



Invenció Noves Tecnologies A.R., S.L.
(INT AR, S.L.)

Presupuesto tipo y análisis de costes comparativo para la realización de una instalación de pararrayos orientada a la protección del rayo en un edificio de Viviendas.

Este documento, es una comparación económica de precios para la realización de una Instalación de protección del rayo para un bloque de viviendas de una altura de 6 plantas, con 4 viviendas por planta, la oferta define el contenido de materiales con diferentes tipos de pararrayos y principios de funcionamiento según las normativas actuales.

Las actuales normas Europeas UNE-EN 62305 están basadas en las normas IEC-62305 internacionales y aprobadas por el CENELEC (COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN ELECTROTÉCNICA). Estas normas (UNE-EN 62305) son superiores a las UNE-21.186 que tratan sobre los pararrayos de cebado. La UNE-21186 no está aprobada como norma, por lo que sólo es una guía de recomendación y no es de obligado cumplimiento. La norma Europea, también anula y sustituye la norma de pararrayos franklin UNE 21185:1995. Cualquier fabricante o instalador tendrá que justificar con su correspondiente certificado de norma, que cumple dicha norma internacional UNE-EN 62305 parte 1, 2, 3 y 4 en función de cada necesidad.

Norma UNE-EN 62305

Parte 1: Principios Generales.

Parte 2: Evaluación del riesgo.

Parte 3: Daños físicos a estructuras y riesgo humano.

Parte 4: Sistemas eléctricos y electrónicos en estructuras

La nueva reglamentación obliga a una modificación de las instalaciones actuales de pararrayos para mejorar la seguridad y riesgos eléctricos a personas e instalaciones, la obligación de respetar un mínimo de exigencias técnicas, aumentan el nivel de protección y directamente el coste de las instalaciones. En este informe queremos hacer una comparativa de precios con dos tecnologías. Antes efectuaremos un repaso de las modificaciones de normas y actualizaciones:

- La cobertura de captación de los pararrayos ionizantes se tiene que reducir en un 40% en estructuras que puedan suponer un peligro para el medio ambiente, es decir casi todas.
- Cada pararrayos tendrá, como mínimo dos conductores de bajada con sus respectivas tomas de tierra, eso aumenta el número de horas de trabajo y las cantidades de material en cable de cobre, grapas, contador de rayos (2) porque no se puede poner sólo un contador en un cable, tomas de tierra o unión equipotencial, etc.
- El cálculo del índice de riesgo se hará en base a la norma UNE-EN 62305 parte 2, eso lleva a que cada modelo de pararrayos tiene que pasar la prueba de energía de 100 kA, si pasa esta prueba y no la de 200 kA, el pararrayos estará limitado a la captación de rayos de 100 kA sin garantizar su eficacia en rayos superiores.

- Se consideran 4 niveles de protección (I, II, III y IV) y se definen otros dos niveles de protección superior (I+ e I++), pero reduciendo siempre la cobertura a un 40%.
- Se pueden proteger edificios de más de 60 m. de altura con indicaciones especiales, siempre y cuando cumplan las especificaciones, normativas y garanticen que no aparecerán rayos laterales o daños colaterales.
- Para el nivel (I) de protección, si no se alcanza la resistencia de 10Ω se deberá enterrar al menos 160 m. de conductor en función del estudio. En este caso el cliente tiene que estar informado del valor real de la resistencia de la toma de tierra y de que puede sufrir tensiones de paso peligrosas en función de tipo de rayo.
- La protección interna contra el rayo y sobretensiones se realizará conforme a la norma UNE-EN 62305 parte 3, para valorar el riesgo, y parte 4 para minimizar los efectos electromagnéticos.
- Para reducir tensiones de paso y contacto en zonas no pavimentadas se deben aislar los conductores con tubos reticulados de, al menos, 3 mm de espesor. Es decir que en casi cada caso los cables de cobre tendrán que ser protegidos con tubos para evitar la alta tensión en función del aislamiento del tubo, obligando entonces a señalarlos como tal

La protección contra el rayo para la edificación se la llama "SPCR" (sistema de protección contra el rayo) y consta esencialmente de 5 partes importantes definidas en las 4 partes de las normas UNE EN 62305:

- El estudio de riesgo de rayo que justifica el estudio de necesidades técnicas
- La toma de tierra
- Los conductores eléctricos
- El cabezal aéreo de protección (pararrayos)
- Los protectores de sobretensión

El estudio de riesgo y de necesidades.

El estudio es básico y de obligado cumplimiento para conocer el riesgo de rayos y el estado actual de la instalación. Para definir las necesidades técnicas de protección, en el estudio, se definen los riesgos a los que estarán sometidas las instalaciones en caso de impacto de rayo según normas UNE-EN 62305 parte 2.

La toma de tierra.

La toma de tierra es una de las partes importantes de la instalación, su situación y valor son esenciales para que cualquier sistema eléctrico funcione correctamente, en este caso la necesidad de tener un valor por debajo de 10 ohmios es un requisito necesario, no se pueden aprovechar viejas tomas de tierra porque seguramente los electrodos estarán sulfatados o llenos de corrosión. En instalaciones nuevas de pararrayos de nueva tecnología se recomienda efectuar tierras nuevas y uniones equipotenciales con otras tomas de tierra eléctricas.

Conductores eléctricos.

Los cables que se utilizarán como unión directa entre el cabezal de pararrayos y la toma de tierra, serán de un solo tramo y sin uniones mecánicas, la sección mínima del cable de cobre no podrá ser inferior nunca a 35 mm de sección, el cable eléctrico será visto en todo su trazado y señalado como "cable de pararrayos" en los puntos visibles, en las zonas de riesgo de contactos eléctricos, acoplamientos, inducciones o tensiones de paso, el cable de cobre se forrará con tubo aislante de 3mm de espesor, en los demás casos se respetarán las distancias de seguridad eléctrica en función de la corriente prevista del rayo.

En el caso de estructuras metálicas, si la conductividad eléctrica de la estructura metálica (pilares) es mejor que la del cable de cobre, sea porque su resistencia es menor o su masa es mayor, se consultará al fabricante, qué política de aislamiento seguir, señalizando en ese caso la conexión mecánica entre cable de cobre y estructura metálica con toma de tierra como "cable de pararrayos".

Cabezal aéreo de protección.

El Pararrayos es la parte más importante de la instalación, dependiendo del tipo de tecnología que se decida colocar, los costes de la instalación serán más costosos y los daños y averías pueden ser más o menos importantes, y lo vamos a resumir:

1. Tecnología de pararrayos convencional en punta tipo ionizante o con dispositivo electrónico de cebado.

Si se deciden por una tecnología convencional de pararrayos ionizantes tipo punta o de cebado electrónico que excitan la captura del rayo para canalizar a tierra la energía del rayo, tendrán que poner atención a las características eléctricas de trabajo del mismo pararrayos, el equipo tendrá que detallar en su ficha técnica que valor máximo de rayo podrá asumir sin generar tensiones de paso ni efectos electromagnéticos peligrosos, las secciones de conductores de tierra tendrán que ser de una sección como mínimo de 50 mm y crear como mínimo dos bajantes de cable de cobre en cada instalación. La trayectoria del cable de cobre tiene que pasar a una distancia de separación de 3 metros, como mínimo, de cualquier cable eléctrico de datos o de teléfonos, incluyendo tuberías de gas, ventanas y/o acceso público.

Dado que por los cables de cobre del pararrayos puede pasar alta tensión durante la descarga de un rayo a tierra, los bajantes de cobre tendrán que ser señalizados con letreros que indiquen el peligro donde se genere un posible riesgo a las personas "PELIGRO DE ALTA TENSION". En el caso que el cable pase por una fachada exterior, a la altura de un paso de personas y exista riesgo, se protegerá la zona 3 metros de distancia con vallas de protección o blindajes de aislamientos para evitar riesgo de electrocución.

Los bajantes de cobre se conectarán directamente a la toma de tierra sin estar conectada esta tierra del pararrayos a otras tierras de la instalación eléctrica. Para evitar retornos de tierra, la situación de las tierras de estos pararrayos tendrá que estar retiradas de 12 metros de cualquier toma de tierra eléctrica o tubería enterrada de la instalación para garantizar un mínimo de efectos electromagnéticos indirectos durante la descarga del rayo y reducir en lo posible los efectos de tensiones transitorias. El valor de la resistencia de la toma de tierra tendrá que estar por debajo de 10 ohmios para evitar retornos de corrientes y tensiones de paso (a más resistencia más efectos de tensión). La toma de tierra se tendrá que señalar que no se manipule en caso de tormenta por el riesgo de alta tensión que puede aparecer, las instalaciones tendrán que ser diseñadas según la normativa UNE EN 62305 parte 3.

Si se escogen los pararrayos ionizantes tipo punta o los electrónicos de cebado, los protectores de sobretensión, tendrán que ser de 100 kA en cabecera de cuadros y de 40 kA en cuadros secundarios. Si esto no se cumple, el residual que generará el primer protector de 100 kA, puede destruir equipos sensibles que estén conectados en la instalación, esto es una recomendación del propio fabricante y la exigencia de la norma UNE-EN 62305 parte 4.

En donde se situé el pararrayos tipo punta o de cebado electrónico, se tendrá que señalar adecuadamente la zona, en 4 metros de su radio, con un letrero que avise del riesgo de muerte en caso de tormenta.

2. Nueva Tecnología de pararrayos Desionizante.

Si se decide utilizar esta tecnología, la cosa cambia, el conjunto de la instalación garantiza que el rayo no se formará ni aparecerá en la estructura que lo protege, por ese motivo la construcción de este SPCR, es mucho menos complicada y mas económica referente a la inversión/riesgo/protección.

La sección del conductor de tierra podrá ser de una sección como mínimo de 35 mm y sólo necesitará un bajante de cable de cobre, la trayectoria del cable de cobre, podrá pasar empotrada en tubo o visto por la fachada sin tener que respetar ninguna distancia de seguridad, puede cruzarse con cables eléctricos de datos o de teléfonos, incluyendo tuberías de gas, ventanas y/o acceso público.

Dado que por los cables de cobre del pararrayos no pasarán corrientes de alta tensión al no producirse descarga del rayo, el bajante de cobre no hace falta señalizarlo ya que no genera ningún peligro a las personas, en el caso de que el cable pase por una fachada

exterior a la altura de un paso de personas y exista riesgo de rotura mecánica, se protegerá el cable con un tubo al efecto.

El bajante de cobre se conectará directamente a la toma de tierra y se garantizará un equipotencial de tierra del pararrayos con las otras tierras de la instalación eléctrica para anular diferencias de potencial entre electrodos, la situación de las tierra de estos pararrayos, pueden ser las mismas que las tomas de tierra y pasar cerca de tubería enterrada de la instalación. El valor de la resistencia de la toma de tierra tendrá que estar por debajo de 10 ohmios. La toma de tierra se tendrá que señalar como una tierra de pararrayos y tener un acceso para su mantenimiento.

Si se escoge esta nueva tecnología de pararrayos desionizadores, los protectores de sobretensión, podrán ser de 40 kA en cabecera de cuadros, con esta tecnología no hace falta poner otra protección suplementaria al no aparecer la descarga del rayo.

En donde se sitúe la nueva tecnología de pararrayos desionizante, se podrá hacer una vida normal durante las tormentas.

Los protectores de sobretensión

En el mercado encontrará diferentes tecnologías de protectores de sobretensión, los más eficientes son los descargadores con tecnología de gas por su vida útil o la configuración a tierra. Estos sólo necesitan un cable de tierra directo a la toma de tierra, nunca instalados y conectados a la tierra del cuadro eléctrico. En el caso de los protectores de sobretensión con tecnología de varistores, estos generan un residual de corriente de la propia instalación referente a tierra, por este motivo se tiene que evitar los cruces francos de tensión en la salida del descargador por tener una tierra única, esta tecnología se recomienda para aumentar su vida útil y reducir averías tontas, de conectarlos a tierra con cables con funda e independientes. Se colocarán normalmente en la cabecera de la red antes del cuadro eléctrico (no dentro). Para las instalaciones de pararrayos ionizantes de cebado, se colocará en el primer frente de filtrado los niveles I y II de protección de 100 kA, con otro frente secundario de 50 kA ya que el primero deja residuales importantes. Si la instalación a proteger contiene mucha electrónica se efectuará un tercer frente de filtrado de 20KA, contemplando colocar protectores de sobretensión en cada entrada externa de red, teléfono, TV, datos, etc. En el caso de una instalación con pararrayos desionizantes, al no producirse la descarga, el primer frente de filtrado puede pasar a 50KA, contemplando la misma política de protección anterior detrás. Un tema a considerar es que si a menos de 20 metros tenemos otra instalación de pararrayos ionizantes, sea franklin o de cebado, mantendremos los niveles de filtrados de 100, 50 y 20, el motivo es precisamente no tener efectos electromagnéticos indirectos a causa de descargas de rayos en un elemento en punta puesto a tierra.

PRESUPUESTO COMPARATIVO 2010

A -Pararrayos tipo ionizante de cebado electrónico con descarga de rayo.

B- Pararrayos nueva tecnología desionizante sin descarga de rayo.

El presupuesto contempla la mano de obra para la construcción y suministro de materiales para la realización de un sistema de protección contra rayos, compuesto de tomas de tierra, formadas por electrodos que garanticen un valor de la resistencia eléctrica de tierra de un máximo de 10 ohmios, arqueta empotrada a tierra para colocar los electrodos, bajantes de cable de cobre para unir el pararrayos a las tierras, contador de rayos, desconector de tierra para mantenimiento, protección mecánica y aislamiento eléctrico si fuera necesario, soportes de pared para mástil, mástil de acero para pararrayos, pararrayos y pequeño material eléctrico y mecánico. En esta oferta no se contempla la obra civil ni maquinaria, andamios o grúas.

Instalación
Tipo A

Instalación
Tipo B

Ud	V	Descripción	Precio.U	Total	Precio.U	Total
1	ud	Pararrayos de CEBADO con condensador atmosférico natural. Radio de acción de 114 m., con un 80% de eficacia. Garantía 1 año.	1.936	1.936		
1	ud	Pararrayos PDCE Desionizador, radio de acción 120 m., según estudio, con un 99% de eficacia. Garantía 10 años			2.800	2.800
1	ud	Pieza de adaptación cabezal-mástil y acoplamiento cabezal-mástil-conductor, fabricado en bronce.	51	51		
1	ud	Mástil de acero galvanizado de 6 m de longitud, sin anclajes.	191	191	191	191
2	ud	Anclaje para mástiles en acero galvanizado en caliente. Longitud total de anclaje: 60 cm.	143	286	143	286
60	ud	Abrazadera de cable en bronce fundido con resistencia de 60 kg de esfuerzo. Tipo pata 3 piezas por metros.	10	600		
150	ud	Abrazadera cable para cobre de 35 mm.			1	150
2	ud	Contador de rayos.	368	736		
1	ud	Contador de rayos.			368	368
100	m	Cable trenzado de cobre desnudo de 50 mm de sección.	9	900		
50	m	Cable trenzado de cobre desnudo de 35 mm de sección.			6	300
2	ud	Tubo metálico de acero galvanizado DIN 2440 de 3 m de longitud para protección de la bajada del conductor eléctrico.	60	120		
1	ud	Tubo metálico de acero galvanizado DIN 2440 de 3 m de longitud para protección de la bajada del conductor eléctrico.			60	60
2	ud	Arqueta de polipropileno para toma de tierra de 300x300 mm, con tapa de registro.	95	190		
1	ud	Arqueta de polipropileno para toma de tierra de 300x300 mm, con tapa de registro.			98	98
2	ud	Puente para comprobación de puesta a tierra de una instalación eléctrica, separando la instalación de la toma de tierra. Con tapa.	67	134		
1	ud	Puente para comprobación de puesta a tierra de una instalación eléctrica, separando la instalación de la toma de tierra. Con tapa.			67	67
18	ud	Metros de funda alta tensión para cable de cobre	10	180		
2	ud	Placa de cobre electrolítico para toma de tierra o cuatro piquetas con abrazadera para conductor.	219	438		
1	ud	Placa de cobre electrolítico para toma de tierra o cuatro piquetas con abrazadera para conductor.			219	219
1	ud	Protector de sobretensiones, clase I y II, para redes trifásicas en paralelo, 100 kA.	1895	1895		
1	ud	Protector de sobretensiones, clase I y II, para redes trifásicas en paralelo, 50 kA.	996	996	996	996
5	ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	100	500	100	500
24	h	2 Oficial 1ª electricista.	45	2.160		
12	h	2 Oficial 1ª electricista.			45	1.080
24	h	1 Ayudante electricista.	35	840		
12	h	1 Ayudante electricista.			35	420
TOTAL SIN IVA:			12.153 €		7.535 €	

ANALISIS DE COSTES

PARARRAYOS

Como podemos apreciar, la suma total de presupuesto varía considerablemente de una tecnología de pararrayos a otra, el motivo está justificado por el principio de funcionamiento de cada uno. Podéis ver los principios de funcionamiento de cada tecnología en este estudio. <http://www.int-sl.ad/pdf/Rayos%20NO%20gracias.pdf>

Resumimos los principios de funcionamiento.

El pararrayos de CEBADO al igual que una punta Franklin, está diseñado para excitar y capturar el rayo después de que este está formado sin discriminar ninguno en intensidad ni polaridad, derribando la alta corriente a tierra por medio de varios cables de cobre unos electrodos de tierra disipativos. Esto obliga a reforzar toda la mecánica eléctrica para soportar intensidades de corriente superiores a los 100.000 amperios y tensiones superiores a 1.000.000 de voltios, con temperaturas tan altas que derretirán el acero en cuestión de milisegundos, destruyendo la electrónica a su paso. Uno de los motivos por lo que hay que aumentar el nivel de protección de los descargadores de sobretensión.

En el caso del pararrayos Desionizante, está diseñado para interceptar las cargas durante la formación del rayo, para crear una diferencia de potencial controlada y transformarla en débiles corrientes que se fugan a tierra por un cable de cobre tierra, anulando así la excitación y captura del rayo al no tener los parámetros de alta tensión necesarios para que se forme. Al no aparecer el rayo, la instalación mecánica se simplifica y la electrónica de protección también.

Como referencia diferencial de precio analizaremos punto por punto las partidas:

1	ud	Pararrayos de CEBADO con condensador atmosférico natural. Radio de acción de 114 m., con un 80% de eficacia. Garantía 1 año.	1.936	1.936		
1	ud	Pararrayos PDCE Desionizador, radio de acción 120 m., según estudio, con un 99% de eficacia. Garantía 10 años			2.800	2.800

Los pararrayos de cebado ionizantes, son más baratos que los pararrayos desionizantes, pero durante su vida útil el mantenimiento es más caro:

Pararrayos de CEBADO: Cada impacto de rayo en el pararrayos de cebado, obliga al consumidor a revisar la electrónica de cebado del pararrayos para verificar que no se ha destruido y si el pararrayos sigue operativo o no, en caso de destrucción el pararrayos de cebado no garantiza su captación.

Los fabricantes recomiendan revisar el pararrayos después de cada descarga de rayo, eso comporta unas revisiones constantes y un equipamiento electrónico especial de alta tensión para validar el avance del tiempo de captación del rayo. Estos sistemas de cebado sólo se pueden verificar y validar en los laboratorios de alta tensión, cosa difícil de justificar si no se cambia el pararrayos de cebado de la instalación.

Para cumplir la norma UNE-EN 62305, todos los fabricantes tienen que justificar con un certificado, que sus pararrayos pasan los ensayos de corriente de cómo mínimo 100.000 amperios en descarga directa, el motivo es verificar la resistencia de los materiales. En el caso de los pararrayos de cebado, la resina aislante del sistema electrónico de cebado explota en cada ensayo, arrancando el cabezal en algunos casos de su eje.

Los fabricantes no garantizan la eficacia ni el cambio en garantía de sus equipos, el cliente tiene que asumir la destrucción del pararrayos cada vez y eso puede ser en cualquier momento. Esto puede pasar en un 80% de los casos, en un 20 % no se sabe donde impactará el rayo, si dentro o fuera de la zona de protección

Pararrayos desionizante: son más caros pero su mantenimiento es más sencillo y menos costoso, al no interceptar el rayo, el equipo no sufre degradación y en caso de defecto de funcionamiento el pararrayos puede sufrir una descarga, en este caso el propio pararrayos actúa en forma de fusible, autodestruyéndose por efecto de fusión de sus piezas, evitando así corrientes peligrosas a tierra o en la instalación. En este caso el fabricante le entrega un pararrayos nuevo a cambio del averiado en garantía, el cliente sólo asume el cambio, esto puede pasar en un 1 % de los casos el resto del 99% de los casos el rayo no se formará en la zona de protección. Los pararrayos desionizantes pasan los ensayos de corriente de 100.000 amperios en caso de que el rayo impactará en el (1%), los efectos de destrucción de material aparecen a la tercera, cuarta y quinta descarga directa de 100.000 amperios y se concentran en la rotura de partes del aislante de metacrilato.

Si comparamos el coste de un pararrayos FRANKLIN, seguro que será más barato, pero efectuar estos tipos de instalaciones con un trozo de metal en punta es lo mismo que sacarle punta al mismo mástil, para mí, un pararrayos Franklin de 190 euros es tirar el dinero ya que los mismos ensayos de resistencia mecánica y eléctrica pasa el mástil puesto directamente a tierra.

ADAPTADOR MÁSTIL

En esta partida el fabricante del pararrayos desionizador vende el pararrayos con el adaptador incluido en su precio, cosa lógica porque sin adaptador no puedes colocar el pararrayos. En el caso del fabricante del pararrayos de cebado, el adaptador se vende a parte.

1	ud	Pieza de adaptación cabezal-mástil y acoplamiento cabezal-mástil-conductor, fabricado en bronce.	51	51		
---	----	--	----	----	--	--

MÁSTIL Y ANCLAJES

Esta partida no varía, son las mismas necesidades para las dos tecnologías, todo dependerá de las alturas que necesitemos o situación de los pararrayos, tenemos que asegurar la zona de cobertura con un informe por parte del fabricante o instalador que nos garantice por medio de un estudio la situación y unidades de pararrayos para cada proyecto.

1	ud	Mástil de acero galvanizado de 6 m de longitud, sin anclajes.	191	191	191	191
2	ud	Anclaje para mástiles en acero galvanizado en caliente. Longitud total de anclaje: 60 cm.	143	286	143	286

ABRAZADERAS

Esta partida es interesante, por el diferencial de precio, los pararrayos ionizantes de cebado o franklin tienen que soportar corrientes de alta tensión por sus cables, por este motivo la resistencia mecánica de las abrazaderas se fabrica para soportar 20, 40, o 60 kilos de esfuerzo. Cada metro de cable lleva 3 grapas en todo el trazado del cable. Se dan casos aun y así poniendo abrazaderas de 60 kg que el rayo ha arrancado físicamente las grapas. Los bajantes de cobre a la toma de tierra en este caso son como mínimo 2.

En el caso de los pararrayos desionizantes, al no circular corrientes de alta tensión por los cables, las abrazaderas son las mismas que se utilizan para un cable de tierra eléctrico desnudo. Sólo se necesita un bajante de cobre a la toma de tierra.

60	ud	Abrazadera de cable en bronce fundido con resistencia de 60 kg de esfuerzo. Tipo pata 3 piezas por metros.	10	600		
150	ud	Abrazadera cable para cobre de 35 mm.			1	150

CONTADOR DE RAYOS

Esta partida se dobla en el pararrayos ionizante de cebado porque tiene dos bajantes, si colocamos sólo un contador de rayos en un bajante, no sabremos con exactitud si nuestro sistema contará, ya que la corriente puede pasar por uno u otro cable en función de la intensidad, resistencia de la tierra en ese momento o dirección magnética del pulso electromagnético.

En el caso de los pararrayos desionizantes, sólo se necesita un contador de rayo al tener un sólo bajante, este sistema sencillo valida la eficiencia de la instalación.

2	ud	Contador de rayos.	368	736		
1	ud	Contador de rayos.			368	368

CABLE DE COBRE

Esta partida también es diferenciada en precio, el motivo es que los pararrayos ionizantes de cebado necesitan dos bajantes de cobre y sección de cable de 50 para descargar la corriente del rayo, en el caso de los pararrayos desionizadores al no producir descarga de rayo, la corriente de fuga es mínima, sólo necesita un bajante de cobre y de sección de 35. Recordando que no se pueden hacer curvas de radio inferior a 20cm y la trazada del cable de cobre será siempre descendente sin retornos en el caso de los pararrayos ionizantes de cebado, en el caso de los pararrayos desionizantes esta exigencia no es necesaria salvo que lo obligue la ingeniería.

100	m	Cable trenzado de cobre desnudo de 50 mm de sección.	9	900		
50	m	Cable trenzado de cobre desnudo de 35 mm de sección.			6	300

TUBO METÁLICO

Esta partida también se dobla en los pararrayos ionizantes de cebado por tener en la instalación dos bajantes de cable de tierra, el tubo se coloca como protección mecánica para evitar roturas del propio cable, éste normalmente se coloca a la altura donde pueden pasar personas y coches, en este caso se tendrá que contemplar también un forro aislante de tubo especial para evitar tensiones de paso peligrosas a las personas.

En el caso de los pararrayos desionizantes, se tiene que colocar también el tubo pero sólo a 1 bajante de tierra, otra posibilidad aceptada, es empotrar el bajante de cobre en la pared por todo su trazado dentro de un tubo aislante

2	ud	Tubo metálico de acero galvanizado DIN 2440 de 3 m de longitud para protección de la bajada del conductor eléctrico.	60	120		
1	ud	Tubo metálico de acero galvanizado DIN 2440 de 3 m de longitud para protección de la bajada del conductor eléctrico.			60	60

ARQUETA DE TIERRA Y ACCESORIOS

Esta partida se diferencia por las unidades, en el caso del pararrayos ionizante de cebado se necesitan dos tierras, por lo cual el material relacionado con las tierras se dobla.

En el caso de la funda de alta tensión, esta partida sólo corresponde a los pararrayos ionizantes de cebado para reducir el riesgo de tensiones de paso, pero esto no garantiza que aparezcan igualmente retornos de corrientes y aparición de tensiones peligrosas por los electrodos de tierra cercanos. Esta partida no aparece en los pararrayos desionizantes porque no aparecen corrientes de alta tensión por el cable de tierra ni por las tomas de tierra.

2	ud	Arqueta de polipropileno para toma de tierra de 300x300 mm, con tapa de registro.	95	190		
1	ud	Arqueta de polipropileno para toma de tierra de 300x300 mm, con tapa de registro.			98	98
2	ud	Puente para comprobación de puesta a tierra de una instalación eléctrica, separando la instalación de la toma de tierra. Con tapa.	67	134		
1	ud	Puente para comprobación de puesta a tierra de una instalación eléctrica, separando la instalación de la toma de tierra. Con tapa.			67	67
18	ud	Metros de funda alta tensión para cable de cobre	10	180		
2	ud	Placa de cobre electrolítico para toma de tierra o cuatro piquetas con abrazadera para conductor.	219	438		
1	ud	Placa de cobre electrolítico para toma de tierra o cuatro piquetas con abrazadera para conductor.			219	219

PROTECTORES DE SOBRETENSIÓN

Esta partida se tiene que contemplar siempre, sea directa en este presupuesto o indirectamente en la partida de cuadros eléctricos, pero realmente corresponde colocarla aquí en la partida de pararrayos o protección del rayo, de esta manera se puede ver el coste real de toda la partida relacionada con la instalación de protección contra el rayo.

En el caso de pararrayos ionizantes de cebado los efectos electromagnéticos del rayo, entran directamente en la zona de protección al capturar el rayo y canalizarlo a tierra, eso obliga a doblar los filtros de protección de sobretensiones y aun así las barreras electrónicas de filtrado sólo derivan una parte de la corriente inducida en los cables, pero no puede jamás evitar los efectos de acoplamiento, inducciones y tensiones de paso dentro de la zona de protección.

En el caso de los pararrayos desionizantes, al no producirse descargas, los frentes de protección pueden ser de menos intensidad, reduciendo así los costes en esta partida, quiero destacar que sólo se contempla la protección teórica de la red eléctrica trifásica con 2 frentes de protección, y que en otros casos se tendría que contemplar la protección de cualquier línea que proceda del exterior al interior de la instalación, como teléfono, datos, fax, antenas, sondas, electrodos, etc.

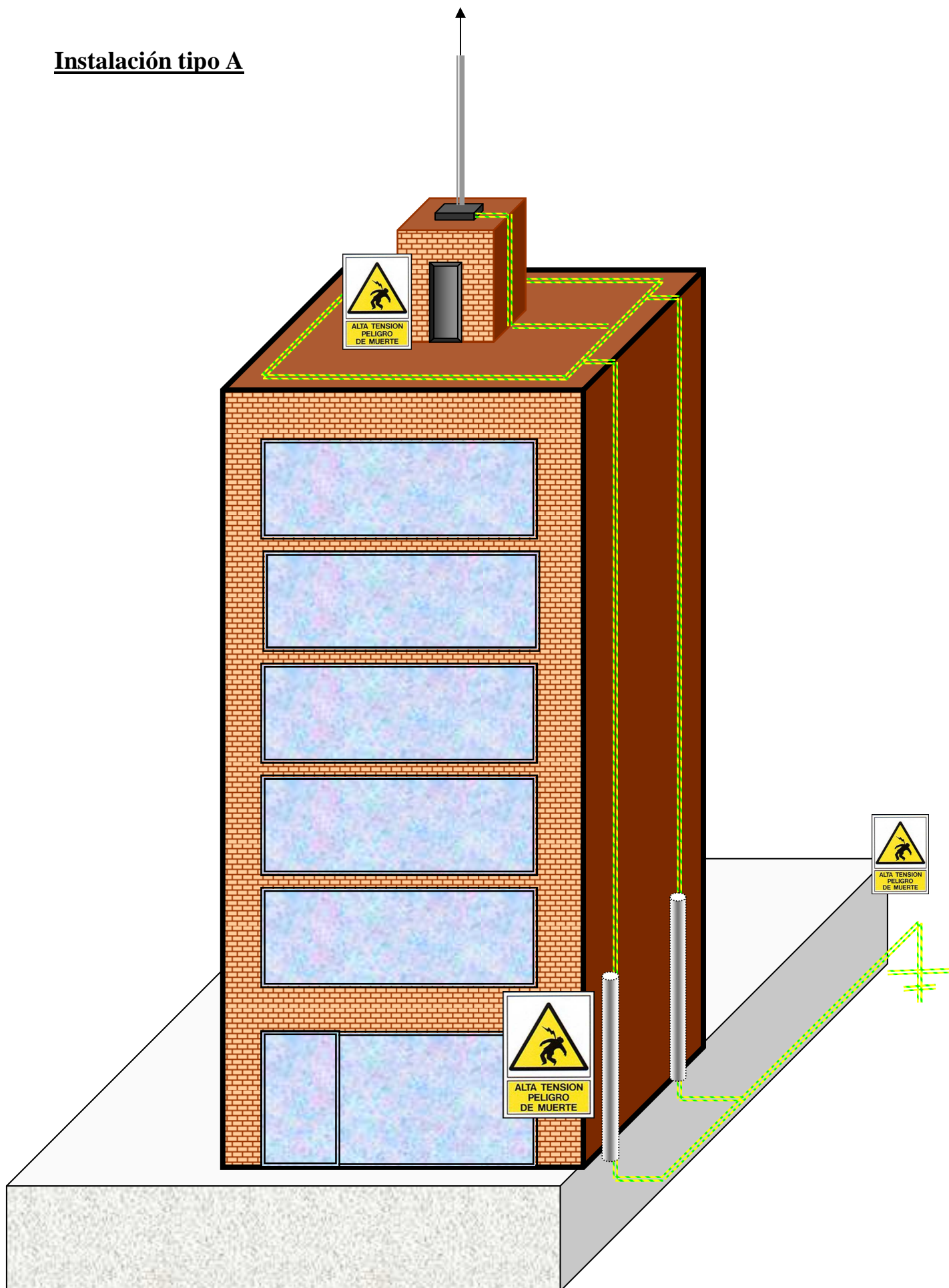
1	ud	Protector de sobretensiones, clase I y II, para redes trifásicas en paralelo, 100 kA.	1895	1895		
1	ud	Protector de sobretensiones, clase I y II, para redes trifásicas en paralelo, 50 kA.	996	996	996	996

MANO DE OBRA

En esta partida la diferencia de horas está justificada por la complejidad técnica y mecánica de la instalación de pararrayos ionizantes de cebado; dos bajantes de cobre, dos tomas de tierra, dos contadores de rayos, doble protección de sobretensión, etc.

24	h	2 Oficial 1ª electricista.	45	2.160		
12	h	2 Oficial 1ª electricista.			45	1.080
24	h	1 Ayudante electricista.	35	840		
12	h	1 Ayudante electricista.			35	420

Instalación tipo A



Instalación tipo B

