

## **PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS NORMA UNE 21-186**

**Disposiciones Generales.** Un diseño de protección contra descargas atmosféricas de acuerdo a la norma UNE 21-186 se realizará con la siguiente metodología:

- A) Estudio previo para determinar el nivel de protección.
- B) Establecer el área y la altura del edificio que se va a proteger.
- C) Ubicar el pararrayos en el punto mas alto del edificio.
- D) Trazar en el plano los radios de protección del pararrayos.
- E) Hacer trayectorias de bajadas del conductor a tierra.
- F) Seleccionar los conductores y electrodos de tierra.

### **A) Estudio previo de nivel de protección.**

Este estudio será realizado para determinar el nivel de protección que se requiere para cada estructura en particular. El conjunto de información necesaria para realizar la evaluación se describe a continuación:

- A1) Dimensiones de la estructura.
- A2) Posición geográfica de la estructura: aislada, en la cima de una montaña, junto con otras construcciones más altas, u otras más bajas, etc.
- A3) Frecuencia de ocupación de la estructura por personas.
- A4) Riesgo de pánico.
- A5) Dificultad de acceso.
- A6) Continuidad de servicio.
- A7) Contenido de la estructura.
- A8) Forma e inclinación de los techos.
- A9) Naturaleza del techo.

### **B) Area y altura del edificio que se va a proteger.**

El área y la altura del edificio que se va a proteger nos sirve para calcular la altura y el lugar donde se instalará el pararrayos y determinar el número de conductores de bajada

### **C) Ubicación del pararrayos.** El pararrayos se ubicará de la forma siguiente:

- 1) Se instalará en la parte más alta del edificio.
- 2) Se ubicara de manera que los radios de protección del pararrayos tipo INGESCO cubran completamente el edificio y las estructuras que formen parte de éste.

## **D) Trazar radios de protección**

El área protegida por el pararrayos, será aquella que se encuentre dentro de la esfera que se forma al trazar los radios de protección del pararrayos a diferentes distancias de la punta receptora.

Esta esfera de protección será de acuerdo al modelo electromagnético del pararrayos ionizante. A continuación se explica este modelo electromagnético y el avance de cebado.

D1) Avance de Cebado. Un PDC se caracteriza por su avance de cebado. Este se evidencia en los ensayos de evaluación. Dichas pruebas comparan un pararrayos con dispositivo de cebado y un PR con su dispositivo de cebado anulado, de la misma geometría y en las mismas condiciones de ensayo.

El avance en el cebado determina el cálculo de los radios de protección. Se expresa:

$$\Delta t = T_{pr} - T_{pdc}$$

Donde,

$T_{pr}$  es el instante de cebado promedio de un trazador ascendente en un PR.

$T_{pdc}$  es el instante de cebado promedio de un trazador ascendente en un pararrayos con dispositivo de cebado.

D2) Ensayo de evaluación de pararrayos con dispositivo de cebado. Este procedimiento consiste en evaluar el avance de cebado de un PDC. Se simulan en laboratorio de alta tensión las condiciones naturales, mediante la superposición de un campo permanente, que representa el campo ambiente existente en el momento de una tormenta, y de un campo de impulsos, simulando la aproximación del trazador descendente.

D3) Zonas de Protección. La zona protegida está delimitada por una superficie de revolución que está definida por los radios de protección correspondientes a las diferentes alturas  $h$  consideradas y cuyo eje es el mismo que el del PDC.

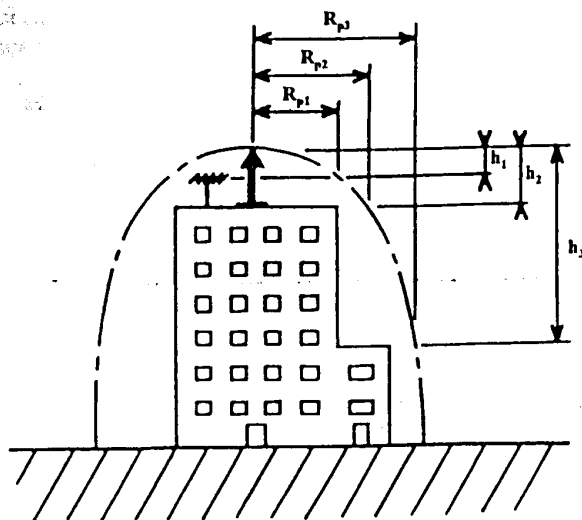


Fig. 2.2.3.1 – Radios de protección

donde

$h_n$  es la altura de la punta del PDC, con relación al plano horizontal que pasa por el punto más alejado perteneciente al elemento a proteger;

$R_{pn}$  es el radio de protección del PDC, para la altura considerada.

**2.2.3.2 Radio de protección.** El radio de protección de un PDC depende de su altura ( $h$ ) en relación con la superficie a proteger, de su avance en el cebado y del nivel de protección elegido (véase anexo A).

$$R_p = \sqrt{2Dh - h^2 + \Delta L(2D + \Delta L)}, \text{ para } h \geq 5 \text{ m} \quad (\text{fórmula 1})$$

Para  $h < 5 \text{ m}$  se utiliza el método gráfico dado en las figuras 2.2.3.3a, b y c.

donde

$R_p$  es el radio de protección;

$h$  es la altura de la punta del PDC en relación al plano horizontal que pasa por el vértice del elemento a proteger;

$D$  20 m para el nivel de protección I;

45 m para el nivel de protección II;

60 m para el nivel de protección III;

$$\Delta L \quad \Delta L_{(m)} = v_{(m/\mu s)} \cdot \Delta t_{(\mu s)} \quad (\text{fórmula 2})$$

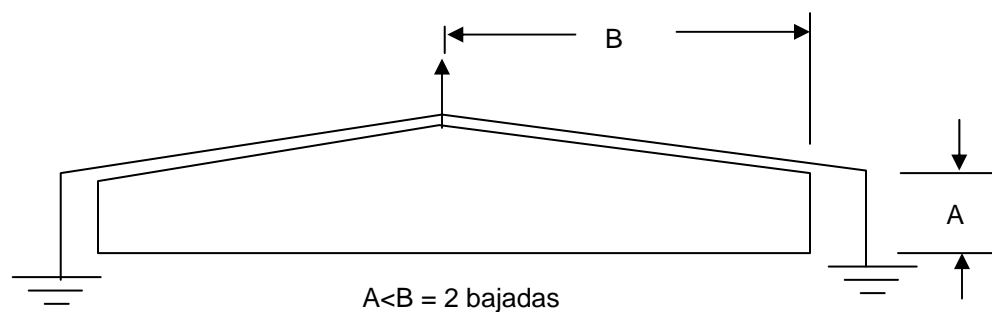
donde

$\Delta t$  es el avance en el cebado obtenido en los ensayos de evaluación de los PDCs (véase apartado 2.2.2.1).

### E) Conductores de bajadas.

El pararrayos tipo INGESCO debe de contar por lo menos con una trayectoria de bajada. Serán necesarias al menos dos trayectorias de bajada en los casos siguientes:

- 1) Si la proyección horizontal del conductor es superior a su proyección vertical.

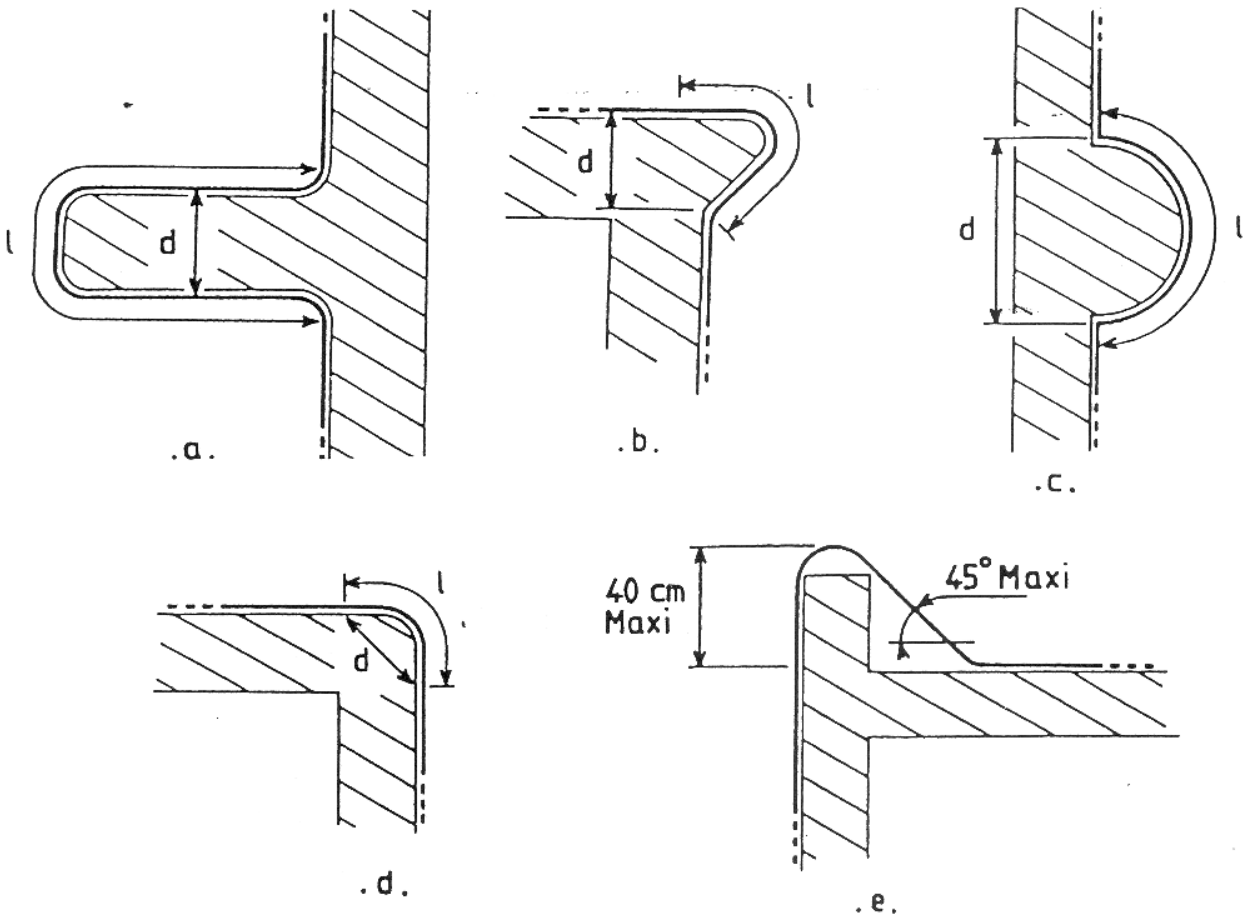


- 2) En el caso de realización de instalaciones sobre edificios de altura superior a 28 mts.

Las dos bajadas se deberán hacer sobre dos fachadas distintas.

### F) Trayectorias de conductores de bajadas.

- 1) El conductor de bajada se instalará de tal forma que su recorrido sea lo más directo posible. Su trazado tendrá en cuenta el emplazamiento de la toma de tierra y deberá ser lo más rectilíneo posible, siguiendo el camino más corto, evitando cualquier acomodamiento brusco o remonte. Los radios de curvatura no serán inferiores a 20 cm. Para la desviación de los cables de bajada, se utilizarán preferentemente los codos formados por las esquinas.
- 2) Se ha de evitar el contorno de cornisas o elevaciones. Se preverán lugares de paso lo más directos posible para los conductores. En cualquier caso, se admite una remontada de un máximo de 40 cm para franquear una elevación con una pendiente menor o igual a 45 grados.



$l$  = longitud del bucle, en metros;

$d$  = anchura del bucle, en metros.

No hay peligro de ruptura de ningún dieléctrico si se respeta la condición  $d > l/20$ .

- 3) Las fijaciones de los conductores de bajada se realizarán tomando como referencia 3 fijaciones por metro. Estas fijaciones deben ser apropiadas para los soportes y realizadas de forma que no afecten a la impermeabilidad del techo.
- 4) Los conductores de bajada deben estar protegidos contra eventuales choques mecánicos mediante un tubo de protección hasta una altura superior a 2 mts a partir del suelo.

### G) Materiales de conductores de bajadas.

Los conductores de bajada podrán ser pletinas, trenza plana, cable trenzado o redondo. La sección mínima ha de ser 50 mm<sup>2</sup>.

Material	Observaciones	Dimensiones
Cobre electrolítico desnudo o estañado	Recomendado por su buena conductividad eléctrica y su resistencia a la corrosión	Platina 30 x 2 mm Trenza plana 30 x 3.5 mm Cable trenzado 50 mm <sup>2</sup> (1/0 AWG) Alambre redondo 8 mm (2 AWG)
Acero inoxidable 18/10, 304	Recomendado en ciertos ambientes corrosivos	Platina 30 x 2 mm Alambre redondo 8 mm (2 AWG)
Aluminio A 5/L	Debe ser utilizado sobre superficies de aluminio (barandillas, muros)	Platina 30 x 3 mm Alambre redondo 10 mm (1/0 AWG)

### H) Equipotencialidad de las masas metálicas.

Se deberá realizar la unión equipotencial entre los conductores de bajada y las partes metálicas que estén a una distancia menor de la de seguridad **ds**. La distancia de seguridad es la distancia mínima entre un conductor de bajada por el que pasa la corriente del rayo y una masa conductora próxima unida a tierra, en la que no hay formación de chispas peligrosas.

$$\text{Distancia de seguridad: } ds(m) = an \frac{Ki}{Km} l$$

Donde:

an= 1 cuando hay una bajante

an= 0.6 cuando hay dos bajantes

an= 0.4 cuando hay tres bajantes o más bajantes

Ki = depende del nivel de protección elegido:

Ki= 0.1 para el nivel I

Ki= 0.075 para el nivel II

Ki=0.05 para el nivel III

Km depende del material existente entre los dos extremos del bucle:

Km= 1 para el aire

Km=0.5 cuando esté relleno de material (a excepción del metal)

l es la distancia vertical desde el punto en que se considera la proximidad hasta la toma de tierra de la masa metálica o la unión equipotencial más próxima.

### **I) Electrodo de Puesta a Tierra.**

Se deberá instalar un electrodo de puesta a tierra por cada bajada. La resistencia mínima medida debe ser inferior a 10 ohms.