

4. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

AUTOR: Jorge Laguardia Lauroba

TUTOR: Amaya Martínez Gracia

Área de Máquinas y Motores Térmicos

Año Académico: 2010/2011

Fecha de entrega: Junio 2011

INDICE

4.1 Antecedentes y datos generales	Pag. 68
4.1.1 Objeto y autor del Estudio Básico de Seguridad y Salud	Pag. 68
4.1.2 Proyecto al que se refiere	Pag. 69
4.1.3 Descripción del emplazamiento y la obra	Pag. 69
4.1.4 Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria	Pag. 70
4.1.5 Maquinaria de obra	Pag. 71
4.1.6 Medios auxiliares	Pag. 71
4.2 Riesgos laborales evitables completamente	Pag. 72
4.3 Riesgos laborales no eliminables completamente	Pag. 72
4.4 Riesgos laborales especiales	Pag. 76
4.5 Previsiones para trabajos futuros	Pag. 76
4.6 Normas de seguridad y salud aplicables a la obra	Pag. 76
4.7 Presupuesto	Pag. 78

4.1 Antecedentes y datos generales

4.1.1 Objeto y autor del estudio básico de seguridad y salud

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud está redactado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

De acuerdo con el artículo 7 del citado R.D., el objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

El autor de este Estudio Básico de Seguridad y Salud, es Dº Jorge Laguardia Lauroba, Ingeniero Técnico Industrial, colegiado nº XXXX del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Aragón.

Habiendo recibido el encargo de su elaboración por parte de la empresa XXXX S.L., promotor de la obra.

De acuerdo con el artículo 3 del R.D. 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor, designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación correrá a cargo del Promotor, y su remuneración se contempla en el presupuesto de la obra.

4.1.2 Proyecto al que se refiere

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se refiere al Proyecto cuyos datos generales son:

PROYECTO DE REFERENCIA	
Proyectos de Ejecución	Proyecto de Instalación Fotovoltaica en cubierta de la nave propiedad ALDOMA S.L.
Autor del Proyecto	Dº Jorge Laguardia Lauroba
Titularidad del Encargo	XXXX S.L.
Emplazamiento	C / Bogotá Parcela 2. Pgno. Centrovía
Plazo de Ejecución Previsto	20 días
Número Máximo de Operarios	4
Total Aproximado de Jornadas	Las fijadas en convenio en el plazo estipulado
OBSERVACIONES:	
La ejecución de la obra se realizará por fases, quedando en servicio una vez finalizadas.	

4.1.3 Descripción del emplazamiento.

En la siguiente tabla se indican las principales características y condicionantes del emplazamiento donde se realizará la obra:

DATOS DEL EMPLAZAMIENTO	
Accesos a la obra	Acceso desde el polígono en planta baja.
Topografía del terreno	Terreno llano y asfaltado.
Edificaciones colindantes	Naves Industriales.
Suministro de energía eléctrica	Propio de la nave con acometida de obra.
Suministro de agua	Agua de acometida de la nave.
Sistema de saneamiento	Hay red de saneamiento, propia de la nave.
Servidumbres y condicionantes	Durante las obras se limitará la zona de actuación evitando riesgos.
OBSERVACIONES:	

4.1.4 Descripción de la obra

En la tabla siguiente se indican las características generales de la obra a que se refiere el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, y se describen brevemente las fases de que consta:

DESCRIPCION DE LA OBRA Y SUS FASES	
Instalación Eléctrica en Baja Tensión	<p>Colocación de estructura soporte de los módulos fotovoltaicos</p> <p>Colocación de los módulos fotovoltaicos</p> <p>Instalación de cuadro de control y medida</p> <p>Instalación de línea de alimentación y colocación de cuadro secundario</p> <p>Instalación de toma de tierra</p> <p>Comprobación y verificación de la instalación mediante mediciones adecuadas.</p>
OBSERVACIONES:	

4.1.5 Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del R.D. 1627 / 97, la obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en la siguiente tabla:

SERVICIOS HIGIENICOS	
*	Vestuario, (2 m2 / operario) con asientos y taquillas individuales.
*	Lavabo con agua fría.
	Ducha con agua fría y caliente.
*	Inodoro.
OBSERVACIONES:	

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del RD. 486 / 97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia más cercanos.

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA		
NIVEL ASISTENCIAL	NOMBRE Y UBICACION	DISTANCIA (Km)
Primeros Auxilios	Botiquín Portátil	En la Obra
Asistencia Primaria	Mutua Accidentes de Zaragoza, Avda Academia General Militar	25 Km.
Asistencia Especializada	Mutua Accidentes de Zaragoza, Avda Academia General Militar	25 Km.
OBSERVACIONES:		

4.1.6 Maquinaria de obra

La maquinaria que se prevé emplear en la ejecución de la obra se indica en la relación (no exhaustiva) de la tabla adjunta.

MAQUINARIA PREVISTA	
*	Máquina de Elevación.
*	Taladro Percutor Portátil.
*	Herramienta Portátil de mano.
OBSERVACIONES:	

4.1.7 Medios auxiliares

En la tabla siguiente se relacionan los medios auxiliares que van a ser empleados en la obra y sus características más importantes:

MEDIOS AUXILIARES	
MEDIOS	CARACTERISTICAS
Escaleras de mano	Zapatillas antideslizantes. Deben sobrepasar en 1 m la altura a salvar. Separación de la pared en la base = $\frac{1}{4}$ de la altura total
Andamios	Dotados de barandillas y rodapiés para evitar la caída de personas y objetos.
Instalación eléctrica	Cuadro General en caja estanca de doble aislamiento, situado a $h > 1m$. Relé diferencial regulable en intensidad y en tiempo Magnetotérmico general omnipolar accesible desde el exterior. La instalación de cables será aérea desde la salida del cuadro. El interruptor general del C.M.P. dispondrá de accionamiento exterior. Toda máquina eléctrica sin doble aislamiento y a más de 24 V, conectará su masa a tierra.
OBSERVACIONES:	

4.2 Riesgos laborales evitables completamente

La tabla siguiente contiene la relación de los riesgos laborales que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se incluyen:

RIESGOS EVITABLES	MEDIDAS TECNICAS ADOPTADAS
Presencia de líneas eléctricas de baja tensión.	Corte del fluido, puesta a tierra y protección diferencial.
Derivados del trabajo en zonas de uso.	Se señalizará la zona de trabajos para impedir el acceso al personal.
Derivados de la rotura de instalaciones existentes.	Neutralización de las instalaciones existentes.
OBSERVACIONES:	

4.3 Riesgos laborales no eliminables completamente

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera tabla de aspectos generales afecta a la totalidad de la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

TODA LA OBRA
RIESGOS
Caídas de operarios al mismo nivel.
Caídas de operarios a distinto nivel.
Caídas de objetos sobre operarios.
Caídas de objetos sobre terceros.
Choques o golpes contra objetos.
Contactos eléctricos directos e indirectos.
Cuerpos extraños en los ojos.
Sobreesfuerzos

TODA LA OBRA	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCION
Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra.	Permanente
Orden y limpieza de los lugares de trabajo.	Permanente

TODA LA OBRA	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCION
Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.	Permanente
Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra).	Permanente
No permanecer en el radio de acción de las máquinas.	Permanente
Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento.	Permanente
Señalización de la obra (señales y carteles).	Permanente
Cintas de señalización.	Permanente
Barreras de plástico antipolvo en zonas no afectadas por obras.	Permanente
Extintor de Polvo, de eficacia 21 A - 113 B.	Permanente
Evacuación de escombros.	Permanente

TODA LA OBRA	
EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	EMPLEO
Cascos de seguridad.	Ocasional
Calzado protector.	Permanente
Ropa de trabajo.	Permanente
Gafas de seguridad.	Frecuente
Cinturones de protección del tronco.	Ocasional
Guantes de protección.	Ocasional

Pantallas de seguridad contra radiaciones de soldadura.	Ocasional
Cinturón de seguridad contra caídas.	Ocasional

TODA LA OBRA	
MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN	GRADO DE EFICACIA
Señalización normalizada de los riesgos existentes.	Bajo
Información y educación en materia de seguridad.	Bajo

INSTALACION ELECTRICA EN BAJA TENSION		
RIESGOS		
X	Caídas de operarios al vacío.	
X	Caídas de materiales transportados a nivel y a niveles inferiores.	
	Atrapamientos y aplastamientos en manos durante el montaje de andamios.	
X	Atrapamientos por los medios de elevación y transporte.	
X	Lesiones y cortes en manos.	
	Lesiones, pinchazos y cortes en pies.	
	Dermatitis por contacto con hormigones, morteros y otros materiales.	
	Incendios por trabajos de soldaduras.	
X	Golpes o cortes con herramientas.	
X	Electrocuciones.	
X	Proyecciones de partículas.	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		GRADO DE ADOPCION
	Apuntalamientos y apeos.	Permanente
	Pasos o pasarelas.	Permanente
X	Evitar focos de inflamación.	Permanente
	Redes horizontales.	Frecuente

	Andamios (constitución, accesos correctos).	Permanente
	Plataformas de carga y descarga de material en cada planta.	Permanente
	Barandillas rígidas (0,9 m de altura, con listón intermedio y rodapié).	Permanente
	Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales.	Permanente
	Escaleras peldañeadas con zapatas antideslizantes.	Permanente
X	Evitar trabajos superpuestos.	Permanente
	Bajante de escombros adecuadamente sujetos.	Permanente
	Protección de huecos de entrada de material en plantas.	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL		EMPLEO
	Gafas de seguridad.	Frecuente
X	Guantes de cuero o goma.	Frecuente
X	Botas de seguridad.	Permanente
X	Cinturones y arneses de seguridad.	Frecuente
	Mástiles y cables fiadores.	Frecuente
MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCION Y PROTECCION		GRADO DE EFICACIA
OBSERVACIONES		

4.4 Riesgos laborales especiales

En la siguiente tabla se relacionan aquellos trabajos que siendo necesarios para el desarrollo de la obra definida en el Proyecto de referencia, implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, y están por ello incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97.

También se indican las medidas específicas que deben adoptarse para controlar y reducir los riesgos derivados de este tipo de trabajos.

TRABAJOS CON RIESGOS ESPECIALES	MEDIDAS ESPECIFICAS PREVISTAS
Especialmente graves de caídas de altura.	Andamios de tipo europeo, plataformas de protección y escaleras homologadas.

4.5 Previsiones para trabajos futuros

En el Proyecto de Actividad e Instalación a que se refiere el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud no es necesaria la previsión de ningún elemento para facilitar las futuras labores de mantenimiento y reparación.

4.6 Normas de seguridad aplicables a la obra

NORMATIVA GENERAL.

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud.
- Modelo de libro de incidencias.
- Modelo de notificación de accidentes de trabajo.
- Reglamento Seguridad e Higiene en el Trabajo de la Construcción.
- Cuadro de enfermedades profesionales.
- Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.
- Ordenanza de trabajo en industrias de construcción, vidrio y cerámica.
- Protección de riesgos derivados de exposición a ruidos.
- Disposiciones mínimas seg. y salud sobre manipulación manual de cargas

- Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto.
- Estatuto de los trabajadores.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)

- Condiciones comercialización y libre circulación de EPI.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud de equipos de protección individual
- EPI contra caída de altura. Dispositivos de descenso.
- Requisitos y métodos de ensayo: calzado seguridad/protección/trabajo.
- Especificaciones del calzado de seguridad de uso profesional.
- Especificaciones del calzado de protección de uso profesional.
- Especificaciones del calzado de trabajo de uso profesional.

INSTALACIONES Y EQUIPOS DE OBRA

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para utilización de los equipos de trabajo.
- MIE-BT-028 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- ITC MIE-AEM 3 Carretillas automotoras de manutención.
- Reglamento de aparatos elevadores para obras
- Reglamento Seguridad en las Máquinas.
- Requisitos de seguridad y salud en máquinas.
- ITC-MIE-AEM2. Grúas-Torre desmontables para obra.
- ITC-MIE-AEM4. Grúas móviles autopropulsadas usadas.

4.7 Presupuesto

Unidades	DESCRIPCION	Precio unitario	Precio total
MEDIOS DE PROTECCION PERSONAL			
4	<u>CASCOS DE SEGURIDAD</u>	33,92 €	135,68 €
	Unidad de cascos de seguridad fabricado en plástico reforzado y cumpliendo con normas de equipos de protección individual. Incluye sistema de ajuste a cabeza.		
<u>MEDIOS DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS</u>			
1	<u>EXTINTOR DE POLVO.</u>	36,06 €	36,06 €
	Unidad de extintor manual portátil de polvo polivalente ABC de 9 Kg. de capacidad, colocación y soporte. Eficacia 34 A – 144 B.		
<u>MEDIOS DE PRIMEROS AUXILIOS</u>			
1	<u>BOTIQUIN DE OBRA.</u>	261,51 €	261,51 €
	Unidad de botiquín con equipamiento para curas de primeros auxilios gasas, vendas, desinfectantes y medicamentos de curas.		
		<u>TOTAL:</u>	<u>433,27 €</u>

5. PLIEGO DE CONDICIONES

AUTOR: Jorge Laguardia Lauroba

TUTOR: Amaya Martínez Gracia

Área de Máquinas y Motores Térmicos

Año Académico: 2010/2011

Fecha de entrega: Junio 2011

INDICE

5.1 Condiciones generales	Pag. 82
5.2 Descripción de las obras	Pag. 84
5.3 Condiciones específicas	Pag. 84
5.3.1 Dispositivos generales e individuales de mando y protección	Pag. 84
5.3.2 Instalaciones interiores	Pag. 86
5.3.2.1 conductores	Pag. 86
5.3.2.2 Subdivisión de las instalaciones	Pag. 87
5.3.2.3 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica	Pag. 87
5.3.2.4 Conexiones	Pag. 87
5.3.2.5 Sistemas de instalación	Pag. 88
5.3.2.5.1 Conductores aislados bajo tubos protectores	Pag. 89
5.3.2.5.2 Conductores aislados con cubierta bajo canales protectoras aislantes	Pag. 92
5.3.2.6 Protección contra sobreintensidades	Pag. 92
5.3.2.7 Protección contra sobretensiones	Pag. 93
5.3.2.7.1 Categorías de las sobretensiones	Pag. 93
5.3.2.7.2 Medidas para el control de las sobretensiones	Pag. 94
5.3.2.7.3 Selección de los materiales en la instalación	Pag. 94
5.3.2.8 Protección contra contactos directos e indirectos	Pag. 95
5.3.2.8.1 Protección contra contactos directos	Pag. 95
5.3.2.8.2 Protección contra contactos indirectos	Pag. 96
5.3.2.9 Puesta a tierra	Pag. 96
5.3.2.9.1 Uniones a tierra	Pag. 97
5.3.2.9.2 Conductores a tierra	Pag. 97
5.3.2.9.3 Bornes de puesta a tierra	Pag. 98

5.3.2.9.4 Conductores de protección	Pag. 98
5.3.2.9.5 Conductores de equipotencialidad	Pag. 99
5.3.2.9.6 Resistencia de las tomas de tierra	Pag. 99
5.3.2.9.7 Tomas de tierra independientes	Pag. 99
5.3.2.9.8 Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización	Pag. 99
5.3.2.9.9 Revisión de las tomas de tierra	Pag. 100
5.3.2.10 Receptores de alumbrado	Pag. 100
5.3.2.11 Receptores a motor	Pag. 101
5.3.2.12 Tomas de corriente	Pag. 102
5.4 Mediciones y pruebas	Pag. 102

5.1 Condiciones generales

El presente documento se refiere a las condiciones que han de cumplir las unidades de obra y sus materiales integrantes en la ejecución de las obras a que se refiere este proyecto.

Todos los elementos, aparatos, componentes, etc., deberán ser acompañados, en caso de que el director de obra así lo exija, de los correspondientes certificados redactados por el suministrador o contratista de los mismos, y en los cuales se indicarán las características técnicas, así como dimensiones geométricas y pruebas a las que han sido sometidas.

Se tendrán en cuenta los siguientes reglamentos y normas:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión según real decreto 848/2002 de 2 de Agosto e instrucciones complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.
- Reglamento de Verificaciones y Regularidad en el suministro de Energía, Decreto 12-3-54.
- Ley 54/1997, del sector eléctrico, de 27 de noviembre.
- Plan de Energías Renovables en España (PER) 2005-2010.
- Real Decreto 314/2006 de 17 de Marzo, Código Técnico de Edificación.
- Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración (en todo lo no previsto por el Real Decreto 1663/2000)
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Orden de 5 de septiembre de 1985 por la que se establecen normas administrativas y técnicas para funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5000 KVA y centrales de autogeneración eléctrica.
- Orden ECO/797/2002, de 22 de marzo por el que se aprueba el procedimiento de medida y control de continuidad del suministro eléctrico.
- Real Decreto 154/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el real decreto 7/1988, de 8 de enero, por el que se regula las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- 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.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

- Real Decreto 841/2002, de 2 de Agosto por el que se regula para las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida
- Real Decreto 1433/2002, de 27 de diciembre de 2002 por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en Régimen Especial.
- Real Decreto 1801/2003 de 26 de diciembre de 2003 sobre seguridad general de los productos.
- Real Decreto 1580/2006, de 22 de diciembre, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1114/2007 de 24 de agosto de 24 de agosto, por el que se complementa el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales, mediante el establecimiento de cuatro cualificaciones profesionales correspondientes a la familia profesional energía y agua
- Resolución de 27 de septiembre de 2007, de la Secretaría General de Energía, por la que se establece el plazo de mantenimiento de la tarifa regulada para la tecnología fotovoltaica, en virtud de lo establecido en el artículo 22 del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo
- Real Decreto 1578/2008 de 26 de septiembre en el que se modifican los requisitos de las nuevas instalaciones rebajando, a posteriori, las primas y creando registros de preasignación.
- Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre en el que se elimina el pago de energía primada a partir del año 25 prometido en el Real Decreto 661/2007. Artículo primero número 10
- Real Decreto Ley 14/2010 de 23 de diciembre en el que se modifica retroactivamente todas las tarifas reguladas y prometidas en el Real Decreto 661/2007
- Norma UNE, del Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo, y con carácter subsidiario las DIN-VDE.
- Serán obligaciones del contratista cumplir las disposiciones que regulen las relaciones patronales, accidentes de trabajo, contratación de seguros, etc.

5.2 Descripción de las obras

Todas las obras y suministros descritos en el presente Proyecto deberán ser realizadas de acuerdo con las descripciones y condiciones que, para las obras y materiales se establecen en el presente Proyecto.

El contratista ejecutor de las obras tendrá que conservar todos los elementos de las mismas, desde el comienzo hasta la recepción de las mismas.

Se entenderán comprendidos en el objeto del contrato las modificaciones parciales o los complementos de obra o suministro que el Ingeniero Director determine, o que a juicio del mismo, resulten necesarias por causas no previstas, dentro de los límites autorizados, mediante las rectificaciones adecuadas o reformas del Proyecto.

Las obras abarcan la instalación y conexión de todos los elementos que figuran en la Memoria, Planos y Presupuesto, y cuantos materiales y accesorios se empleen para poner en funcionamiento completo las instalaciones.

5.3 Condiciones específicas

Los materiales a emplear serán de buena calidad y se ajustarán a las condiciones señaladas en los estados de mediciones y presupuesto del Proyecto y condiciones del presente Pliego. De cada uno de estos materiales se presentarán, para su aprobación, muestras a los Ingenieros Directores de las obras, sin cuyo requisito no podrá ser colocado en obra, siendo rechazados los que no reúnan las condiciones necesarias para su uso, sin que por ello haya lugar a reclamación por parte del Contratista.

5.3.1 Dispositivos generales e individuales de mando y protección

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. En establecimientos en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimiento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1 y 2 m.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. Se situarán fuera de los locales mojados, y si ésto no fuera posible, se protegerán contra las proyecciones de agua, grado de protección IPX4. En este caso, la cubierta y partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

Estarán dotados de puerta en la cual se situarán los elementos de mando. Siempre que sea posible y no se indique lo contrario en proyecto, serán accesibles por su parte delantera y dispondrán de llave y cerradura. Tendrán junta de estanqueidad de neopreno y su protección mínima según UNE 20.324 será de IP-57.

Los aparatos propiamente dichos irán situados sobre bastidores metálicos. El cableado se realizará ordenadamente con recorridos claros, de tal forma, que sean fácilmente identificables los circuitos. Todo el cable irá señalizado en sus dos extremos. El cableado de unión entre los aparatos de puertas y los situados en bastidor se realizará de tal forma que pueda abrirse el cuadro fácilmente y sin deterioro de los cables de unión. La puerta del cuadro irá conectada a la tierra de este mediante malla de cobre.

Las conexiones se realizarán mediante bloques de bornas. Las piezas bajo tensión desnudas estarán separadas entre si y con respecto a las paredes por una distancia no inferior a 1,5 cm. Las entradas de canalizaciones al cuadro estarán perfectamente selladas y de ser metálicas tendrán las aristas matadas y aisladas para evitar dañar el aislamiento de los conductores.

Estarán etiquetados todo los interruptores, indicando la función de cada uno de ellos, así como todos los aparatos de señalización o medida, de tal manera que se tenga una indicación clara de sus funciones.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, de intensidad nominal mínima 25 A, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5 kA como mínimo. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.

- Un interruptor diferencial general, de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24). Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

" R_a " es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

" I_a " es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada).

" U " es la tensión de contacto límite convencional (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general,

siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores (según ITC-BT-22).

- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

Todos los tipos de interruptores mencionados deberán haber sido sometidos a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor y demás ensayos, exigidos a esta clase de material en la norma UNE 20.347. 81 IR.

5.3.2 Instalaciones interiores

5.3.2.1 conductores

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm ²)	Sección conductores protección (mm ²)
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

5.3.2.2 Subdivisión de las instalaciones

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector, a una planta, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

5.3.2.3 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal	Tensión ensayo c.c. (V)	Resistencia aislamiento
MBTS o MBTP	250	$\geq 0,25$
≥ 500 V	500	$\geq 0,50$
> 500 V	1000	$\geq 1,00$

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

5.3.2.4 Conexiones

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que

deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

Los terminales, empalmes y conexiones de las canalizaciones presentarán un grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4.

Las tomas de corriente y aparatos de mando y protección se situarán fuera de los locales mojados, y si ésto no fuera posible, se protegerán contra las proyecciones de agua, grado de protección IPX4. En este caso, sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicas.

5.3.2.5 Sistemas de instalación

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4.

5.3.2.5.1 Conductores aislados bajo tubos protectores

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los conductores aislados serán del tipo y denominación que se fijan en el Proyecto y para cada caso particular, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido. Se ajustarán a las Normas UNE 21.031, 21.022, 21.023 y 21.123.

Los conductores a utilizar serán, salvo que se especifiquen otros distintos en otros documentos del proyecto, los siguientes:

Los conductores que constituyen las líneas repartidoras corresponderán a la designación RV.0,6/1 kV.

Los conductores para las derivaciones individuales, líneas generales y alimentación a motores corresponderán a la designación VV 0,6/1 kV.

Los cables para las instalaciones interiores corresponderán a la designación HO7V-U para secciones comprendidas entre 1,5 mm² y 4 mm² y HO7V-R para secciones superiores.

Las secciones mínimas utilizadas serán de 1,5 mm² en las líneas de alumbrado de emergencia o aparatos de alumbrado y de 2,5 mm² en las líneas de fuerza y en las derivaciones o tomas de comente o cualquier otra alimentación.

Los colores de los conductores aislados estarán de acuerdo con la norma UNE 21.089, y serán los de la siguiente tabla:

COLOR	CONDUCTOR
Amarillo- verde	Protección
Azul claro	Neutro
Negro	Fase
Marrón	Fase
Gris	Fase

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas. En ningún caso se permitirá la unión de conductores en el interior de las canalizaciones.

La unión entre conductores, como empalmes o derivaciones, deberá realizarse siempre utilizando bornas de conexión montadas individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión, puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión.

No se permitirá la unión de conductores realizada por simple retorcimiento o enrollamiento entre sí.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

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

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de

0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.

- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

- El grado de resistencia a la corrosión será como mínimo 4.

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

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.

- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.

- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.

- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

Las cajas de empalme, tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Las cajas para instalaciones de superficie estarán plastificadas con PVC fundido en toda su superficie, tendrán un cierre hermético con la tapa atornillada y serán dimensiones tales que se adapten holgadamente al tipo de cable o conductor que se emplee.

- Estarán provistas de varias entradas troqueladas ciegas en tamaños concéntricos, para poder disponer en la misma entrada agujeros de diferentes diámetros.

- La fijación a techo será como mínimo de dos puntos de fijación, se realizará mediante tornillos de acero, para lo cual deberán practicarse taladros en el fondo de las mismas. Deberá utilizarse arandelas de nylon en tornillos para conseguir una buena estanqueidad.

- Las cajas para instalación empotrada serán de baquelita, con gran resistencia dieléctrica, que no ardan ni se deformen con el calor. Estas cajas deben estar provistas de una pestaña que contornee la boca y otros elementos que impidan su salida de la pared, cuando se manipulan, una vez empotradas. Tienen que estar provistas de rebajes en toda su superficie para facilitar la entrada de los tubos. Las tapas irán roscadas las destinadas a las cajas circulares, y con tornillos las destinadas a cajas cuadradas y rectangulares.

- Las conexiones de los conductores se ejecutarán en las cajas y mediante bornas, no pudiendo conectarse más de cuatro hilos en cada borna. Estas bornas irán numeradas y serán del tipo que se especifique en los demás documentos del proyecto.

5.3.2.5.2 Conductores aislados con cubierta bajo canales protectoras aislantes

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V y cumplirán con las indicaciones del apartado anterior.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". El grado de resistencia a la corrosión será 4. Las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama y aislantes. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. La tapa de las canales quedará siempre accesible.

5.3.2.6 Protección contra sobreintensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

Se instalará, en cualquier caso, un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.

La norma UNE 20.460 -4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

5.3.2.7 Protección contra sobretensiones

5.3.2.7.1 Categorías de las sobretensiones

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

Tensión instalación		Tensión soportada impulsos 1,2/50 (kV)			
Sistemas III	Sistemas II	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690		8	6	4	2,5
1000					

Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya

sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, apartament: interruptores, seccionadores, tomas de corriente, etc, canalizaciones y sus accesorios: cables, caja de derivación, etc, motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc).

Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de teledistribución, equipos principales de protección contra sobrecargas, etc).

5.3.2.7.2 Medidas para el control de las sobretensiones

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.

- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

5.3.2.7.3 Selección de los materiales en la instalación

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla, se pueden utilizar, no obstante:

- en situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- en situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

5.3.2.8 Protección contra contactos directos e indirectos

5.3.2.8.1 Protección contra contactos directos

Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

5.3.2.8.2 Protección contra contactos indirectos

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.

- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

5.3.2.9 Puesta a tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.

- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.

- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

5.3.2.9.1 Uniones a tierra

Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

5.3.2.9.2 Conductores a tierra

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores	16 mm ² Cu
	protección apdo. 7.7.1	16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu	25 mm ² Cu
	50 mm ² Hierro	50 mm ² Hierro

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

5.3.2.9.3 Bornes de puesta a tierra

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

5.3.2.9.4 Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm ²)	Sección conductores protección (mm ²)
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

5.3.2.9.5 Conductores de equipotencialidad

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm² si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

5.3.2.9.6 Resistencia de las tomas de tierra

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

5.3.2.9.7 Tomas de tierra independientes

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

5.3.2.9.8 Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas. Si no se hace el control de independencia indicando anteriormente (50 V), entre la puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a la puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

a) No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.

b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada ($<100 \text{ ohmios.m}$). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia deberá ser calculada.

c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra (I_d) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto ($V_d = I_d \times R_t$) sea menor que la tensión de contacto máxima aplicada.

5.3.2.9.9 Revisión de las tomas de tierra

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté mas seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

5.3.2.10 Receptores de alumbrado

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598. Estarán protegidas contra las proyecciones de agua "IPX4" y no serán de clase 0. No se admiten aparatos de alumbrado portátiles, excepto cuando se utilice como sistema de protección la separación de circuitos o el empleo de muy bajas tensiones de seguridad.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

5.3.2.11 Receptores a motor

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5

De 1,50 kW a 5 kW: 3,0

De 5 kW a 15 kW: 2

Más de 15 kW: 1,5

5.3.2.12 Tomas de corriente

Las cajas y clavijas de enchufe comprendidas en este apartado serán las construidas para una tensión mínima de 380 V con intensidades normales de 10, 25 y 60A.

Todas las partes de la caja y de la clavija accesibles al contacto normal serán de material aislante. Se dispondrá de la toma de tierra que la reglamentación vigente exigiese y con las características y dimensiones adecuadas. Las partes metálicas bajo tensión deberán estar fijadas sobre piezas aislante suficientemente resistentes al fuego, al calor y a la humedad, teniendo además la resistencia mecánica necesaria.

Para la conexión de los conductores deberán emplearse bornas con tornillos dejando previsto el espacio suficiente para que la conexión pueda ser hecha con facilidad.

Todos los enchufes de este apartado deberán haber sido sometidos a los ensayos de tensión, aislamiento, calentamiento resistencia mecánica y de comportamiento de servicio que se estipulan en la norma UNE 20.315-79.

5.4 Mediciones y pruebas

Se comprobará por parte de la Dirección de Obra que todas las unidades han sido ejecutadas con sujeción al proyecto, o bien a las modificaciones introducidas y aprobadas en el Acta de replanteo y a las órdenes de la Dirección de la Obra.

Se efectuarán las siguientes pruebas de la instalación eléctrica:

- Medidas de la caída de tensión.
- Medidas de aislamiento, debiendo ser superior a 500.000 Ohmios.
- Medida de resistencia a la toma de tierra, debiendo ser inferior a 15 Ohmios.
- Medidas de luminosidad en alumbrado normal y especiales.
- Se comprobará el correcto funcionamiento de diferenciales y demás dispositivos de protección.
- Medidas del factor de potencia en las salidas de cuadros estando todos los puntos de luz encendidos y comprobando que no sea inferior a 0,85.
- Comprobación de conexiones observando el cableado general de la instalación y observando que no se produzcan calentamientos.

La Dirección de Obra se reserva en todo caso el realizar las mediciones y comprobaciones que estime necesarias para la determinación de la calidad, características y estado de la instalación.

Para la revisión de obra, la Dirección Facultativa se apoyará en las normas de ejecución material incluidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias actualmente en vigor, así como en las normas concretas de la compañía suministradora de fluido eléctrico que detallan los puntos que el Reglamento deja a su elección y, finalmente, a las Hojas de Interpretación del Reglamento Electrotécnico publicadas por la Dirección General de la Energía del Ministerio de Industria.

6. PRESUPUESTO Y VIABILIDAD ECONOMICA

AUTOR: Jorge Laguardia Lauroba

TUTOR: Amaya Martínez Gracia

Área de Máquinas y Motores Térmicos

Año Académico: 2010/2011

Fecha de entrega: Junio 2011

INDICE

6.1 Condiciones económicas del estudio de viabilidad	Pag. 106
6.2 Cálculo de retribución	Pag. 107
6.3 Costes de inversión	Pag. 108
6.4 Balance económico de la instalación	Pag. 110
6.5 Proceso administrativo	Pag. 112

6.1 Condiciones económicas del estudio de viabilidad

Este documento pretende determinar la viabilidad de la instalación fotovoltaica sobre cubierta para conexión a red llevada a estudio en este proyecto. Para la realización del estudio económico de este proyecto se han tenido en cuenta las siguientes hipótesis:

- Alcance. Se contempla únicamente la extrapolación de un generador fotovoltaico conectado a la red para la venta de la energía producida. No se considera la probable incorporación de próximos proyectos a instalar en la misma parcela.
- Duración: Se consideran 30 años como periodo de referencia, suficiente para poder realizar una valoración muy aproximada.
- Índice de Precios al Consumo IPC: Se estima una media de 3,00% como media de 25 años aplicado a los precios de ingresos y gastos.
- Amortización Inmovilizado Material. Con carácter general, la amortización de la instalación en su conjunto se realiza a 10 años.
- Financiación: El periodo de financiación con capital ajeno de la inversión es de 20 años con un proporción de 80% del total de la inversión. Se aplica un interés fijo durante este periodo de 5,30%.
- Impuesto de Sociedades: Se ha considerado el 25% al tratarse de una gran empresa.
- Periodos de Cobro. Se ha considerado el cobro a 30 días, dada la obligación existente por el distribuidor/comprador eléctrico.
- Insolvencias. No se consideran.
- Cuenta Pérdidas y Ganancias, Balances y Política de Distribución de Dividendos. El estudio económico tiene en cuenta la optimización de tesorería, en cuanto a la tesorería disponible. La política de distribución de dividendos depende de la tesorería disponible en cada momento.
- Gastos: Como base para la extrapolación de los gastos de explotación se han considerado los siguientes conceptos:
 - Gasto de financiación: En este capítulo se incluyen los gastos atribuibles al hecho de la contratación de la financiación con la entidad financiera seleccionada por el cliente. Se consideran Gastos de apertura de crédito y la Escritura de crédito. Se considera el 0,5% del importe financiado.
 - Gastos de licencias: La licencia de obras, publicaciones y tasas de autorizaciones administrativas tendrán unos gastos estimados del 0,8% del total de la inversión. El coste real podrá variar según la postura del Ayuntamiento y el tamaño de la instalación.
 - Gastos fijos: en este capítulo se incluyen gastos fijos anuales por un valor de 1.500 € correspondiente a la suma de los siguientes conceptos:
 - o Seguro todo riesgo: Se considera la contratación de un seguro "Todo Riesgo" a cuyas características principales cubren el riesgo de robo, incendio y vandalismo.

o Mantenimiento: Se considera la contratación de un plan de extensión de garantía con el fabricante del inversor y la contratación del servicio de mantenimiento e informes durante el periodo total de 25 años.

o Comunicaciones: Se utilizará la conexión a Internet existente.

6.2 Cálculo de retribución

La instalación tendrá una prima tarifaria superior al precio de la electricidad en el mercado. Si a un abonado el precio de compra de un kWh de energía eléctrica le puede costar en torno a los 0,12 €, la prima tarifaria de venta de la electricidad que se le podría asignar a esta instalación es de unos 0,20 € dos veces superior al precio de la energía.

A día de hoy no existen subvenciones adicionales a nivel local, provincial o regional a las que se pueda acoger este proyecto.

Según RD 1578/2008 para el cálculo de la retribución de la instalación se parte del precio de la tarifa del 2º trimestre de 2011 para Subtipo I.2 que es de 20,3726 c€/kWh.

Teniendo en cuenta la lista de preasignación del ministerio industria, comercio y turismo este proyecto puede entrar en el 3º trimestre de 2011, para ello se calcula la prima atendiendo a la siguiente fórmula:

Si $P \geq 0,75 \times P_0$, entonces:

$$T_n = T_{n-1} [(1 - A) \times (P_0 - P) / (0,25 \times P_0) + A]$$

Siendo:

P, la potencia pre-registrada en la convocatoria n-1.

P₀, el cupo de potencia para la convocatoria n-1.

T_{n-1}, la tarifa para las instalaciones pre-registradas asociadas a la convocatoria n-1.

T_n, la tarifa para las instalaciones pre-registradas asociadas a la convocatoria n.

A, el factor $0,9^{1/m}$ y m el número de convocatorias anuales.

$$T_n = 20,3726 [(1 - 0,9^{1/4}) \times (67,846 - 67,846) / (0,25 \times 67,846) + 0,9^{1/4}]$$

$$T_n = 19,84 \text{ c€/Kwh}$$

Tarifa 3º trimestre de 2011 será de 19.84 c€/Kwh

Para el correcto estudio económico se tendrá en cuenta un peaje por el uso de las líneas de transporte de energía según decreto RD 14/2010 de 50c€/MWh producido.

6.3 Costes de inversión

Los costes son los estimados para una instalación “llave en mano” con las características anteriormente comentadas. Se considera en el siguiente presupuesto la entrega de la instalación en funcionamiento y completamente legalizada. En el precio no se incluyen las tasas exigibles por las diferentes licencias o autorizaciones administrativas.

Materiales	Unidades	PVP/unitario	PVP/total
Componentes eléctricos varios:			
Placa Q.Cells Pro 230Wp	368	345,00 €	126.960,00 €
Cajas proteccion cc weidmuller ref.7504003557	16	185,00 €	2.960,00 €
Caja seccionamiento CS-400 Cahors España	1	324,00 €	324,00 €
Armario prefabricado Z CDU 1850x800x345mm Cahors España	1	306,00 €	306,00 €
Cuadro contador EME 500 Cahors España	2	553,80 €	1.107,60 €
Caja general protección CGP-7-400 BUC Cahors España	2	168,60 €	337,20 €
Material vario	1	1.300,00 €	1.300,00 €
	Total ->		133.294,80 €
Estructura:			
Perfilería sujección Hilti ref.MQ 41/3	1230	8,50 €	10.455,00 €
Tronillería 100un	10	8,00 €	80,00 €
	Total ->		10.535,00 €
Cables y bandejas:			
Cable exterior 6mm2 fotovoltaica RZ1-K 0,6/1KV	1540	0,85 €	1.309,00 €
Cable exterior 6mm2 RZ1-K 0,6/1KV	20	0,79 €	15,80 €
Manguera 4x120mm2 + TT RZ1-K 0,6/1KV	121	50,71 €	6.135,91 €
bandeja Rejiband 60x60	110	3,86 €	424,27 €
	Total ->		7.884,98 €
Cuadro general y control:			
Escuadras de fijación a pared REF. 8GD6094	1	4,26 €	4,26 €
Rótulo SIEMENS transferible p/ ALPHA 630 REF. 8GD9084-0EP	1	3,68 €	3,68 €
Portaplanos REF. 8GD9132	1	7,97 €	7,97 €
Tapa ciega con bisagra y cierre Alto 200 Anch 600 REF. 8GF7137	1	14,82 €	14,82 €
Juego montaje para 3VL160/250 (1Ud.) 3P-4P Alto 200 Anch 600 montaje horizontal. REF. 8GF7742-0	1	32,20 €	32,20 €
ALPHA 630 universal Flat-Pack Pared B600 H600 REF. 8GK2100-1KK23	1	75,17 €	75,17 €
Soporte perfil DIN + tapa con bisagra 1F 24mód./fila Alto 200 Anch 600 REF. 8GK6351-2KK23	1	20,77 €	20,77 €
Paredes laterales ALPHA 630 Flat-Pack Pared H600 REF. 8GK9120-4KK00	1	31,36 €	31,36 €
Puerta opaca chapa ALPHA 125 Superficie/630 Flat-Pack Pared H600 REF. 9515-4KK20	1	23,55 €	23,55 €
Tapa ciega 12 módulos REF. 8GK9910-0KK00	2	1,14 €	2,28 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO VL 160N 4P 45KA REF. 3VL2716-1EJ43-0AA0	1	449,12 €	449,12 €
ACCESORIO PARA VL160X, VL160, VL250, VL400, DISPARO APERTURA 230V REF. 3VL9400-1ST00	1	57,21 €	57,21 €

Relé diferencial RCM analógico REF. 5SV8000-6KK	1	126,17 €	126,17 €
Toroidal 80 mm con soporte mural 5SV8703-0KK	3	67,93 €	203,78 €
Weidmuller modelo PU II 3+1 AC 400V 40kA REF. 8859710000	1	102,50 €	102,50 €
Montaje, material vario y puesta en obra	1	288,70 €	288,70 €
Total ->			1.443,52 €
Cuadro secundario inversores:			
Armario Rittal 2000x1200x500 IP55 ref. 8204.500	1	775,06 €	775,06 €
Laterales Rittal 2000x1200 ref. 8104.235	1	123,29 €	123,29 €
Zocalo frontal Rittal 2000mm ref. 8601.200	1	39,32 €	39,32 €
Zocalo lateral Rittal 500mm ref. 8601.040	1	15,88 €	15,88 €
Armario Rittal 2000x800x500 IP55 ref. 8804.500	1	518,41 €	518,41 €
Zocalo frontal Rittal 2000mm ref. 8601.800	1	27,83 €	27,83 €
Ventilador Rittal 230V 148x148 ref. 3322.107	1	72,82 €	72,82 €
Filtro Rittal 148x148 ref. 3322.207	1	18,89 €	18,89 €
Termostato Rittal 230V ref. 3110.000	1	21,04 €	21,04 €
Inversor Siemens PVM 20	4	4.880,00 €	19.520,00 €
Interruptor automático, 70mm, accesoriable, 6kA, curva B, 4POLOS, 32A REF. 5SY6432-6	4	77,70 €	310,80 €
Módulo de medida CIRCUTOR 16 canales 25Acc M55300	1	419,74 €	419,74 €
Interruptor automático, 70mm, accesoriable, 6kA, curva C, 1 polo+N, 6A REF. 5SY6506-7	1	19,70 €	19,70 €
Embarrado 4P 250A (Grupo : Soporte barras) / SIVACON S4 Soporte embarrado principal frontal o posterior (2 unidades)	1	260,00 €	260,00 €
INTERRUPTOR AUTOMATICO VL160X N PODER DE CORTE ESTANDAR ICU=40KA / 415 V AC 4 POLOS, INT. SECCIONADOR DISP. SOBREINTENSIDAD MAGNETICO IN=160A, INT. ASIGNADA II=3000A, PROTEC. CORTOC. Ref. 3VL1716-1EE43-0AA0	1	335,97 €	335,97 €
Montaje, material vario y puesta en obra	1	5.619,69 €	5.619,69 €
Total ->			28.098,45 €
Total partidas material ->			181.256,75 €
Mano de obra	450	21,00 €	9.450,00 €
Alquiler maquinaria €/día	3	397,00 €	1.191,00 €
Realización proyecto	1	3.950,00 €	3.950,00 €
Total ->			195.847,75 €
Imprevistos 3%	1	5.875,43 €	5.875,43 €
Beneficio empresarial 15%	1	29.377,16 €	29.377,16 €
Total ->			231.100,35 €
Comisión apertura préstamo	1	231,10 €	231,10 €
Costes administrativos	1	1.848,80 €	1.848,80 €
Total Proyecto ->			233.180,25 €

6.4 Balance económico de la instalación

Según las condiciones económicas expuestas en el apartado primero, atendiendo al presupuesto detallado y habiendo calculado la retribución económica se puede hacer un balance económico bastante aproximado a la realidad.

Para ello se ha tenido en cuenta los decretos RD 1578/2008 donde se establece las listas de preasignación y se definen una nuevas primas, el RD 1565/2010 donde exigen asociar un contador de consumo donde no se sobrepase el 25% y el RD 14/2010 que limita la venta de energía a las horas equivalentes de la zona climática donde va ubicada la instalación. Este proyecto se ubica en zona IV por lo que su venta máxima es de:

Horas equivalentes zona IV = 1632 h

Producción año tipo = 107220,959 Kwh/año

Potencia nominal = 76800 Kw

Horas equivalentes proyecto = 1393,47 h < 1632 h

Según cálculos en este proyecto la venta de energía en su totalidad es vendida en régimen especial a 19,84c€/Kwh. A continuación se adjunta tabla de balance económico llevado a estudio:

Año	Ingresos	O&M	Financiación			Beneficio				Flujo de caja Benef.Netto + Depreciación - Amortización	VAN	TIR	Flujo caja Acumulado	Periodo de Retorno PayBack (Años)	BAIT	
			Capital Pendiente	Intereses	Amortizacion (Desembolso Inversión)	Depreciacion	Beneficio Bruto	Impuestos (Sobre BAT)	Beneficio neto BAT - Impuestos						Benef.Bruto - Depreciación	BAT - Intereses
0					46.636,05 €					-46.636,05 €						
1	21.219,03 €	1.500,00 €	186.544,20 €	9.886,84 €	9.327,21 €	11.659,01 €	19.719,03 €	-456,71 €	-1.370,12 €	961,68 €	-45.761,79 €	#¡NUM!	-46.636,05 €		8.060,02 €	-1.826,83 €
2	21.855,60 €	1.545,00 €	177.216,99 €	9.392,50 €	9.327,21 €	11.659,01 €	20.310,60 €	-185,23 €	-555,69 €	1.776,12 €	-44.293,93 €	#¡NUM!	-45.674,37 €		8.651,59 €	-740,91 €
3	22.492,17 €	1.590,00 €	167.889,78 €	8.898,16 €	9.327,21 €	11.659,01 €	20.902,17 €	86,25 €	258,75 €	2.590,55 €	-42.347,61 €	#¡NUM!	-43.898,25 €		9.243,16 €	345,00 €
4	23.128,74 €	1.635,00 €	158.562,57 €	8.403,82 €	9.327,21 €	11.659,01 €	21.493,74 €	357,73 €	1.073,18 €	3.404,99 €	-40.021,96 €	#¡NUM!	-41.307,70 €		9.834,73 €	1.430,91 €
5	23.765,31 €	1.680,00 €	149.235,36 €	7.909,47 €	9.327,21 €	11.659,01 €	22.085,31 €	629,21 €	1.887,62 €	4.219,42 €	-37.402,03 €	#¡NUM!	-37.902,71 €		10.426,30 €	2.516,82 €
6	24.401,88 €	1.725,00 €	139.908,15 €	7.415,13 €	9.327,21 €	11.659,01 €	22.676,88 €	900,68 €	2.702,05 €	5.033,86 €	-34.560,55 €	-19,01%	-33.683,29 €		11.017,87 €	3.602,74 €
7	25.038,45 €	1.770,00 €	130.580,94 €	6.920,79 €	9.327,21 €	11.659,01 €	23.268,45 €	1.172,16 €	3.516,49 €	5.848,29 €	-31.559,45 €	-12,22%	-28.649,44 €		11.609,44 €	4.688,65 €
8	25.675,02 €	1.815,00 €	121.253,73 €	6.426,45 €	9.327,21 €	11.659,01 €	23.860,02 €	1.443,64 €	4.330,92 €	6.662,73 €	-28.451,24 €	-7,10%	-22.801,15 €		12.201,01 €	5.774,56 €
9	26.311,59 €	1.860,00 €	111.926,52 €	5.932,11 €	9.327,21 €	11.659,01 €	24.451,59 €	1.715,12 €	5.145,36 €	7.477,16 €	-31.559,45 €	-3,18%	-16.138,42 €		12.792,58 €	6.860,48 €
10	26.948,17 €	1.905,00 €	102.599,31 €	5.437,76 €	9.327,21 €	11.659,01 €	25.043,17 €	1.986,60 €	5.959,79 €	8.291,59 €	-28.451,24 €	-0,11%	-8.661,26 €		13.384,15 €	7.946,39 €
11	27.584,74 €	1.950,00 €	93.272,10 €	4.943,42 €	9.327,21 €	11.659,01 €	25.634,74 €	2.258,08 €	6.774,23 €	9.106,03 €	-31.559,45 €	2,31%	-369,67 €	10,041	13.975,72 €	9.032,30 €
12	28.221,31 €	1.995,00 €	83.944,89 €	4.449,08 €	9.327,21 €	11.659,01 €	26.226,31 €	2.529,55 €	7.588,66 €	9.920,46 €	-18.891,82 €	4,24%	18.656,83 €		14.567,29 €	10.118,22 €
13	28.857,88 €	2.040,00 €	74.617,68 €	3.954,74 €	9.327,21 €	11.659,01 €	26.817,88 €	2.801,03 €	8.403,10 €	10.734,90 €	-15.730,85 €	5,81%	29.391,73 €		15.158,87 €	11.204,13 €
14	29.494,45 €	2.085,00 €	65.290,47 €	3.460,39 €	9.327,21 €	11.659,01 €	27.409,45 €	3.072,51 €	9.217,53 €	11.549,33 €	-12.621,33 €	7,09%	40.941,06 €		15.750,44 €	12.290,04 €
15	30.131,02 €	2.130,00 €	55.963,26 €	2.966,05 €	9.327,21 €	11.659,01 €	28.001,02 €	3.343,99 €	10.031,97 €	12.363,77 €	-9.580,03 €	8,15%	53.304,83 €		16.342,01 €	13.375,95 €
16	30.767,59 €	2.175,00 €	46.636,05 €	2.471,71 €	9.327,21 €	11.659,01 €	28.592,59 €	3.615,47 €	10.846,40 €	13.178,20 €	-6.620,25 €	9,03%	66.483,03 €		16.933,58 €	14.461,87 €
17	31.404,16 €	2.220,00 €	37.308,84 €	1.977,37 €	9.327,21 €	11.659,01 €	29.184,16 €	3.886,95 €	11.660,84 €	13.992,64 €	-3.752,29 €	9,76%	80.475,67 €		17.525,15 €	15.547,78 €
18	32.040,73 €	2.265,00 €	27.981,63 €	1.483,03 €	9.327,21 €	11.659,01 €	29.775,73 €	4.158,42 €	12.475,27 €	14.807,07 €	-983,92 €	10,38%	95.282,74 €		18.116,72 €	16.633,69 €
19	32.677,30 €	2.310,00 €	18.654,42 €	988,68 €	9.327,21 €	11.659,01 €	30.367,30 €	4.429,90 €	13.289,70 €	15.621,51 €	1.679,27 €	10,90%	110.904,25 €		18.708,29 €	17.719,61 €
20	33.313,87 €	2.355,00 €	9.327,21 €	494,34 €	9.327,21 €	11.659,01 €	30.958,87 €	4.701,38 €	14.104,14 €	16.435,94 €	4.233,51 €	11,35%	127.340,19 €		19.299,86 €	18.805,52 €
21	33.950,44 €	2.400,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	31.550,44 €	7.887,61 €	23.662,83 €	16.435,94 €	6.676,60 €	11,86%	151.003,02 €		20.000,00 €	20.000,00 €
22	34.587,02 €	2.445,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	32.142,02 €	8.035,50 €	24.106,51 €	23.662,83 €	9.874,18 €	12,28%	175.109,53 €		31.550,44 €	31.550,44 €
23	35.223,59 €	2.490,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	32.733,59 €	8.183,40 €	24.550,19 €	24.106,51 €	12.835,56 €	12,62%	199.659,72 €		32.142,02 €	32.142,02 €
24	35.860,16 €	2.535,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	33.325,16 €	8.331,29 €	24.993,87 €	24.550,19 €	15.577,28 €	12,90%	224.653,59 €		32.733,59 €	32.733,59 €
25	36.496,73 €	2.580,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	33.916,73 €	8.479,18 €	25.437,55 €	24.993,87 €	18.114,80 €	13,14%	250.091,14 €		33.325,16 €	33.325,16 €
26	37.133,30 €	2.625,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	34.508,30 €	8.627,07 €	25.881,22 €	25.437,55 €	20.462,59 €	13,34%	275.972,36 €		33.916,73 €	33.916,73 €
27	37.769,87 €	2.670,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	35.099,87 €	8.774,97 €	26.324,90 €	25.881,22 €	22.634,16 €	13,51%	302.297,26 €		34.508,30 €	34.508,30 €
28	38.406,44 €	2.715,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	35.691,44 €	8.922,86 €	26.768,58 €	26.324,90 €	24.642,16 €	13,65%	329.065,84 €		35.099,87 €	35.099,87 €
29	39.043,01 €	2.760,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	36.283,01 €	9.070,75 €	27.212,26 €	26.768,58 €	26.498,39 €	13,78%	356.278,10 €		35.691,44 €	35.691,44 €
30	39.679,58 €	2.805,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	36.874,58 €	9.218,65 €	27.655,94 €	27.212,26 €	28.213,83 €	13,88%	383.934,04 €		36.283,01 €	36.283,01 €
											29.799	13,88%		10,041		

6.5 Proceso administrativo

-Solicitud Punto de Acceso.

Para la cesión de la energía eléctrica generada por la planta solar fotovoltaica a la empresa distribuidora más próxima que tenga características técnicas y económicas suficientes para su ulterior distribución.

- Solicitud de inclusión en el régimen especial.

Una vez ejecutada la instalación solar fotovoltaica y superadas con éxito las pruebas reglamentarias, ha de presentarse solicitud de autorización de puesta en servicio e inscripción de la instalación en el Registro de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica en Régimen Especial de la Comunidad Autónoma correspondiente.

- Inscripción previa en el registro de asignación de instalaciones de régimen especial.

Inclusión en el Registro Administrativo de instalaciones de producción en régimen especial para las instalaciones que se indican al objeto de un adecuado control y seguimiento del mismo.

- Permisos Medioambientales, Urbanísticos, del Patrimonio Cultural, etc.

En las instalaciones solares fotovoltaicas sobre terreno cuya potencia de producción sea superior a 3.500 KW son precisas la Declaración de Interés Comunitario y la Evaluación de Impacto Ambiental, de competencia de la Consejería de Medio Ambiente, Urbanismo y Vivienda.

- Solicitud de autorización administrativa.

Especialidades de aplicación, competencias y ejemplos de aplicación a instalaciones con tensión inferior o superior a 1 Kw, según proceda.

- Permiso municipal de Licencia de Obras.

La instalación de sistemas de captación de energía solar en los diversos municipios estará sujeta a la previa obtención de la licencia municipal de obra.

- Aval y depósito.

A realizar en la Caja General de Depósitos de la Consejería de Hacienda y Administración Pública de la Comunidad Autónoma correspondiente, con el procedimiento específico que la misma tiene para ello y consignando aval.

A partir de la fecha de promulgación del Real Decreto 1578/08 de 26 de septiembre, es obligatorio por primera vez, el que las instalaciones solares sobre cubierta cuenten con aval.

- Inscripción de los proyectos de instalación en el registro de preasignación de retribución.

El inversor o productor fotovoltaico ha de inscribir en el Registro de preasignación de retribución, su proyecto de instalación de producción en régimen especial de tecnología fotovoltaica.

- Solicitud del código de actividad y establecimiento CAE (Impuesto especial de electricidad).

Tras inscribir la planta solar fotovoltaica como fábrica de electricidad en régimen especial, se ha de solicitar el C.A.E., y llevar un libro de registro sellado por el Departamento de la Agencia Tributaria encargada de los Impuestos Especiales, haciendo las correspondientes liquidaciones trimestrales (Mod. 560), siempre y cuando la instalación solar fotovoltaica sea superior a 100 kilovatios nominales.

- Permiso municipal de licencia de actividad.

La instalación de sistemas de captación de energía solar en los municipios requiere la previa obtención de la licencia municipal de actividad.

- Acta de puesta en servicio provisional para pruebas de la instalación.

Otorgamiento de las autorizaciones administrativas necesarias para la puesta en servicio de las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial que utilicen como energía primaria la energía solar o la biomasa.

- Contrato (técnico/tipo) con la compañía distribuidora.

Las compañías distribuidoras de energía eléctrica tienen la obligación legal de colaborar con este proceso.

- Acta de puesta en servicio de la instalación.

Otorgamiento de las autorizaciones administrativas necesarias para la puesta en servicio de las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial que utilicen como energía primaria la energía solar o la biomasa.

- Certificado emitido por el encargado de la lectura.

- Inscripción definitiva en el registro de instalaciones de régimen especial.

Para finalizar el proceso, y con el fin de acceder a las primas establecidas se ha de presentar ante la Dirección General de Energías Limpias y Cambio Climático la solicitud de Inscripción Definitiva.

- Facturación a tarifa FV (desde primer día del mes siguiente a la fecha del Acta de puesta en servicio pero debe esperarse a tener la Inscripción definitiva).