cual es el sistema de protección pertinente, tales como: talud natural, talud de descarga, sistemas de entibación tradicionales (entibación ligera, semicuajada o cuajada) o sistemas de entibación con módulos metálicos (paneles o tablestacas).

-El tipo de entibación a emplear vendrá determinado por la naturaleza del terreno, por la existencia o no de solicitaciones y por la profundidad del corte. Como referencia en el caso de zanjas de profundidad menor de 7 m, anchura menor de 2 m, nivel freático inferior a la profundidad o rebajado y en terrenos no rocosos ni blandos o expansivos, el tipo de entibación será:

Elección del tipo de entibación

Tipo de terreno	Solicitación	Profundidad P del corte en m. *			
		< 1,30	1,30-2,00	2,00-2,50	> 2,50
Coherente	Sin solicitación	*	Ligera	Semicuajada	Cuajada
	Solicitación de vial	Ligera	Semicuajada	Cuajada	Cuajada
	Solicitación de cimentación	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada
Suelto	Indistintamente	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada

• Entibación no necesaria en general

Cortes sin entibación: taludes.

-Para profundidades inferiores a 1,3 m en terrenos coherentes y sin solicitación de viales o cimentaciones, podrán realizarse cortes verticales sin entibar.

-Para profundidades mayores el adecuado ataluzado de las paredes de excavación es una de las medidas más eficaces frente al riesgo de desprendimiento de tierras.

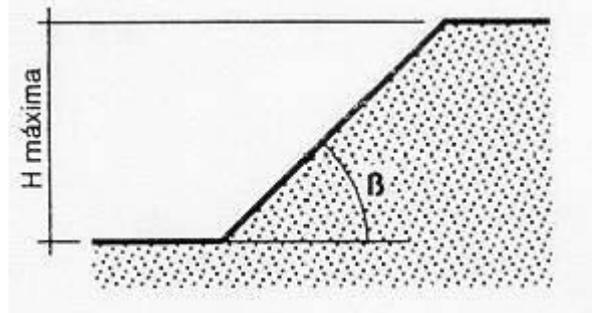
-Mediante la siguiente tabla, se determinará la altura máxima admisible en metros de taludes libres de solicitaciones, en función del tipo de terreno, del ángulo de inclinación del talud respecto al suelo β no mayor de 60° y de la resistencia compresión del terreno.

H máxima

Tipo de terreno	Angulo de talud β	Resistencia a compresión simple R_u en kg/cm^2				
		0,250	0,375	0,500	0,625	$\geq 0,750$
Arcilla y limos muy plásticos	30	2,40	4,60	6,80	7,00	7,00
	45	2,40	4,00	5,70	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,20	7,00
Arcilla y limos de plasticidad media	30	2,40	4,90	7,00	7,00	7,00
	45	2,40	4,10	5,90	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,30	7,00
Arcilla y limos poco plásticos, arcillas arenosas y arenas arcillosas	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00

(H máx. en m)*

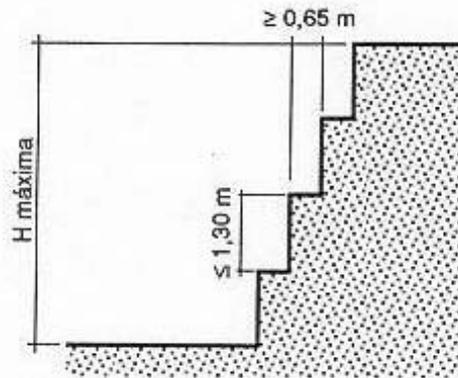
* Valores intermedios se interpolarán linealmente



-La altura máxima admisible $H_{m\acute{a}x.}$ en cortes ataluzados del terreno, con ángulo comprendido entre 60° y 90° (talud vertical), sin sollicitación de sobrecarga y sin entibar podrá determinarse a partir de la tabla siguiente. Como medida de seguridad en el trabajo contra el "venteo" o pequeño desprendimiento se emplearán bermas escalonadas con mesetas no menores de 0,65 m y contramesetas no mayores de 1,3 m (ver figura adjunta):

H máxima

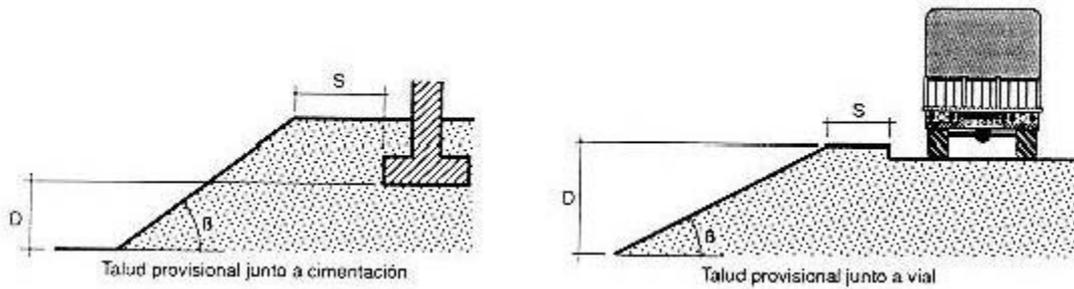
Resistencia a compresión simple Ru en Kg/cm ²	Peso específico aparente γ en g/cm ³				
	2,20	2,10	2,00	1,90	1,80
0,250	1,06	1,10	1,15	1,20	1,25
0,300	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50
0,400	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10
0,500	2,10	2,20	2,30	2,45	2,60
0,600	2,60	2,70	2,80	2,95	3,10
0,700	3,00	3,15	3,30	3,50	3,70
0,800	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20
0,900	3,90	4,05	4,20	4,45	4,70
1,000	4,30	4,50	4,70	4,95	5,20
1,100	4,70	4,95	5,20	5,20	5,20
≥ 1,200	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20



-El corte de terreno se considerará solicitado por cimentaciones, viales y acopios equivalentes, cuando la separación horizontal "S" entre la coronación del corte y el borde de la sollicitación sea menor o igual a los valores "S" de la siguiente tabla:

Tipo de sollicitación	Angulo de talud	
	$\beta > 60$	$\beta < 60$
Cimentaciones	D	D
Vial o acopio equivalente	D	D/2

Siendo "D" la altura entre el punto de apoyo de la sollicitación y la base de la zanja.



5.3 Relativos a la maquinaria y herramientas

5.3.1 Maquinaria de movimiento de tierras en general

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Explosiones e incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.-Exposición al ruido.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad (cuando la máquina no disponga de cabina).
- Guantes de cuero.

- Protección auditiva.
- Cinturón antivibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

Factor humano

- Sólo se permitirá el manejo a aquellas personas que conozcan su funcionamiento y tengan una categoría profesional adecuada.
 - El maquinista tendrá buen conocimiento de las zonas de circulación y trabajo (zanjas, cables, limitaciones de altura, etc.).
- Utilizar las máquinas de acuerdo con las instrucciones del fabricante y sólo en aquellos para los que han sido diseñadas.
- El maquinista se encontrará en perfecto estado de salud antes de subir a la máquina.
- Estará prohibido circular con cualquier tipo de maquinaria que no disponga de matriculación, por carreteras abiertas al tráfico rodado. Cuando la circulación afecta a viales públicos, las máquinas llevarán en zona visible una luz giratoria, siendo aconsejable llevar encendidas las luces de posición en todo momento.
- La máquina se revisará antes de iniciar los trabajos, para que esté en condiciones de realizar su tarea.
- Se respetarán las cargas admisibles para las que está diseñada la máquina.
- No se realizarán maniobras bruscas ni se frenará de repente.

-Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas a personal sin la debida preparación y conocimientos de los riesgos a los que puede estar expuesto.

-Cuando abastezca de combustible no lo haga cerca de un punto caliente ni fume.

-No guarde material combustible ni trapos grasientos en la maquina, puede ser el origen de un incendio.

-Si debe arrancar la máquina, mediante la batería de otra, tome precauciones para evitar chisporroteos de los cables. Recuerde que los electrólitos emiten gases inflamables y se puede producir una explosión.

-Para acceder a la máquina se tomarán las siguientes precauciones:

-Utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal fin, se evitará lesiones por caída.

-Suba y baje de la máquina de forma frontal (mirando hacia ella), asiéndose con ambas manos; lo hará de forma segura.

-No salte nunca directamente al suelo si no es por peligro inminente para su persona.

-Previo al comienzo de la jornada:

-Realizar los controles y verificaciones previstas en el libro de instrucciones de la máquina.

-Comprobar visualmente el estado de la máquina. Limpiar cristales y espejos para así tener una mejor visión.

- Verificar el panel de mandos y el buen funcionamiento de los diversos órganos de las máquinas, así como frenos, dirección, etc.

- Comprobar antes de arrancar que los mandos están en posición neutra. Tocar el claxon.

- Asegurarse del perfecto estado de las señales ópticas y acústicas.

- Durante el desarrollo de la jornada:
 - No subir o bajar del vehículo en marcha.

 - No abandonar la máquina cargada, con el motor en marcha ni con la cuchara subida.

 - Queda terminantemente prohibido el transportar pasajeros, bien en la cabina o en cualquier otra parte de la máquina.

 - Si se detecta cualquier anomalía en la máquina, se parará y se dará parte a su superior. No se reanudará los trabajos hasta que se haya subsanado la avería.

 - Si por cualquier circunstancia se debe abandonar la máquina, se parará el motor y se accionará el mecanismo de frenado.

 - Se respetarán los límites de velocidad, la señalización en la obra y de carreteras así como las prioridades y prohibiciones fijadas en el Plan de Seguridad.

- Al final de la jornada:
 - Estacionar la máquina en las zonas previstas para ello (en ningún caso a menos de 3 metros del borde de zanjas y vaciados).

-Apoyar el cazo o la cuchara en el suelo.

-Accionar el freno de estacionamiento, dejar en punto muerto los diversos mandos, cortar la llave de la batería y sacar la llave de contacto. Desconectar todos los mecanismos de transmisión y bloquear las partes móviles.

-Cerrar la cabina bajo llave.

Factor mecánico

-Se usará la máquina más adecuada el trabajo a realizar.

-Sólo se usarán máquinas cuyo funcionamiento sea correcto, comprobadas por personal competente.

-Los resguardos y protecciones de partes móviles estarán colocados correctamente. Si se procediera a quitar alguno, se parará la máquina.

-La cabina estará dotada de extintor timbrado y con las revisiones al día. -Si las máquinas afectan a viales públicos, durante el trabajo dispondrán en su parte superior de luces giratorias de advertencia.

-El maquinista deberá ajustar su asiento para que de este modo pueda alcanzar los controles sin dificultad.

-Para evitar el peligro de vuelco ningún vehículo podrá ir sobrecargado, especialmente aquellos que han de circular por caminos sinuosos.

-También se evitará el exceso de volumen en la carga de los vehículos y su mala repartición.

-Los dispositivos de frenado han de encontrarse en perfectas condiciones, para lo cual se realizarán revisiones frecuentes.

Factor trabajo

- Las zonas de trabajo se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas. Tendrán además la suficiente iluminación para los trabajos a realizar.
- Se regarán con la frecuencia precisa las áreas en donde los trabajos puedan producir polvaredas.
- Delimitar los accesos y recorridos de los vehículos, siendo estos independientes (siempre que se pueda) de los delimitados para el personal a pie.
- Cuando sea obligatorio el tráfico por zonas de trabajo, estas se delimitarán convenientemente y se indicarán los distintos peligros con sus señales indicativas de riesgo correspondientes.
- La distancia del personal a una máquina que esté trabajando en el mismo tajo vendrá determinada por la suma de la distancia de la zona de influencia de la máquina más 5 metros.
- Existirá una separación entre máquinas que estén trabajando en el mismo tajo de al menos 30 metros.
- Las maniobras de marcha atrás se realizarán con visibilidad adecuada. En caso contrario se contará con la ayuda de otra persona que domine la zona. En ambos casos funcionará en la máquina el dispositivo acústico de marcha atrás.
- Los movimientos de máquinas durante la ejecución de trabajos que puedan producir accidentes serán regulados por personal auxiliar.
- Cualquier máquina o vehículo que vaya cargado tendrán preferencia de paso en pista.

-Se establecerá una limitación de velocidad adecuada para cada máquina.

-Para trabajos en proximidad de líneas eléctricas aéreas consultar las normas dispuestas para ello.

Factor terreno

-En todo trabajo a realizar con maquinaria de movimiento de tierras se inspeccionarán los tajos a fin de observar posibles desmoronamientos que puedan afectar a las máquinas.

-Para evitar romper en una excavación una conducción enterrada (agua, gas, electricidad, saneamientos, etc.) es imprescindible localizar y señalar de acuerdo con los planos de la zona. Si a pesar de ello se rompe la misma, se interrumpirán los trabajos, se acordonará la zona (si se precisa) y se dará aviso inmediato.

-Si topa con cables eléctricos, no salga de la máquina hasta haber interrumpido el contacto y alejado la máquina del lugar. Salte entonces, sin tocar a un tiempo el terreno u objeto en contacto con este.

-Cuando el suelo esté en pendiente, frenar la máquina y trabajar con el equipo orientado hacia la pendiente.

-Las pendientes se bajarán siempre con la misma velocidad a la que se sube.

-Se respetarán las distancias al borde del talud, nunca inferiores a 3 metros, debiendo estar señalizado.

5.3.2 Retroexcavadora

Medidas preventivas

-Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado “Maquinaria de movimiento de tierras en general”.

-Cuando los productos de la excavación se carguen directamente sobre el camión no se pasará la cuchara por encima del mismo.

-Como norma general se circulará marcha adelante y con la cuchara bajada. No se circulará en punto muerto.

-No se empleará el brazo como grúa.

-No se abandonará la máquina con el motor en marcha ni con la cuchara elevada.

-Para desplazarse sobre un terreno en pendiente orientar el brazo hacia la parte de abajo tocando casi el suelo.

-Cuidado con las pendientes de trabajo, no se superará el 20% para terrenos húmedos ni el 30% para terrenos secos pero deslizantes.

5.3.3 Grúa autopropulsada

Riesgos

-Caída de personas a distinto nivel (durante el estribado o recepción de la carga).

-Caída de objetos desprendidos (por fallo del circuito hidráulico o frenos, por choque de la carga o del extremo de la pluma contra obstáculo, por rotura de cables o de otros elementos auxiliares como ganchos y poleas y por enganche o estribado deficiente de la carga).

-Golpes y cortes por objetos y herramientas (golpe por la carga durante la maniobra o por rotura del cable).

-Atrapamientos por o entre objetos (entre elementos auxiliares como ganchos, eslingas, poleas o por la propia carga).

-Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (vuelco por nivelación defectuosa, por fallo del terreno donde se asienta, por sobrepasarse el máximo momento de carga admisible o por efecto del viento).

-Atropellos o golpes con vehículos.

-Sobreesfuerzos (durante la preparación de la carga).

-Contactos eléctricos (por contacto con línea eléctrica).

-Contactos térmicos.

-Exposición a contaminante químico: gases (por gases de escape motores combustión por reglaje defectuoso).

-Exposición a agente físico: ruido.

Equipos de Protección Individual

-Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).

-Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.

-Guantes de protección.

-Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

-Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.

Medidas preventivas

Formación y condiciones del operador

-El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor.

-No operar la grúa si no se está en perfectas condiciones físicas. Avisar en caso de enfermedad.

Comprobaciones previas (precauciones)

-La grúa que se utilice será la adecuada, en cuanto a su fuerza de elevación y estabilidad, a la carga que deba izar.

-Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.

-Antes de la utilización de la grúa habrán de haberse revisado los cables, desechando aquellos que presenten un porcentaje de hilos rotos igual o superior al 10%.

-Antes de utilizar la grúa se comprobará el correcto funcionamiento de los embragues de giro y elevación de carga y pluma. Esta maniobra se hará en vacío.

Emplazamiento

-Antes de la colocación de la grúa autopropulsada se estudiará el lugar más idóneo, teniendo en cuenta para ello lo siguiente:

- Deben evitarse las conducciones eléctricas, teniendo en cuenta que ni la pluma, ni el cable, ni la carga pueden pasar en ningún caso a menos de 5 metros de una línea eléctrica.

- Está prohibido pasar con cargas por encima de personas.

Estabilidad

-En la proximidad a taludes, zanjas, etc. no se permitirá ubicar la grúa sin permiso del Responsable de la Obra que indicará las distancias de seguridad a la misma y tomará medidas de refuerzo y entibación que fuesen precisas.

-Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.

Estabilizadores (apoyos telescópicos)

-Posicionada la máquina, obligatoriamente se extenderán completamente y se utilizarán los apoyos telescópicos de la misma, aún cuando la carga a elevar con respecto al tipo de grúa aparente como innecesaria esta operación. Dichos estabilizadores deberán apoyarse en terreno firme.

-Cuando el terreno ofrezca dudas en cuanto a su resistencia, los estabilizadores se apoyarán sobre tablones o traviesas de reparto.

-Extendidos los estabilizadores se calculará el área que encierran, comprobando con los diagramas que debe llevar el camión, que es suficiente para la carga y la inclinación requerida.

-Sólo en aquellos casos en donde la falta de espacio impida el uso de los apoyos telescópicos se procederá al izado de la carga sin mediación de estos cuando se cumpla:

-Comprobación de la posibilidad de llevar a cabo el transporte de la carga (verificación diagramas, peso carga, inclinación, etc.).

-Antes de operar con la grúa se dejará el vehículo frenado, calzadas sus ruedas y los estabilizadores.

-No desplazar la carga por encima del personal.

-Se transportará la carga evitando oscilaciones pendulares de la misma.

Peso de la carga

-Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud o, en su defecto, se calculará el peso de la carga que se deba elevar.

-Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa, en función de la longitud en servicio del brazo.

Medios de protección

-El gancho de la grúa autopropulsada estará dotado de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de carga.

-Deberán ir indicadas las cargas máximas admisibles para los distintos ángulos de inclinación.

Choque contra objetos

-Cuando se trabaje sin carga se elevará el gancho para librar personas y objetos.

-Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.

Precauciones durante el izado

-Levante una sola carga cada vez y siempre verticalmente.

-Mantenga siempre la vista en la carga. Si debe mirar hacia otro lado pare las maniobras.

-Si la carga, después de izada, se comprueba que no está correctamente situada, debe volver a bajarse despacio.

-No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar y en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.

-Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella, sobre el personal.

-No se permitirá la permanencia de personal en la zona del radio de acción de la grúa, para lo cual previamente se habrá señalizada y acotada esta zona.

-No debe permitirse a otras personas viajar sobre el gancho, eslingas o cargas.

-No debe abandonarse el mando de la máquina mientras penda una carga del gancho.

Condiciones sobre la carga izada

-Los materiales que deban ser elevados por la grúa obligatoriamente deben estar sueltos y libres de todo esfuerzo que no sea el de su propio peso.

-Las cargas estarán adecuadamente sujetas mediante flejes o cuerdas. Cuando proceda se usarán bateas emplintadas.

-Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cuerdas o cabos para la ubicación de la carga en el lugar deseado.

-Si la carga o descarga del material no fuera visible por el operado se colocará un encargado que señalice las maniobras debiendo cumplir únicamente aquellas que este último le señale.

Señalista

-En caso de que el operario que maneje la grúa no pueda ver parte del recorrido, precisará la asistencia de un señalista. Para comunicarse entre ellos emplearán el código del Anexo VI del RD 485/1997 (sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo) y el

código de señales definido por la norma UNE-003, los cuales deberán conocer perfectamente.

-En todo momento la maniobra será dirigida por un único operario que será el que tenga el mando de la grúa, excepto en la parte del recorrido en el que éste no pueda ver la carga, en la que dirigirá la maniobra el señalista.

-El operario que esté dirigiendo la carga ignorará toda señal proveniente de otras personas, salvo una señal de parada de emergencia, señal que estará clara para todo el personal involucrado.

-No se permitirá dar marcha atrás sin la ayuda de un señalista (tras la máquina puede haber operarios y objetos).

Distancias de seguridad

-En presencia de líneas eléctricas debe evitarse que el extremo de la pluma, cables o la propia carga se aproxime a los conductores a una distancia menor que las indicadas anteriormente

-Si no es posible realizar el trabajo en adecuadas condiciones de seguridad, guardando las distancias de seguridad, se lo comunicará al Responsable de los Trabajos quién decidirá las medidas a adoptar (solicitud a la Compañía Eléctrica del corte del servicio durante el tiempo que requieran los trabajos, instalación de pantallas de protección, colocación de obstáculos en el suelo, etc.).

Contacto eléctrico con línea eléctrica aérea

-En el caso de contacto con una línea eléctrica aérea el conductor de la grúa seguirá las siguientes instrucciones:

-Permanecerá en la cabina y maniobrá haciendo que cese el contacto.

-Alejará el vehículo del lugar, advirtiendo a las personas que allí se encuentran que no deben tocar la máquina.

-Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.

-Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:

-Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.

-Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

5.3.4 Camión grúa

Riesgos

-Caída de personas a distinto nivel.

-Caída de personas al mismo nivel.

-Caída de objetos desprendidos.

-Choque contra objetos inmóviles.

-Choque o contacto con elementos móviles (por manejo canaleta).

-Golpes y cortes por objetos y herramientas.

-Proyección de fragmentos o partículas.

-Atrapamientos por o entre objetos (durante el despliegue, montaje y desmontaje de las canaletas).

-Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (caída a zanjas).

-Atropellos o golpes con vehículos.

-Sobreesfuerzos.

-Contactos térmicos.

-Contactos eléctricos.

-Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.

-Exposición a agente físico: ruido.

-Previamente al inicio de las tareas de carga se colocarán calzos en todas las ruedas para evitar deslizamientos.

-Antes de la utilización del camión grúa habrán de haberse revisado los cables, desechando aquellos que presenten un porcentaje de hilos rotos igual o superior al 10%.

-Antes de utilizar la grúa se comprobará el correcto funcionamiento de los embragues de giro y elevación de carga y pluma. Esta maniobra se hará en vacío.

Emplazamiento

-Antes de la colocación del camión grúa se estudiará el lugar más idóneo, teniendo en cuenta para ello lo siguiente:

- Deben evitarse las conducciones eléctricas, teniendo en cuenta que ni la pluma, ni el cable, ni la carga pueden pasar en ningún caso a menos de 5 metros de una línea eléctrica.
- Está prohibido pasar con cargas por encima de personas.

Estabilidad

-Para evitar la aproximación excesiva de la máquina a bordes de taludes y evitar vuelcos o desprendimientos se señalarán dichos bordes, no permitiendo el acercamiento de maquinaria pesada a menos de 2 metros.

-Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.

Estabilizadores (apoyos telescópicos)

-Posicionada la máquina, obligatoriamente se extenderán completamente y se utilizarán los apoyos telescópicos de la misma, aún cuando la carga a elevar con respecto al tipo de grúa aparente como innecesaria esta operación. Dichos estabilizadores deberán apoyarse en terreno firme.

-Cuando el terreno ofrezca dudas en cuanto a su resistencia, los estabilizadores se apoyarán sobre tablones o traviesas de reparto.

-Extendidos los estabilizadores se calculará el área que encierran, comprobando con los diagramas que debe llevar el camión, que es suficiente para la carga y la inclinación requerida.

-Sólo en aquellos casos en donde la falta de espacio impida el uso de los apoyos telescópicos se procederá al izado de la carga sin mediación de estos cuando se cumpla:

-Comprobación de la posibilidad de llevar a cabo el transporte de la carga (verificación diagramas, peso carga, inclinación, etc.).

-Antes de operar con la grúa se dejará el vehículo frenado, calzadas sus ruedas y los estabilizadores.

-No desplazar la carga por encima del personal.

-Se transportará la carga evitando oscilaciones pendulares de la misma.

Peso de la carga

-Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud o, en su defecto, se calculará el peso de la carga que se deba elevar.

-No se superará, en ningún caso, la carga máxima de la grúa ni la extensión máxima del brazo en función de dicha carga.

Medios de protección

-Se comprobará que todos los ganchos están provistos de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de carga.

-Deberán ir indicadas las cargas máximas admisibles para los distintos ángulos de inclinación.

Choque contra objetos

-Cuando se trabaje sin carga se elevará el gancho para librar personas y objetos.

-Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.

Precauciones durante el izado

-Levante una sola carga cada vez y siempre verticalmente.

-Mantenga siempre la vista en la carga. Si debe mirar hacia otro lado pare las maniobras.

-Si la carga, después de izada, se comprueba que no está correctamente situada, debe volver a bajarse despacio.

-No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar y en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.

-Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella, sobre el personal.

-No se permitirá la permanencia de personal en la zona del radio de acción de la grúa.

-No se permitirá el transporte de personas colgadas del gancho de la grúa ni encaramados en la carga transportada por la misma.

-No debe abandonarse el mando de la máquina mientras penda una carga del gancho.

Condiciones sobre la carga izada

-Los materiales que deban ser elevados por la grúa. Obligatoriamente deben estar sueltos y libres de todo esfuerzo que no sea el de su propio peso.

-Las cargas estarán adecuadamente sujetas mediante flejes o cuerdas. Cuando proceda se usarán bateas emplintadas.

-Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cuerdas o cabos para la ubicación de la carga en el lugar deseado.

-Si la carga o descarga del material no fuera visible por el operado se colocará un encargado que señalice las maniobras debiendo cumplir únicamente aquellas que este último le señale.

Señalista

-En caso de que el operario que maneje la grúa no pueda ver parte del recorrido, precisará la asistencia de un señalista. Para comunicarse entre ellos emplearán el código del Anexo VI del RD 485/1997 (sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo), el cual deberán conocer perfectamente.

-En todo momento la maniobra será dirigida por un único operario que será el que tenga el mando de la grúa, excepto en la parte del recorrido en el que éste no pueda ver la carga, en la que dirigirá la maniobra el señalista.

-El operario que esté dirigiendo la carga ignorará toda señal proveniente de otras personas, salvo una señal de parada de emergencia, señal que estará clara para todo el personal involucrado.

-No se permitirá dar marcha atrás sin la ayuda de un señalista (tras la máquina puede haber operarios y objetos).

Señalización

-Si fuese necesario ocupar transitoriamente la acera se canalizará el tránsito de los peatones por el exterior de la misma, con protección de vallas metálicas de separación de áreas.

-Se acotarán a nivel de terreno las zonas que se vean afectadas por los trabajos, para evitar el paso o permanencia del tránsito de peatones o de otros operarios en la zona, ante una eventual caída de objetos, materiales o herramientas.

Contacto eléctrico con línea eléctrica aérea

-Se señalará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.

-En el caso de contacto con una línea eléctrica aérea el conductor de la grúa seguirá las siguientes instrucciones:

-Permanecerá en la cabina y maniobrá haciendo que cese el contacto.

-Alejará el vehículo del lugar, advirtiendo a las personas que allí se encuentran que no deben tocar la máquina.

-Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.

- Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:

- Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.

- Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

5.3.5 Camión hormigonera

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con elementos móviles (por manejo canaleta).
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos (durante el despliegue, montaje y desmontaje de las canaletas).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (caída a zanjas).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Exposición a agente físico: ruido.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).

- Calzado de seguridad.

-Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.

-Guantes de seguridad contra la acción del cemento que eviten aparición de dermatitis.-Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

-El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor.

-El ascenso y descenso al camión hormigonera se realizará frontalmente al mismo, haciendo uso de los peldaños y asideros dispuestos para tal fin, evitando el ascenso a través de las llantas y el descenso mediante saltos.

Vuelco de la máquina

-Se evitará que las zonas de acceso o circulación de los camiones se haga por rampas que superen una pendiente de 20% (como norma general), en prevención de atoramientos o vuelco de los camiones hormigoneras.

Operación de vertido

-Para evitar la aproximación excesiva de la máquina a bordes de taludes y evitar vuelcos o desprendimientos se señalizarán dichos bordes, no permitiendo el acercamiento de maquinaria pesada a menos de 2 metros.

-La puesta en estación y los movimientos del camión-hormigonera durante las operaciones de vertido, serán dirigidas por un señalista, en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.

-Durante las operaciones de vertido se calzarán todas las ruedas, con el fin de evitar deslizamientos o movimientos por fallo de los frenos.

Atrapamientos

- El operario que despliegue el canal de vertido de hormigón del camión hormigonera, deberá prestar sumo cuidado para no verse expuesto a amputaciones traumáticas por cizallamiento en la operación de basculamiento y encaje de los módulos de propagación.
- Una vez que acabe el hormigonado se recogerá la canaleta hasta la posición de lavado del camión hormigonera para evitar movimientos incontrolados.

Mantenimiento

- La limpieza de la cuba y canaletas se efectuará en los lugares previamente indicados, en prevención de riesgos por la realización de trabajos en zonas próximas a otros tajos.
- El mantenimiento y las intervenciones en el motor se realizarán por personal formado para dichos trabajos previendo las proyecciones de líquidos a altas temperaturas, incendio por líquidos inflamables o atrapamientos por manipulación de motores en marcha o partes en movimiento.

Riesgo eléctrico

- Se señalizará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.

5.3.6 Camión basculante

Medidas preventivas

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado “Maquinaria de movimiento de tierras en general”.

Formación

- El personal encargado del manejo de esta máquina será especialista y estará en posesión del preceptivo carnet de conducir.

Carga de la caja

-Las cajas de camiones se irán cargando de forma uniforme y compensando las cargas para no sobrecargar por zonas.

-Una vez llegado al como de la caja, si se trata de materiales sueltos, se procederá a su tapado mediante lona o red para evitar su caída o derrame durante su transporte.

-Durante las operaciones de carga permanecerá dentro de la cabina (si tiene visera de protección) o alejado del área de trabajo de la máquina cargadora.

Actuaciones seguras

-La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.

-Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.

-La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.

-En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial así como la señalización de la obra.

-Si se agarrota el freno evite colisiones frontales o contra otros vehículos de su porte. Intente la frenada por roce lateral lo más suavemente posible o bien introdúzcase en terreno blando.

-Las maniobras dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de obra.

Vuelco de la maquinaria

-En la aproximación al borde de la zona de vertido, tendrá especialmente en cuenta la estabilidad del vehículo, asegurándose que dispone de un tope limitador sobre el suelo siempre que se estime oportuno.

-Cuando se descargue material en las proximidades de una zanja se aproximará a una distancia máxima de 1 metro garantizando ésta mediante topes.

Contacto eléctrico

-Para prevenir el contacto de la caja de camión en el momento de bascular, se señalará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.

Mantenimiento

-Cualquier operación de revisión con el basculante levantado se hará impidiendo su descenso mediante enclavamiento.

-Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán en previsión de barrizales excesivos que mermen la seguridad de la circulación.

5.3.7 Dúmpster o autovolquete

Medidas preventivas

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado “Maquinaria de movimiento de tierras en general”.
No se permitirá el acceso ni la conducción del dúmpster o autovolquete sin la
- debida autorización.
- No se sobrecargará la caja ni se colmará la misma ya que en su desplazamiento puede ir perdiendo de forma peligrosa parte de la misma. El dúmpster elegido debe ser el apropiado al volumen de tierras a mover.

- En ningún caso se llenará el cubilote hasta un nivel en que la carga dificulte la visibilidad del conductor.
 - Asegúrese siempre de tener una perfecta visibilidad frontal, evitará accidentes. Los dúmper se deben conducir mirando al frente, evite que la carga le haga conducir con el cuerpo inclinado mirando por los laterales de la máquina.
 - Para descarga de materiales en proximidad de bordes de taludes se colocarán topes de tal forma que se impida la excesiva aproximación del dúmper al borde.
 - No se admitirán máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada o pórtico de seguridad.
 - Asimismo estos vehículos dispondrán de cinturón de seguridad que impida que en caso de vuelco el conductor pueda salir despedido.
 - Antes de emprender la marcha el basculante deberá estar bajado.
 - Al circular cuesta abajo debe estar metida una marcha, nunca debe hacerse en punto muerto.
 - La velocidad máxima de circulación en obra será de 20 km/h (deberá existir por ello la pertinente señal en obra).
 - En el caso de circular por vía pública cumplirán las indicaciones del código de circulación, por ello deberán estar matriculados y tendrán una luz rotativa indicando su presencia y desplazamiento.
 - Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Está absolutamente prohibido transportar personas.
- El conductor deberá utilizar cinturón antivibratorio.

5.3.12 Grupos electrógenos

Riesgos

- Choque contra objetos inmóviles.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.

- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Incendio.
- Ruido.
- Sobreesfuerzo.

Medidas preventivas

- Los equipos estarán situados en lugares ventilados, alejados de los puestos de trabajo (dado el ruido) y, en cualquier caso, alejados de bocas de pozos, túneles y similares.
- Se asentará sobre superficies planas y niveladas y si dispone de ruedas estas se calzarán.
- Todos los órganos de transmisión (poleas, correas,...) estarán cubiertos con resguardos fijos o móviles.
- Los bordes de conexión estarán protegidos ante posibles contactos directos.
- Se dispondrá de extintor de polvo químico o CO2 cerca del equipo.
- El grupo electrógeno deberá contar con un cuadro eléctrico que disponga de protección diferencial y magnetotérmica frente a las corrientes de defecto y contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Los cuadros eléctricos a los que alimenta el generador contarán con diferenciales y magnetotérmicos en caja normalizada, puesta a tierra de las masas metálicas, señal indicativa de riesgo eléctrico e imposibilidad de acceso de partes en tensión.

-Las conexiones se realizarán correctamente, mediante las preceptivas clavijas.

-La conexión a tierra se realizará mediante picas de cobre. La resistencia del terreno será la adecuada para la sensibilidad de los diferenciales, recomendándose de forma genérica que no sea superior a los 20 ohmios.

-Cada vez que se utilice o cambie de situación y diariamente se comprobará que existe una correcta puesta a tierra de las masas.

5.3.13 Equipo de soldadura oxiacetilénica y oxicorte

Riesgos

-Caída de personas a distinto nivel.

-Caída de personas al mismo nivel.

-Pisadas sobre objetos.

-Golpes o cortes por objetos o herramientas.

-Atrapamientos por o entre objetos (en manipulación de botellas).

-Contactos térmicos (quemaduras por salpicadura de metal incandescentes y contactos con los objetos calientes que se están soldando).

-Proyecciones de fragmentos o partículas.

-Exposición a contaminantes químicos: humos metálicos (humos y gases de soldadura, intensificado por sistemas de extracción localiza inexistentes o ineficientes).

-Incendio y/o explosión (durante los procesos de encendido y apagado, por uso incorrecto del soplete, por montaje incorrecto o encontrarse en mal estado, por retorno de llama, por fugas o sobrecalentamientos incontrolados de las botellas de gases).

-Exposiciones a agentes físicos radiaciones no ionizantes (radiaciones en las bandas de UV visible e IR del espectro en dosis importantes nocivas para los ojos, procedentes del soplete y del metal incandescente del arco de soldadura).

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Polainas de cuero.
- Yelmo de soldador (casco y careta de protección)
- Pantalla de protección de sustentación manual.
- Guantes de cuero de manga larga.
- Manguitos de cuero.
- Mandil de cuero.
- Arnés de seguridad (cuando el trabajo así lo requiera).

Medidas preventivas

Normas generales

-Se prohíben los trabajos de soldadura y corte, en locales donde se almacenan materiales inflamables, combustibles, donde exista riesgo de explosión o en el interior de recipientes que hayan contenido sustancias inflamables.

-Para trabajar en recintos que hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, se debe limpiar con agua caliente y desgasificar con vapor de agua, por ejemplo. Además se comprobará con la ayuda de un medidor de atmósferas peligrosas (explosímetro), la ausencia total de gases.

-Se debe evitar que las chispas producidas por el soplete alcancen o caigan sobre las botellas, mangueras o líquidos inflamables.

-No utilizar el oxígeno para limpiar o soplar piezas o tuberías, etc., o para ventilar una estancia, pues el exceso de oxígeno incrementa el riesgo de incendio.

-Los grifos y manorreductores de las botellas de oxígeno deben estar siempre limpios de grasas, aceites o combustible de cualquier tipo. Las grasas pueden inflamarse espontáneamente por acción del oxígeno.

-Si una botella de acetileno se calienta por cualquier motivo, puede explosionar; cuando se detecta esta circunstancia se debe cerrar el grifo y enfriarla con agua, si es preciso durante horas.

-Si se incendia el grifo de una botella de acetileno, se tratará de cerrarlo y si no se consigue, se apagará con un extintor de nieve carbónica o de polvo.

-Después de un retroceso de llama o de un incendio del grifo de una botella de acetileno, debe comprobarse que la botella no se calienta sola.

Uso de equipos de protección

-El operario no deberá trabajar con la ropa manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable.

-Cuando se trabaje en altura y sea necesario utilizar cinturón de seguridad, éste se deberá proteger para evitar que las chispas lo puedan quemar.

-Las proyecciones de partículas de metal fundido, pueden producir quemaduras al soldador. Para evitar el riesgo, obligatoriamente el soldador utilizará las prendas enumeradas con anterioridad.

Normas de utilización de botellas

-Las botellas deben estar perfectamente identificadas en todo momento, en caso contrario deben utilizarse y devolverse al proveedor.

-Todos los equipos, canalizaciones y accesorios deben ser los adecuados a la presión y gas a utilizar.

-Las botellas de acetileno llenas se deben mantener en posición vertical, al menos 12 horas antes de ser utilizadas. En caso de tener que tumbarlas, se debe mantener el grifo con el orificio de salida hacia arriba, pero en ningún caso a menos de 50 cm del suelo.

-Los grifos de las botellas de oxígeno y acetileno deben situarse de forma que sus bocas de salida apunten en sentidos opuestas.

-Las botellas en servicio deben estar libres de objetos que las cubran total o parcialmente.

-Las botellas deben estar a una distancia entre 5 y 10 m de la zona de trabajo.

-Antes de empezar una botella comprobar que el manómetro marca “cero” con el grifo cerrado.-Si el grifo de una botella se atasca, no se debe forzar la botella, se debe devolver al suministrador marcando convenientemente la deficiencia detectada.

-Antes de colocar el manorreductor, debe purgarse el grifo de la botella de oxígeno, abriendo un cuarto de vuelta y cerrando con la mayor brevedad.

-Colocar el manorreductor con el grifo de expansión totalmente abierto, después de colocarlo se debe comprobar que no existen fugas utilizando agua jabonosa, pero nunca con llama. Si se detectan fugas se debe proceder a su reparación inmediatamente.

-Abrir el grifo de la botella lentamente, en caso contrario el reductor de presión podría quemarse.

-Las botellas no deben comunicarse completamente pues podría entrar aire. Se debe conservar siempre una ligera sobre presión en su interior.

-Cerrar los grifos de las botellas después de cada sesión de trabajo. Después de cerrar el grifo de la botella se debe descargar siempre el manorreductor, las mangueras y el soplete.

-La llave de cierre debe estar sujeta a cada botella en servicio, para cerrarla en caso de incendio. Un buen sistema es atarla al manorreductor.

-Las averías en los grifos de las botellas deben ser solucionadas por el suministrador, evitando en todo caso él desmontarlos. No sustituir las juntas de fibra por otras de goma o cuero.

-Si como consecuencia de estar sometidas a bajas temperaturas se hiela el manorreductor de alguna botella utilizar paños de agua caliente para deshelarlas.

Mangueras

-Las mangueras deben estar siempre en perfectas condiciones de uso y sólidamente fijadas a las tuercas de empalme.

-Las mangueras deben conectarse a las botellas correctamente sabiendo que las de oxígeno son rojas y las de acetileno negras, teniendo estas últimas un diámetro mayor que las primeras.

-Se debe evitar que las mangueras entren en contacto con superficies calientes, bordes afilados, ángulos vivos o caigan sobre ellas chispas procurando que no formen bucles.

-Las mangueras no deben atravesar vías de circulación de vehículos o personas

sin estar protegidas con apoyos de paso de suficiente resistencia a la compresión.

-Antes de iniciar el proceso de soldadura se debe comprobar que no existen pérdidas en las conexiones de las mangueras utilizando, por ejemplo, agua jabonosa. Nunca se utilizará una llama para efectuar la comprobación.

-No se deberá trabajar con las mangueras situadas sobre los hombros o entre las piernas.

-Las mangueras no deben dejarse enrolladas sobre las ojivas de las botellas.

-Después de un retorno accidental de llama, se deben desmontar las mangueras y comprobar que no han sufridos daños. En caso afirmativo se deben sustituir por unas nuevas desechando las deterioradas.

Soplete

-El soplete debe manejarse con cuidado y en ningún caso se golpeará con él.

-En la operación de encendido debería seguirse la siguiente secuencia de actuación:

-Abrir lentamente y ligeramente la válvula del soplete correspondiente al oxígeno.

Abrir la válvula del soplete correspondiente al acetileno de $\frac{3}{4}$ de vuelta.

-Encender la mezcla con un encendedor o llama piloto.

-Aumentar la entrada del combustible hasta que la llama no despidan humo.

-Acabar de abrir el oxígeno según necesidades.

- Verificar el manorreductor.

- En la operación de apagado debería cerrarse primero la válvula de acetileno y después la del oxígeno.

- No colgar nunca el soplete en las botellas, ni siquiera apagado.

- No depositar los sopletes conectados a las botellas en recipientes cerrados.

- La reparación de los sopletes la deben realizar técnicos especializados.

- Limpiar periódicamente las toberas del soplete pues la suciedad acumulada facilita el retorno de llama. Para limpiar las toberas se puede utilizar una aguja de latón.

- Si el soplete tiene fugas se debe dejar de utilizar inmediatamente y proceder a su reparación. Hay que tener en cuenta que fugas de oxígeno en locales cerrados pueden ser muy peligrosas.

5.3.14 Radial

Riesgos

- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas (rotura del disco).
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones o pantallas faciales.

-Guantes de cuero.

-Mandiles de trabajo (según trabajos).

Medidas preventivas

-Sólo se permitirá su uso a personas autorizadas, con conocimientos sobre sus riesgos, medidas preventivas y con habilidades para su manejo con seguridad.

-Sólo se utilizarán radiales con el interruptor del tipo “hombre muerto”.

-La presión que se ejerza con el disco no será excesiva ni lo apretará lateralmente contra las piezas ya que la sobrepresión puede originar la rotura del disco o calentamiento excesivo de la herramienta.

Revisiones previas

-Diariamente, antes de utilizar la radial se debe inspeccionar el estado de la herramienta, cables, enchufe, carcasa, protección, disco; a fin de verificar deterioro en aislamiento, ajuste de las piezas, roturas, grietas o defectos superficiales en disco, etc. Repare o notifique los daños observados.

-El resguardo del disco debe estar puesto y firmemente ajustado, de modo que proteja en todo momento al operario que la utiliza de la proyección de fragmentos en caso de rotura accidental del disco.

-Verifique que el disco no se emplee a una velocidad mayor que la recomendada por el fabricante, ni que se ha colocado un disco de mayor diámetro, ya que pueden saltar trozos de disco al aumentar considerablemente la velocidad periférica del disco.

-Verifique la perfecta colocación de tuercas o platos fija-discos en la máquina, que es importante para el funcionamiento correcto y seguro del disco, así como el perfecto equilibrado del disco.

Cambio del disco

- Se seleccionará el disco correspondiente con el material a cortar o desbarbar.
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Explosiones por trasiego de instrumentos.

Medidas preventivas

- Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar en esta obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Los motores eléctricos de las máquinas-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato para evitar los riesgos de atrapamientos o de contacto con la energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices por correas, estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.
- Se prohíbe realizar operaciones o manipulaciones en la máquina accionada por transmisiones por correas en marcha. Las reparaciones, ajustes, etc., se realizarán a motor parado, para evitar accidentes.
- El montaje y ajuste de transmisiones por correas se realizará mediante "montacorreas" (o dispositivos similares), nunca con destornilladores, las manos, etc., para el riesgo de atrapamiento.
- Las transmisiones mediante engranajes accionados mecánicamente, estarán protegidas mediante un bastidor soporte de un cerramiento a base de una malla metálica, que permitiendo la observación del buen funcionamiento de la transmisión, impida el atrapamiento de personas u objetos.

-Las máquinas en situación de avería o de semiavería, que no respondan a todas las órdenes recibidas como se desea, pero si a algunas, se paralizarán inmediatamente quedando señalizadas mediante una señal de peligro con la leyenda: "NO CONECTAR, EQUIPO (O MÁQUINA) AVERIADO", retirando la manguera de alimentación, y si los lleva quitando los fusibles o contadores.

-Los letreros con leyendas de "MÁQUINA AVERIADA", "MÁQUINA FUERA DE SERVICIO", etc., serán instalados y retirados por la misma persona.

-Toda maquinaria a emplear en esta obra dispondrá de los medios de protección (en todos los sentidos) originales de fábrica. Aquella máquina que por su antigüedad o por cualquier otra razón no disponga de los medios de protección exigibles según Normativa, Plan de Seguridad y Salud o del Responsable de Proyecto (Dirección Facultativa), será rechazada.

-Las máquinas-herramientas con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

-Las máquinas-herramientas no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc., conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de obra.

-Las máquinas-herramientas a utilizar en lugares en los que existen productos inflamables o explosivos (disolventes inflamables, explosivos, combustible y similares), estarán protegidos mediante carcasas antideflagrantes.

-En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas-herramienta no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.

-El transporte aéreo mediante grúa de las máquinas-herramienta (mesa de sierra, tronzadora, dobladora, etc.) se realizará ubicándola flejada en el interior de una batea emplintada resistente, para evitar el riesgo de caída de la carga.

-En prevención de los riesgos por inhalación de polvo ambiental, las máquinas-herramientas con producción de polvo se utilizarán en vía húmeda, para eliminar la formación de atmósferas nocivas.

-Siempre que no sea posible lo indicado en el punto anterior, las máquinas-herramienta con producción de polvo se utilizarán a sotavento, para evitar el riesgo por trabajar en el interior de atmósferas nocivas.

-Las máquinas herramientas de alta sonoridad (ruidosas) se utilizarán a una distancia mínima del mismo de 10 metros (como norma general), para evitar el riesgo por alto nivel acústico (compresores, grupos electrógenos, etc.).

-Se prohíbe en esta obra la utilización de herramientas accionadas mediante combustibles líquidos.

-Se prohíbe el uso de máquinas herramientas el personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.

-Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, para evitar accidentes.

-Las conexiones eléctricas de todas las máquinas-herramienta a utilizar en esta obra mediante clemas, estarán siempre protegidas con su correspondiente carcasa anticontactos eléctricos.

-Siempre que sea posible, las mangueras de presión para accionamiento de máquinas herramientas, se instalarán de forma aérea.

Se señalarán mediante cuerdas de banderolas, los lugares de cruce aéreo de las vías de circulación interna, para prevenir los riesgos de tropiezo o corte del circuito de presión.

5.3.15 Herramientas manuales

Riesgos

- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Pisadas sobre objetos.
- Trastornos musculoesqueléticos.

Medidas preventivas generales

- Antes de usarlas, inspeccionar cuidadosamente mangos, filos, zonas de ajuste, partes móviles, cortantes y susceptibles de proyección.
 - Se utilizarán exclusivamente para la función que fueron diseñados.
- Características generales que se deben cumplir
- Tienen que estar construidas con materiales resistentes, serán las más apropiadas por sus características y tamaño a la operación a realizar y no tendrán defectos ni desgaste que dificulten su correcta utilización.
 - La unión entre sus elementos será firme, para evitar cualquier rotura o proyección de los mismos.
 - Los mangos o empuñaduras serán de dimensión adecuada, no tendrán bordes agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario. Las cabezas metálicas deberán carecer de rebabas.
 - Se adaptarán protectores adecuados a aquellas herramientas que lo admitan.

-Efectuar un mantenimiento de las herramientas manuales realizándose una revisión periódica, por parte de personal especializado, del buen estado, desgaste, daños, etc.

-Además, este personal se encargará del tratamiento térmico, afilado y reparación de las herramientas que lo precisen. Retirar de uso las que no estén correctamente.

Instrucciones generales para su manejo

-Seleccionar y realizar un uso de las herramientas manuales adecuado al tipo de tarea, (utilizarlas en aquellas operaciones para las que fueron diseñadas). De ser posible, evitar movimientos repetitivos o continuados.

-Mantener el codo a un costado del cuerpo con el antebrazo semidoblado y la muñeca en posición recta.

-Usar herramientas livianas, bien equilibradas, fáciles de sostener y de ser posible, de accionamiento mecánico.

-Usar herramientas diseñadas de forma tal que den apoyo a la mano de la guía y cuya forma permita el mayor contacto posible con la mano. Usar también herramientas que ofrezcan una distancia de empuñadura menor de 10 cm entre los dedos pulgar e índice.

-Usar herramientas con esquinas y bordes redondeados.-Cuando se usan guantes, asegurarse de que ayuden a la actividad manual pero que no impidan los movimientos de la muñeca a que obliguen a hacer una fuerza en posición incómoda.

-Usar herramientas diseñadas de forma tal, que eviten los puntos de pellizco y que reduzca la vibración. -Durante su uso estarán libres de grasas, aceites y otras sustancias deslizantes.

Medidas preventivas específicas

Cinceles y punzones

- Se comprobará el estado de las cabezas, desechando aquellos que presenten rebabas o fisuras.
- Se transportaran guardados en fundas portaherramientas.
- El filo se mantendrá en buen uso, y no se afilarán salvo que la casa suministradora indique tal posibilidad.
- Cuando se hayan de usar sobre objetos pequeños, éstos se sujetarán adecuadamente con otra herramienta.
- Se evitará su uso como palanca.
- Las operaciones de cincelado se harán siempre con el filo en la dirección opuesta al operario.

Martillos

- Se inspeccionará antes de su uso, rechazando aquellos que tengan el mango defectuoso.
- Se usarán exclusivamente para golpear y sólo con la cabeza.
- No se intentarán componer los mangos rajados.
- Las cabezas estarán bien fijadas a los mangos, sin holgura alguna.
- No se aflojarán tuercas con el martillo.
- Cuando se tenga que dar a otro trabajador, se hará cogido por la cabeza. Nunca se lanzará.

-No se usarán martillos cuyas cabezas tengan rebabas.

-Cuando se golpeen piezas que tengan materiales que puedan salir proyectados, el operario empleará gafas contra impacto.

-En ambientes explosivos o inflamables, se utilizarán martillos cuya cabeza sea de bronce, madera o poliéster.

Alicates

-Para cortar alambres gruesos, se girará la herramienta en un plano perpendicular al alambre, sujetando uno de los extremos del mismo; emplear gafas contra impactos.

-No se usarán para aflojar o soltar tornillos.

-Nunca se usarán para sujetar piezas pequeñas a taladrar.

-Se evitará su uso como martillo.

Destornilladores

-Se transportarán en fundas adecuadas, nunca sueltos en los bolsillos.

-Las caras estarán siempre bien amoladas.

-Hoja y cabeza estarán bien sujetas.

-No se girará el vástago con alicates.

-El vástago se mantendrá siempre perpendicular a la superficie del tornillo.

-No se apoyará el cuerpo sobre la herramienta.

-Se evitará sujetar con la mano, ni apoyar sobre el cuerpo la pieza en la que se va a atornillar, ni se pondrá la mano detrás o debajo de ella.

Limas

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.
- Tendrán el mango bien sujeto.
- Las piezas pequeñas se fijarán antes de limarlas.
- Nunca se sujetará la lima para trabajar por el extremo libre.
- Se evitarán los golpes para limpiarlas.

Llaves

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.

5.4 Relativos a los medios auxiliares

5.4.1 Plataforma elevadora autopropulsada

-Se debe tener en cuenta el estado del tiempo antes de trabajar con la plataforma en exteriores. No elevar la pluma si la velocidad del viento excede de 38 Km/h. No utilizar la plataforma cerca de líneas de tendido eléctrico.

-El usuario deberá asegurarse de que el personal operador, entienda perfectamente el manejo de la plataforma.

-Respetar todas las recomendaciones de precaución e instrucciones de los adhesivos colocados en el bastidor portante, en la pluma y en la plataforma.

Durante el desplazamiento

-Antes de manejar los mandos de desplazamiento de la máquina, comprobar la posición de la torre con respecto al sentido de marcha previsto.

-Colocar la pluma siempre orientada en la dirección de desplazamiento. Una persona debe guiar la maniobra si algún obstáculo impide la visibilidad. Se debe reconocer previamente el terreno por donde se ha de desplazar la plataforma, si es necesario a pie.

-La plataforma no deberá conducirse, ni circular por pendientes de más de 5 grados de inclinación.

-Evitar las arrancadas y paradas bruscas ya que originan un aumento de la carga y puede provocar el vuelco de la máquina o una avería estructural.

Durante la maniobra

-Antes de elevar la pluma de la plataforma, esta deberá encontrarse situada sobre una superficie firme y perfectamente horizontal, con los neumáticos inflados a la presión correcta. Durante el trabajo la plataforma ha de estar correctamente nivelada.

-Comprobar siempre que haya espacio suficiente para el giro de la parte posterior de la superestructura antes de hacer girar la pluma.

-No deberá rebasarse la capacidad nominal máxima de carga. Esta comprende el peso del personal, los accesorios y todos los demás elementos colocados o incorporados a la plataforma. Las cargas deberán distribuirse uniformemente por el piso de la plataforma elevadora.

Generales

-Utilizar siempre el equipo de protección personal y la ropa de trabajo apropiada para cada tarea u operación, llevar siempre colocado un arnés de seguridad cuando se encuentre en la plataforma.

-Rehusar utilizar o subir a una plataforma que no funcione correctamente

5.4.2 Escaleras manuales

-Cuando emplee una escalera para subir a un techo, andamio, plataforma, etc., la parte superior de la escalera ha de sobrepasar por lo menos 1 metro.

Transporte

-Para transportar una escalera se debe hacer con la parte delantera baja, mirando bien por donde se pisa para evitar tropezar y golpear a otras personas. Para transportar una escalera muy larga, deberá pedirse ayuda a un compañero.

Caída a distinto nivel

- Nunca subirá a una escalera más de una persona.
- Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde la escalera cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.
- Subir y bajar de una escalera debe hacerse siempre de frente a ella utilizando las dos manos para asirse a los peldaños (no a los largueros).
- No se ocuparán nunca los últimos peldaños, se colocará a una distancia del punto de trabajo que permita mantener el equilibrio, no se estirará el cuerpo para alcanzar puntos alejados, se desplazará la escalera.
- Se prohíbe específicamente, desplazar, mover o hacer saltar la escalera con un operario sobre la misma. Para los desplazamientos será necesario bajarse cuantas veces sea preciso.

Señalización

-Cuando se coloque la escalera frente a una puerta o en una zona de paso se adoptarán medidas como bloquear el paso y señalar la ubicación de la escalera.

Estabilidad

-Antes de utilizar una escalera portátil, verificar sus condiciones y rechazar aquellas que no ofrezcan garantías de seguridad.

-Las escaleras portátiles se utilizarán de la forma y con las limitaciones establecidas por el fabricante.

-Las escaleras deben colocarse con una inclinación correcta. La relación entre longitud de la escalera y la separación en el punto de apoyo será de 4 a 1.

-Las escaleras no deben usarse como soporte de andamios, ni en cualquier otro cometido distinto de aquél para el que han sido diseñadas y construidas.

-No se emplearán escaleras de mano de más de 5 metros de longitud de cuya resistencia nos se tengan garantías.

-Los pies de la escalera deben apoyarse en una superficie sólida y bien nivelada, nunca sobre ladrillos, bidones, cajas, etc.

-En el caso de escaleras simples, la parte superior se sujetará, si es necesario, al paramento o estructura sobre el que se apoya y cuando éste no permita un apoyo estable, se sujetará al mismo mediante una abrazadera u otros dispositivos equivalentes.

Subida de equipos o cargas

-Si han de llevarse herramientas u objetos, deben usarse bolsas o cajas colgadas del cuerpo, de forma que las manos queden libres.

-No se debe subir una carga de más de 30 kg sobre una escalera no reforzada.

Equipo de protección individual

-Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan otras medidas de protección alternativas.

-Siempre que sea posible se utilizará la grúa con cesta, sobre todo en trabajos arriesgados en fachadas y cruces aéreos.

Riesgo eléctrico

-Se prestará especial atención y se mantendrán las distancias de seguridad con líneas eléctricas en tensión. Su manejo será vigilado directamente por el Jefe de Trabajo (Responsable de los Trabajos), delimitando la zona de trabajo e indicando la prohibición de desplazar la escalera.

Escaleras de tijera

-La posición de trabajo es la de máxima abertura.

-Nunca se emplearán como borriquetas donde fijar sobre sus peldaños plataformas de trabajo.

-El operario no debe situarse “a caballo” sobre ella. Se aconseja que la posición del trabajador sea tal que su cintura no sobrepase el último peldaño.

Mantenimiento

-Cuando no se usan, las escaleras portátiles deben almacenarse cuidadosamente y no dejarlas abandonadas sobre el suelo, en lugares húmedos, etc.

-Debe existir un lugar cubierto y adecuado para guardar las escaleras después de usarlas.

-Las escaleras portátiles no deben pintarse, ya que la pintura puede ocultar a la vista defectos o anomalías que pudieran resultar peligrosas. Todo lo más, se le puede aplicar un barniz completamente transparente o aceite de linaza.

Condiciones técnicas

-Escaleras manuales en general:

No se admitirá el uso de escaleras de construcción improvisada.

Los espacios entre peldaños deben ser iguales, con una distancia entre ellos de 20 a 30 cm, como máximo.

Las escaleras estarán provistas de un dispositivo antideslizante en su pié, por ejemplo zapatas.

No se aceptarán escaleras de mano empalmadas, a menos que utilicen un sistema especial y recomendable de extensión de la misma.

-Escaleras de madera:

La madera empleada será sana, libre de nudos, roturas y defectos que puedan disminuir su seguridad. Los largueros serán de una sola pieza. Los peldaños estarán ensamblados a largueros, prohibiéndose las uniones simplemente efectuadas mediante clavos o amarre con cuerdas.

Las escaleras de madera se protegerán de las inclemencias climatológicas mediante barnices transparentes que no oculten sus defectos, prohibiéndose expresamente pintarlas.

-Escaleras metálicas: Los largueros serán de una sola pieza. Se prohíben los empalmes improvisados o soldados. Sus elementos tanto largueros como peldaños no tendrán defectos ni bolladuras.

-Escaleras de tijera: Independientemente del material que las constituye dispondrán en su articulación superior de topes de seguridad de apertura. Dispondrán además de cadenas o cables situados hacia la mitad de la longitud de los largueros que impidan su apertura accidental, usándose totalmente abierta.

5.5. Relativos al entorno

Como riesgos destacables en los trabajos relativos al entorno, pueden indicarse los siguientes:

- Cruzamientos con líneas eléctricas existentes.
- Cruzamientos con carreteras.
- Cruzamientos con ríos u otros.

Las medidas de prevención relativas a los cruzamientos, quedan definidas en el apartado 5.1, referente al análisis de riesgos y medidas preventivas durante el proceso constructivo. Si durante la ejecución de estos cruzamientos es necesaria la adopción de medidas de seguridad especiales, se deben desarrollar en el plan de seguridad y salud que desarrolle el contratista.

Respecto a los riesgos debidos a la orografía del terreno, se establece la necesidad de que los trabajadores nunca se encuentren solos en la ejecución de los trabajos, así como que dispongan de algún medio de comunicación efectivo para pedir auxilio en los casos necesarios. Por cada grupo de trabajo existirá una persona con formación en primeros auxilios.

5.6 Informaciones útiles para trabajos posteriores

De acuerdo con lo establecido en el RD 1627/97, en el presente Estudio de Seguridad y Salud es intención definir, además de los riesgos previsibles inherentes a la ejecución de la obra, los riesgos y sus correspondientes medidas correctoras a considerar en relación con los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento de las obras una vez terminadas y durante el posterior proceso de utilización.

Los riesgos que aparecen en las operaciones de mantenimiento y conservación son muy similares a los que aparecen durante el proceso constructivo. Por ello remitimos a cada uno de los epígrafes desarrollados en el apartado 5. Evaluación de riesgos. Análisis y medidas preventivas.

Pliego de condiciones del estudio de seguridad y salud

1. Normativa legal de aplicación

1.1. Disposiciones de las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas de la obra

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Constitución Española de 27 de diciembre de 1978.
- RD Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- RD 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba los Reglamentos de los Servicios de Prevención.
- Decreto 2065/1974, de 30 de mayo, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.

Real Decreto 2001/1983, de 28 de julio, sobre regulación de la jornada de trabajo, jornadas especiales y descansos.

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Resolución de 4 de mayo de 1992, por la que se aprueba el Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción.

1.2. Normas legales y aplicables a las condiciones de seguridad de los elementos, maquinaria, útiles, herramientas, equipos y sistemas preventivos a utilizar o aplicar en la obra

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

Capítulo VII sobre andamios de la Orden de 31 de enero de 1940, por la que se aprueba el Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.

Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.

Orden de 23 de mayo de 1977, por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores para Obras.

Orden de 30 de junio de 1966, por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores, Ascensores y Montacargas.

Real Decreto 2291/1995, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.

ITC-MIE-AEM 2: Instrucción Técnica Complementaria referente a grúa torre desmontables para obras.

ITC-MIE-AEM 4: Instrucción Técnica Complementaria sobre grúas móviles autopropulsadas usadas.

Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.

Real Decreto 473/1988, de 30 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 76/767/CEE sobre Aparatos a Presión.

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

RD 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Instrucciones Técnicas Complementarias.

Resolución del 30 de abril de 1984 sobre las verificaciones de las instalaciones eléctricas antes de su puesta en marcha.

Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión.

ITC-MIE-AP 5: Extintores de incendio.

ITC MIE-AP 7: Botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.

Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias.

Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a la exposición al ruido durante el trabajo.

UNE 58-101-80, “Aparatos pesados de elevación. Condiciones de resistencia y seguridad en las grúas torre desmontables para obras”, parte I “Condiciones de diseño y fabricación”, parte II “Condiciones de instalación y utilización”, parte III “Documentación” y parte IV “Vida de la grúa”.

2 Prescripciones de los medios de seguridad

2.1 Equipos de Protección Individual

Los Equipos de Protección Individual, en adelante EPI's, deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

Los EPI que se utilicen en la obra deberán cumplir con la reglamentación que sobre comercialización (diseño y fabricación) les afecta, a fin de garantizar las exigencias

técnicas que de los mismos se requieren. En este sentido, a los EPI les es de aplicación todo lo dispuesto en la legislación vigente:

RD 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

O.M. de 16 de mayo de 1994, por el que se modifica el RD 1407/1992.

RD 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el RD 1407/1992.

O.M. de 20 de febrero de 1997, por la que se modifica el anexo del RD 159/1995 en lo relativo a su diseño, fabricación y comercialización. Con carácter general, a la hora de la elección, las características que deben reunir los EPI's son:

- Adecuados a las condiciones existentes en el lugar de trabajo.
- Tener en cuenta las condiciones anatómicas y fisiológicas, así como el estado de salud del trabajador.

Adecuarse al portador, tras los ajustes adecuados. Otros aspectos a tener en cuenta con respecto al uso de los equipos son los que a continuación se indican:

Todos los equipos de protección individual tanto de uso personal como colectiva, tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido de lo habitual en un determinado equipo o prenda, se repondrá independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Todo equipo o prenda de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido será desechado y repuesto al momento.

Aquellos equipos o prendas de protección que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias superiores a las admitidas por el fabricante, serán repuestos inmediatamente.

El uso de un equipo o una prenda de protección, nunca deberá representar un riesgo por sí mismo.

Todo E.P.I. entregado a los trabajadores, cumplirá la normativa existente respecto de la homologación, por lo que llevarán estampados marcado “CE” indicativo de que el producto es conforme con las “exigencias esenciales de salud y seguridad”.

2.2 Protecciones colectivas

2.2.1 Señalización

Sin perjuicio de lo dispuesto específicamente en otras normativas particulares, la señalización de seguridad y salud en el trabajo se utilizará siempre que el análisis de los riesgos existentes, de las situaciones de emergencia previsibles y de las medidas preventivas adoptadas, ponga de manifiesto la necesidad de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertarlos tras una emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

La señalización no deberá considerarse una medida sustitutoria de las medidas técnicas

y organizativas de protección colectiva, ni de formación e información y se utilizará cuando mediante estas últimas no haya sido posible eliminar riesgos o reducirlos suficientemente. Por otro lado, la señalización deberá permanecer en tanto persista la situación que la motiva.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser, según los casos, limpiados, mantenidos y verificados regularmente y reparados o sustituidos cuando sea necesario, de forma que conserven en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento. Las señalizaciones que necesiten de una fuente de energía dispondrán de alimentación de emergencia que garantice su funcionamiento en caso de interrupción de aquella, salvo que el riesgo desaparezca con el corte de suministro.

Las señales se instalarán a una altura y en una posición apropiadas con relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general en el acceso a la zona de riesgo.

El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y visible. A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí. Se retirarán cuando deje de existir la situación que las justificaba.

Existirán señales de advertencia, obligación, prohibición, contraincendios, salvamento-socorro; la forma, dimensión y colores de las distintas señales se atenderán a lo dispuesto específicamente en los anexos II y III del RD 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; así como a las especificaciones contenidas en el Anexo VII del mismo Real Decreto.

Como norma general la relación de señales en forma de panel que pueden ser de aplicación en la obra son:

Señales de prohibición:

- Entrada prohibida a personas no autorizadas.
- Atención, peligro obras.
- Peligro, paso de cargas suspendidas.
- Prohibido maniobrar en la instalación eléctrica.

Señales de obligación: Protección obligatoria de la cabeza.

- Protección obligatoria de los pies.
- Protección obligatoria de las manos.
- Protección individual obligatoria contra caídas.
- Vía obligatoria para peatones.
- Lucha contra incendios: Extintor.
- Dirección que debe seguirse.

Señales de salvamento o socorro: Primeros auxilios.

- Salida de socorro.
- Dirección que debe seguirse.
- Teléfono de salvamento y primeros auxilios.

Además de las indicadas pueden existir otras señales de advertencia u obligación (caída a distinto nivel, protección de la vista, etc.) y ser necesarias su colocación debido a los riesgos que se presenten durante la realización de los trabajos.

2.4 Prescripciones de los medios auxiliares

2.4.1 Escaleras manuales en general

No se admitirá el uso de escaleras de construcción improvisada.

Los espacios entre peldaños deben ser iguales, con una distancia entre ellos de 20 a 30 cm, como máximo.

Las escaleras estarán provistas de un dispositivo antideslizante en su pié, por ejemplo zapatas.

No se aceptarán escaleras de mano empalmadas, a menos que utilicen un sistema especial y recomendable de extensión de la misma.

La madera empleada será sana, libre de nudos, roturas y defectos que puedan disminuir su seguridad.

Los largueros serán de una sola pieza.

Los peldaños estarán ensamblados a largueros, prohibiéndose las uniones simplemente efectuadas mediante clavos o amarre con cuerdas.

Las escaleras de madera se protegerán de las inclemencias climatológicas mediante barnices transparentes que no oculten sus defectos, prohibiéndose expresamente pintarlas.

2.4.2 Escaleras metálicas

Los largueros serán de una sola pieza. Se prohíben los empalmes improvisados o soldados.

Sus elementos tanto largueros como peldaños no tendrán defectos ni bolladuras.

2.4.3 Escaleras de tijera

Independientemente del material que las constituye dispondrán en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.

Dispondrán además de cadenas o cables situados hacia la mitad de la longitud de los largueros que impidan su apertura accidental, usándose totalmente abierta.

3. Obligaciones de las partes implicadas

3.1. Promotor

El Promotor es cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realiza la obra.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

La designación de los coordinadores no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

3.2. Dirección Facultativa

Son el técnico o técnicos competentes designados por el Promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador de seguridad y salud, la dirección facultativa asumirá partes de las funciones a desempeñar por del coordinador, en concreto:

Deberá aprobar el Plan de Seguridad y Salud, antes del comienzo de la obra.

Adoptará las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas accedan a la obra.

Facilitar el Libro de incidencias, tenerlo en su poder y en caso de anotación, estará obligado a remitir, en el plazo de 24 horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realiza la obra.

3.3. Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución

El Coordinador en materia de Seguridad y Salud es el técnico competente integrado en

la Dirección Facultativa, designado por el Promotor para llevar a cabo las tareas que se mencionan en artículo 9 del RD 1627/1997.

Durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

a) Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.

Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.

Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.

b) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los Contratistas y, en su caso, los Subcontratistas y los Trabajadores Autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del RD 1627/1997.

c) Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el Contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.

d) Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la ley de Prevención de Riesgos Laborales.

e) Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

f) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan

3.4. Contratistas y Subcontratistas

El contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el Promotor, con medios humanos y materiales propios y ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

El subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el Contratista, Empresario Principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

Cada Contratista en aplicación del Estudio de Seguridad y Salud o en su caso el Estudio Básico, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio o Estudio Básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio o Estudio Básico.

En el caso de Planes de Seguridad y Salud elaborados en aplicación del Estudio de Seguridad y Salud las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrá implicar disminución del importe total, de acuerdo con el segundo párrafo del apartado 4 del artículo 5 del RD 1627/1997.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado antes del inicio de la obra por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de Coordinador, las funciones que se le atribuyen en los párrafos anteriores serán asumidas por la dirección facultativa.

El Plan de Seguridad y Salud podrá ser modificado por el Contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles

incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa de los párrafos anteriores.

Los Contratistas y Subcontratistas estarán obligados a:

- a) Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del RD 1627/1997.
- b) Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 de dicho Real Decreto.
- c) Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- d) Informar y proporcionar las instrucciones a los Trabajadores Autónomos sobre todas las medidas que se hayan de adoptar en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.
- e) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

Los Contratistas y los Subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan de Seguridad y Salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los Trabajadores Autónomos por ellos contratados.

Las responsabilidades de los Coordinadores, de la Dirección Facultativa y del Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los Contratistas y a los Subcontratistas.

3.5. Trabajadores Autónomos

Trabajador Autónomo es la persona física distinta del Contratista y del Subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asume contractualmente ante el Promotor, el Contratista o el Subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Estarán obligados a:

- a) Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del RD 1627/1997.
- b) Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud establecidas en el anexo IV del citado Real Decreto, durante la ejecución de la obra.
- c) Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el artículo 29, apartados 1 y 2, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- d) Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
- e) Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el RD 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- f) Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el RD 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

g) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

Por otra parte, los Trabajadores Autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud aprobado.

4. Organización de la prevención en obra

4.1 Tramitación del estudio de seguridad y salud

El presente estudio de seguridad y salud se facilitará a las empresas contratistas para que tal y como establece el art. 7 del RD 1627/97, elaboren el correspondiente plan de seguridad y salud para la obra, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

4.2 Responsables de seguridad a pie de obra

La organización de la seguridad en la obra es responsabilidad del Promotor, quien designará (cuando corresponda) al coordinador en materia de seguridad y salud en la fase de ejecución de obra, con las competencias y funciones descritas en el apartado *de Obligaciones de las partes implicadas*.

Cada empresa contratista contará a pie de obra con un responsable de seguridad y salud, que corresponderá con una persona de acreditada competencia (con formación en materia de prevención de riesgos y de primeros auxilios), siendo la encargada de

organizar, dirigir y mantener el control y supervisión de los trabajos realizados por empleados de su Empresa así como de los realizados por otras Empresas subcontratadas. Como norma general tendrá asignadas las siguientes funciones:

- a) Controlar que las instalaciones provisionales de obra no presentan riesgos para los trabajadores.
- b) Procurar que la obra se encuentre en buen estado de orden y limpieza.
- c) Controlar el uso efectivo de los Equipos de Protección Individual (EPI's) necesarios para los trabajos, así como se encargará de su suministro y reposición.
- d) Supervisar la correcta ubicación y funcionamiento de las protecciones colectivas (barandillas de protección, redes, pasarelas, etc.), no permitiendo los trabajos si estas no existen o han sido anuladas.
- e) Controlar el buen estado y correcto funcionamiento de la maquinaria y medios auxiliares empleados.
- f) Supervisar que se cumple con las normas y procedimientos establecidos, especialmente con las cinco reglas de oro, para trabajos en instalaciones eléctricas.
- g) Informar puntualmente a su inmediato superior de los incumplimientos que se produzcan en materia de seguridad.
- h) Suspender la actividad en caso de riesgo grave e inminente para la seguridad de los trabajadores.
- i) Tener en su poder una lista con las direcciones y teléfonos de los centros sanitarios y de extinción de incendios más cercanos, por si fuese necesario en caso de accidente.

4.3 Organización preventiva de la empresa contratada

La modalidad de organización de los recursos para el desarrollo de las actividades preventivas de las distintas Empresas que desarrollen los trabajos deberá estar contemplada en lo expresado en el capítulo III del Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Por otro lado, todo el personal *antes de incorporarse por primera vez* a la obra deberá haber pasado *Reconocimiento Médico sobre capacitación para el trabajo a desempeñar* así como recibirá las *instrucciones (información) y formación* complementaria en materia de seguridad referida a los trabajos a realizar.

5. Reuniones de seguridad en obra

A lo largo de la ejecución del proyecto, se deben realizar reuniones de seguridad en obra, donde se traten todos aquellos aspectos que afecten a la seguridad de la misma, y especialmente se haga un seguimiento y control sobre los incumplimientos detectados.

A estas reuniones podrán asistir además de las empresas contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos, el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra (en el caso en que sea necesario su nombramiento), la dirección facultativa y el promotor o representante del mismo.

5.1 Comité de Seguridad y Salud en obra

El Comité de Seguridad y Salud es el órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos.

Según la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se constituirá un Comité de Seguridad y Salud en todas las empresas o centros de trabajo que cuenten con 50 o más trabajadores.

El Comité estará formado por los Delegados de Prevención, de una parte, y por el empresario y/o sus representantes en número igual al de los Delegados de Prevención, de la otra.

En las reuniones del Comité de Seguridad y Salud participarán, con voz pero sin voto, los Delegados Sindicales y los responsables técnicos de la prevención en la empresa que no estén incluidos en la composición a la que se refiere el párrafo anterior.

El Comité de Seguridad y Salud se reunirá trimestralmente y siempre que lo solicite alguna de las representaciones en el mismo, adoptando sus propias normas de funcionamiento.

5.2 Delegados de prevención

Los Delegados de Prevención son las representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo, reflejadas en el artículo 36 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (L.P.R.L.).

El número de Delegados de Prevención en la Empresa viene determinado en el artículo 35 de la citada Ley, pudiendo ser:

- a) El Delegado de Personal cuando este exista (artículo 35.2 de la L.P.R.L.).
- b) Por elección por mayoría entre los trabajadores si en el centro de trabajo no hay representantes con antigüedad suficiente (adicional 4ª de la L.P.R.L.).
- c) Cualquier otro trabajador designado por los trabajadores o sus representantes según lo dispuesto en el convenio colectivo (artículo 35.4 de la L.P.R.L.).

5.3 Servicios de Prevención

El Servicio de Prevención es el conjunto de medios humanos y materiales necesarios

para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

Para el ejercicio de sus funciones, el empresario deberá facilitar a dicho servicio el acceso a la información y documentación a que se refiere el apartado 3 del artículo 30 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Los servicios de Prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

- a) El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- b) La evaluación de los factores de riesgo que pueden afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores en los términos previstos en el artículo 16 de esta Ley.
- c) La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- d) La información y formación de los trabajadores.
- e) La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- f) La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

El Servicio de Prevención tendrá carácter interdisciplinario, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, la formación, especialidad, capacitación, dedicación y número de componentes de estos servicios, así como sus recursos técnicos, deberán ser suficientes a adecuados a las actividades preventivas a desarrollar, en función de las siguientes circunstancias:

- a) Tamaño de la empresa.

- b) Tipos de riesgo a los que puedan encontrarse expuestos los trabajadores.

- c) Distribución de riesgos en la empresa.

6. Medidas de actuación en caso de emergencia y ante riesgo grave e inminente

El principal objetivo ante cualquier emergencia es su localización y, a ser posible, su eliminación, reduciendo al mínimo sus efectos sobre las personas y las instalaciones. Por ello antes del comienzo de los trabajos todo el personal de obra deberá recibir información e instrucciones precisas de actuación en caso de emergencia y de primeros auxilios.

En particular a los trabajadores se les informará, entre otros puntos de:

- Medidas de evacuación de los trabajadores (salidas de emergencia existentes).

- Normas de actuación sobre lo que “se debe” y “no se debe hacer” en caso de emergencia.

- Medios materiales de extinción contra incendios y actuación en primeros auxilios.

Por otra parte, cuando los trabajadores estén o puedan estar expuestos a un *riesgo grave e inminente* el Jefe de Brigada (Encargado o Capataz) deberá:

- Informar inmediatamente a todos los trabajadores afectados sobre la existencia de dicho riesgo así como de las medidas preventivas a adoptar.
- Adoptar las medidas y dar las órdenes necesarias para que en caso de riesgo grave, inminente e inevitable los trabajadores puedan interrumpir su actividad, no pudiéndose exigir a los trabajadores que reanuden su actividad tanto en cuanto persista el peligro.
- Habilitar lo necesario para que el trabajador que no pudiese ponerse en contacto con su superior ante una situación de tal magnitud interrumpa su actividad, poniéndolo en conocimiento de su superior inmediato en el mínimo tiempo posible.
- Poner en conocimiento en el menor tiempo posible de la Dirección Facultativa y del titular del Centro de Trabajo, la aparición de tales circunstancias.

6.1 Primeros auxilios y asistencia sanitaria

Como medida general, cada grupo de trabajo o brigada contará con un botiquín de primeros auxilios completo, revisado mensualmente, que estará ubicado en lugar accesible, próximo a los trabajos y conocido por todos los trabajadores, siendo el Jefe de Brigada (Encargado o Capataz) el responsable de revisar y reponer el material.

En caso de producirse un accidente durante la realización de los trabajos, se procederá según la gravedad que presente el accidentado.

Ante los accidentes de carácter leve, se atenderá a la persona afectada en el botiquín instalado a pie de obra, cuyo contenido se detalla más adelante.

Si el accidente tiene visos de importancia (grave) se acudirá al Centro Asistencial de la mutua a la cual pertenece la Contrata o Subcontrata, (para lo cual deberán proporcionar la dirección del centro asistencial más cercano de la mutua a la que pertenezca), donde tras realizar un examen se decidirá su traslado o no a otro centro.

Si el accidente es muy grave, se procederá de inmediato al traslado del accidentado al Hospital más cercano.

Por todo lo anterior, cada grupo de trabajo deberá disponer de un teléfono móvil y un medio de transporte, que le permita la comunicación y desplazamiento en caso de emergencia.

6.2 Botiquín

El contenido mínimo del botiquín será: desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

Junto al botiquín se dispondrá de un cartel en el que figuren de forma visible los números de teléfonos necesarios en caso de urgencias como los del hospital más próximo, centro asistencial, más cercano, de la mutua de las distintas empresas intervinientes, servicio de ambulancias, bomberos, policía local,...

6.3 Extinción de incendios

Este apartado tiene por objeto dar una serie de recomendaciones relativas a la actuación contra el fuego en el caso de que éste llegara a producirse.

En primer lugar se intentará sofocar el conato de incendio y si se observara que no se puede dominar el incendio, se avisará de inmediato al servicio Municipal de Bomberos.

Para hacer funcionar los extintores portátiles se seguirán los siguientes pasos:

Sacar la anilla que hace de seguro.

Abrir la válvula de gas impulsor de botellín adosado (si es de presión incorporada no tiene este paso).

Apretar la pistola dirigiendo el chorro a la base de las llamas y barrer en abanico.

La posición más ventajosa para atacar el fuego es colocarse de espaldas al viento en el exterior, o a la corriente en el interior de un local.

Es elemental dirigir el chorro de salida hacia la base de las llamas, barriendo en zigzag y desde la parte más próxima hacia el interior del incendio.

Si se utilizan sobre líquidos inflamables, no se debe aproximar mucho al fuego ya que se corre el peligro de que se proyecte el líquido al exterior. Hay que barrer desde lejos y acercarse poco a poco al fuego.

Siempre que las actuaciones para atacar no se dificulten grandemente a consecuencia del humo, no deben abrirse puertas y ventanas; provocarían un tiro que favorecerían la expansión del incendio.

Recordar que a falta de protección respiratoria, una protección improvisada es

colocarse un pañuelo húmedo cubriendo la entrada de las vías respiratorias, procurando ir agachado a ras del suelo, pues el humo por su densidad tiende a ir hacia arriba.

Si se inflaman las ropas, no correr, las llamas aumentarían. Revolcarse por el suelo y/o envolverse con manta o abrigo. Si es otra la persona que vemos en dicha situación, tratar de detenerla de igual forma.

7. Comunicación de accidentes e incidentes.

El Empresario cumplimentará el parte de accidente de trabajo (según el modelo oficial) en aquellos accidentes de trabajo o recaídas que conlleven la ausencia del accidentado del lugar de trabajo de, al menos, un día, salvedad hecha del día en que ocurrió el accidente, previa baja médica.

Dicho documento será remitido por la Empresa a la Mutua o Entidad Gestora o Colaboradora de la Seguridad Social, que tiene a su cargo la protección por accidente de trabajo, en el plazo máximo de *5 días hábiles*, contados desde la fecha en que se produjo el accidente o desde la fecha de la baja médica.

Aquellos accidentes ocurridos en el centro de trabajo o por desplazamiento en jornada de trabajo que provoquen el fallecimiento del trabajador, que sean considerados como graves o muy graves, o que el accidente ocurrido en un centro de trabajo afecte a más de cuatro trabajadores, pertenezcan o no en su totalidad a la plantilla de la Empresa, esta además de *cumplimentar el parte de accidente* comunicará éste hecho, en el *plazo máximo de 24 horas*, por telegrama u otro medio de comunicación análogo, a la Autoridad Laboral de la provincia donde haya ocurrido el accidente, debiendo constar en la comunicación la razón social, domicilio y teléfono de la Empresa, nombre del accidentado, dirección completa del lugar donde ocurrió el accidente así como una breve descripción del mismo.

La relación de accidentes de trabajo ocurridos sin baja médica deberá cumplimentarse

mensualmente en aquellos accidentes de trabajo que no hayan causado baja médica.

Dicho documento será remitido por la Empresa, en los modelos oficiales, a la entidad gestora de accidentes de trabajo en los plazos que marca la legislación vigente.

Finalmente, todo incidente o accidente ocurrido en obra debe quedar registrado, debiendo notificarse en todos los casos al Coordinador de Seguridad y Salud, o a la Dirección Facultativa cuando no fuera necesaria su designación, a la mayor brevedad posible.

Todo accidente ocurrido en la obra debe ser investigado por la empresa a la que pertenezca el trabajador, elaborando el preceptivo informe de investigación de accidentes, que deberá ser archivado junto con el resto de documentación del accidente. Este informe estará a disposición del Coordinador de Seguridad y Salud, y de la Dirección Facultativa.

7.1 Servicios higiénicos

En aplicación de lo exigido a este respecto por la normativa aplicable, anexo IV parte A del RD .1627/97, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción se deberán destinar los servicios higiénicos (vestuarios, retretes y lavabos) necesarios para los trabajadores.

En el caso en que se utilicen instalaciones provisionales (casetas o similar), se garantizará para todo el periodo que abarque la ejecución, mientras exista personal imputable a la misma.

Las instalaciones se mantendrán en adecuadas condiciones de higiene y limpieza, quedando totalmente prohibido el almacenamiento de sustancias y material de obra en su interior, pues su uso no es el de almacén.

Los suelos, paredes y techos serán lisos e impermeables, permitiendo la limpieza

necesaria, debiendo encontrarse los vestuarios próximos a las salas de aseo.

No obstante, al ejecutarse la obra en locales ya construidos, y dotados ya de este tipo de instalaciones, podrán utilizarse las mismas (previo acuerdo con la propiedad), o en su caso los existentes en las instalaciones de las empresas a las que pertenezcan, cuando esta posibilidad sea viable.

Además, en la obra, los trabajadores dispondrán de suficiente agua potable, la cual se mantendrá en recipientes adecuados para su conservación e higiene y marcados con el nombre de su contenido.

8. Formación e información a los trabajadores

De conformidad con los artículos 18 y 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

La información deberá ser comprensible para los trabajadores afectados. Al ingresar en la obra se informará al personal de los riesgos específicos de los trabajos a los cuales van a ser asignados, así como las medidas de seguridad que deberán emplear personal y colectivamente.

Se insistirá en la importancia del uso de los medios preventivos puestos a su disposición, enseñando su correcto uso y explicando las situaciones peligrosas a que la negligencia o la ignorancia pueden llevar.

Conforme al artículo 8 del RD . 773/1997, de 30 de mayo, el empresario deberá informar a los trabajadores, previamente al uso de los equipos, de los riesgos contra los que les protegen, así como de las actividades u ocasiones en las que deben utilizarse.

Asimismo, deberá proporcionarles instrucciones, preferentemente por escrito, sobre la forma correcta de utilizarlos y mantenerlos.

El empresario garantizará la formación y organizará, en su caso, sesiones de entrenamiento, para la correcta utilización de los Equipos de Protección Individual, especialmente cuando se requieran la utilización simultánea de varios equipos que por su especial complejidad así lo haga necesaria.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma de que en cada obra disponga de algún socorrista con todos los medios que precise.

Por otra parte, conforme el artículo 5 del RD 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, los trabajadores y los representantes de los trabajadores deberán recibir una formación e información adecuadas sobre los riesgos derivados de la utilización de los equipos de trabajo, así como las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse.

La información suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a: las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.

Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo. Cualquier otra información de utilidad preventiva.

Igualmente, se informará a los trabajadores sobre la necesidad de prestar atención a los riesgos derivados de los equipos de trabajo presentes en su entorno de trabajo inmediato, o de las modificaciones introducidas en los mismos, aun cuando no los utilicen directamente.

9. Vigilancia de la salud

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo.

Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona del trabajador y la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud.

Atendiendo a esta obligación, todo trabajador que se incorpore a la obra, habrá pasado un reconocimiento médico que avale su aptitud médica para el desempeño de las actividades que vaya a realizar.

10. Responsabilidades y penalizaciones

El incumplimiento de las obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales podrá dar lugar a responsabilidades administrativas, así como en su caso, a responsabilidades penales y a las civiles por los daños y perjuicios que puedan derivarse de dicho incumplimiento.

No se penalizará los hechos que hayan sido sancionados penal o administrativamente, en los casos que se aprecie la identidad de sujeto hecho y fundamento, por parte de la Autoridad Laboral competente.

10.1 Requerimientos por incumplimientos

Cuando el Coordinador de Seguridad y Salud o la Dirección Facultativa comprobare la existencia de una infracción a la normativa sobre prevención de riesgos laborales, requerirá al empresario para la subsanación de las deficiencias observadas, salvo que por la gravedad e inminencia de los riesgos procediese acordar la paralización prevista

en el artículo 14 del RD . 1627/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, todo ello sin perjuicio de la propuesta de sanción correspondiente en su caso.

El requerimiento formulado por el Coordinador de Seguridad y Salud o la Dirección Facultativa se hará saber por escrito al empresario presuntamente responsable señalando las anomalías para su subsanación. Dicho requerimiento se pondrá, asimismo, en conocimiento de los Delegados de Prevención.

Si se incumpliera el requerimiento formulado, persistiendo los hechos infractores, la persona que realiza la demanda propondrá al Promotor la penalización por tales hechos.

10.2 Paralización de los trabajos

Cuando el Coordinador de Seguridad y Salud o cualquiera otra persona integrada en la Dirección Facultativa compruebe que la inobservancia de la normativa sobre prevención de riesgos laborales implica, a su juicio, un riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores podrá ordenar la paralización inmediata de tales trabajos o tareas, dejando constancia en el Libro de Incidencias.

Dicha medida será comunicada a la Empresa responsable, que la pondrá en conocimiento inmediato de los trabajadores afectados, del Delegado de Prevención o, en su ausencia, de los Representantes del Personal. Por otro lado, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social del cumplimiento de esta notificación.

La paralización de los trabajos se levantará por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social si la hubiese decretado, por el Coordinador de Seguridad y Salud o por el Empresario tan pronto como se subsanen las causas que la motivaron, debiendo el empresario comunicarlo a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y/o al Coordinador de Seguridad y Salud, según el caso.

10.3 Libro de incidencias

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud un Libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

El Libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

A dicho libro tendrán acceso la Dirección Facultativa, los Contratistas, los Subcontratistas y los Trabajadores Autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las Empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones Públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines a que se refiere el párrafo primero de este apartado.

Efectuada una anotación el libro de incidencias, el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud, estará obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la Provincia en la que se realiza la obra. Igualmente deberá notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

10.4 Penalizaciones

Son infracciones a la normativa en materia de Prevención de Riesgos Laborales las acciones u omisiones de los Empresarios que incumplan las normas legales, reglamentarias y cláusulas normativas de los convenios colectivos en materia de seguridad y salud sujetas a responsabilidades conforme a la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Sin perjuicio de las responsabilidades administrativas, civiles y penales de las

Contratas y Subcontratas, el Coordinador de Seguridad y Salud podrá proponer al Promotor la aplicación de penalizaciones.

Se calificarán estas penalizaciones como leves, graves y muy graves, en atención a la naturaleza del deber infringido y la entidad del derecho afectado, de conformidad con los apartados siguientes.

Las penalizaciones podrán imponerse en grado mínimo, medio y máximo, atendiendo a los siguientes criterios:

- La peligrosidad de las actividades desarrolladas.
- El carácter transitorio o permanente de los riesgos.
- La gravedad de los daños producidos o que hubieran podido producirse por la ausencia o deficiencia de las medidas preventivas necesarias.
- El número de trabajadores afectados.
- Las medidas de protección individual o colectiva adoptadas por el empresario y las instrucciones impartidas por éste en orden a la prevención de riesgos.
- El incumplimiento de advertencias o requerimientos previos del Coordinador de Seguridad y Salud.
- La inobservancia de las propuestas realizadas por los Servicios de Prevención, los Delegados de Prevención o el Comité de Seguridad y Salud de la empresa para la corrección de las deficiencias legales existentes.
- La conducta general seguida por el empresario en orden a la estricta observancia de las normas en materia de prevención de riesgos laborales.

11. AVISO PREVIO

Antes de dar comienzo a las obras, el promotor deberá efectuar un aviso a la entidad laboral correspondiente redactado con el siguiente contenido:

- FECHA:

- DIRECCIÓN DE LA OBRA:

- PROMOTOR (nombre y dirección):

- TIPO DE OBRA:

- PROYECTISTA (nombre y dirección):

- COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE LA OBRA (nombre y dirección):

- COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA (nombre y dirección):

- FECHA PREVISTA DEL COMIENZO DE LA OBRA:

- DURACIÓN PREVISTA DE LOS TRABAJOS DE LA OBRA:

- NUMERO MÁXIMO ESTIMADO DE TRABAJADORES EN LA OBRA:

- NUMERO PREVISTO DE CONTRATISTAS, SUBCONTRATISTAS Y TRABAJADORES AUTÓNOMOS EN LA OBRA:

- DATOS DE IDENTIFICACIÓN DE CONTRATISTAS, SUBCONTRATISTAS Y TRABAJADORES AUTÓNOMOS, YA SELECCIONADOS:

En Lleida, a 8 de mayo de 2007

El autor: Victorià Burrueco Franco

ÍNDICE DOCUMENTACIÓN PLANOS

- 1. Plano índice y de situación**
- 2. CD WL001 (Blondel) situación actual**
- 3. CD WL001 (Blondel) reformado**
- 4. CD WL153 (Govern Civil) situación actual**
- 5. CD WL153 (Govern Civil) reformado**
- 6. CD WL520 (Ferran) situación actual**
- 7. CD WL520 (Ferran) reformado**
- 8. Tendido de conductores zanjas en acera**
- 9. Tendido de conductores zanjas en acera tubular seco**
- 10. Tendido de conductores zanjas en acera tubular hormigonado**
- 11. Tendido de conductores zanjas en calzada**
- 12. Tendido de conductores zanjas en calzada cruzamientos**
- 13. Tendido de conductores zanjas en calzada cruzamientos tubo hormigón**
- 14. Reglamentación paralelismos 1**
- 15. Reglamentación paralelismos 2**
- 16. Reglamentación cruzamientos 1**
- 17. Reglamentación cruzamientos 2**
- 18. Tendido cable Govern Civil**