

## PROTECCIÓN EXTERNA DE EDIFICACIONES CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

### RESUMEN

El presente documento tiene como objetivo mostrar el diseño de un sistema para la protección de edificaciones contra descargas atmosféricas. Para la implementación de esta metodología se emplea como caso de estudio el edificio del programa de ing. Eléctrica.

**PALABRAS CLAVES:** Sistema de protección contra descargas atmosféricas, puesta a tierra.

### ABSTRACT

*This document has as objective to show the development of the IEC62305 norm to protect buildings against lightning. For implementation of this methodology is used like case of study the electrical engineering building.*

**KEYWORDS:** Lightning protection system, ground.

### MARCELO ARBELAEZ G.

Ingeniero Electricista  
Profesor  
Universidad Tecnológica de Pereira  
marTE@utp.edu.co

### JORGE HUMBERTO SANZ A.

Ingeniero Electricista  
Profesor Asociado  
Universidad Tecnológica de Pereira  
jsanz@utp.edu.co

## 1. INTRODUCCIÓN

Las descargas atmosféricas son eventos naturales sobre los cuales el hombre no tiene ninguna potestad y representan un factor que pone en riesgo la seguridad de los seres vivos y el adecuado funcionamiento de los dispositivos, equipos y sistemas eléctricos y electrónicos.

Cada país ha buscado solucionar el problema de la protección contra rayos. Como producto de esto, se ha diseñado normas como la IEC62305 de carácter internacional y NTC4552 para el caso colombiano que contaron con las experiencias de diferentes instituciones.

En el caso de nuestra región, poco se ha trabajado esta temática en los grupos de investigación lo que ha dejado a este importante un área como un tema de la ingeniería eléctrica de poca aplicación donde las protecciones implementadas brindan una protección muy pobre o ninguna, se hace necesario exponer la forma de implementar las normas existentes para el diseño de sistemas apropiados para la protección contra rayos.

Con el diseño del sistema de protección contra descargas atmosféricas del edificio del programa de Ingeniería Eléctrica, se pretende mostrar en detalle la aplicación de los conceptos básicos de protección.

## 2 SISTEMA INTEGRAL DE PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (LPS)

El objetivo fundamental del sistema de protección contra descargas atmosféricas es el de brindar resguardo a una estructura contra daños físicos y lesiones a los seres vivos debido a los voltajes de toque y a los voltajes de paso.

El sistema de protección se divide en dos partes fundamentales: El sistema de protección externo, y el sistema de protección interno.

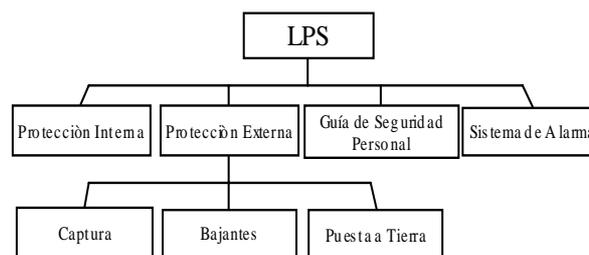


Figura 1. Elementos de un Sistema Integral de protección.

### 2.1 Sistema de Protección Externo

Este sistema previene las peligrosas chispas que se pueden producir en el momento de una descarga y ponen en riesgo la integridad de personas, animales y equipos.

Los propósitos de construir un sistema de protección externo son:

1. Interceptar una descarga atmosférica directa sobre la estructura.
2. Conducir a corriente en forma segura hacia tierra.
3. Dispersar la corriente de la descarga en la tierra.

### 2.2 Sistema de protección Interno

Este sistema previene las peligrosas chispas que se pueden producir en el momento de una descarga y ponen en riesgo la integridad de personas, animales y equipos en la parte interna de la estructura.

Las chispas pueden ocurrir entre el LPS y otros componentes como:

- Instalaciones metálicas.
- Sistemas Eléctricos.
- Partes externas conductoras y líneas conectadas a las estructura.

### 3. METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN LPS

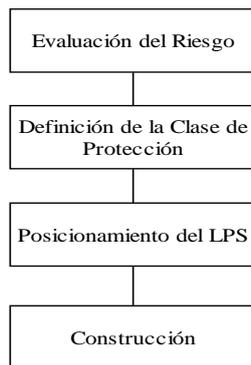


Figura 2 Diagrama metodológico.

#### 3.1 Evaluación del factor de Riesgo

El objetivo de evaluar el factor de riesgo es establecer el nivel de protección contra rayos de una estructura y si el sistema de protección (LPL) debe ser integral, es decir, si necesita o no de todos sus elementos. Para realizar una valoración del riesgo, se tienen en cuenta factores de tipo estructural, ambiental, influencias de estructuras adyacentes, servicios adicionales y cuatro categorías de pérdidas: Pérdidas Humanas, Pérdidas de Servicios Esenciales, Pérdidas de Herencia Cultural y Pérdidas económicas. Con esta información, el *IEC lightning Risk Assessment* realiza los cálculos correspondientes para encontrar el factor de riesgo y el nivel de protección requerido.

#### 3.2 Definición de la Clase de Protección

Para cada nivel de protección (LPL) se tiene una clase como se muestra en la siguiente tabla.

LPL	Clase de LPS
I	I
II	II
III	III
IV	IV

Tabla 1. Relación entre el nivel de protección y la clase del LPS.

#### 3.3 Posicionamiento del LPS

Existen varios métodos sugeridos por diferentes normas para determinar las áreas donde debe ser protegida la estructura. Se empleará el método de la esfera rodante sugerido por [1] para posicionar el sistema de protección. El radio que debe tener la esfera depende de la clase del sistema de protección. La siguiente tabla muestra la relación.

Clase de LPS	Radio (m)
I	20
II	30
III	45
IV	60

Tabla 2. Relación entre el nivel de protección y la clase del LPS.

Una vez se ha definido el radio de la esfera, esta se debe rodar en todas las direcciones por toda la estructura como se muestra en la figura.

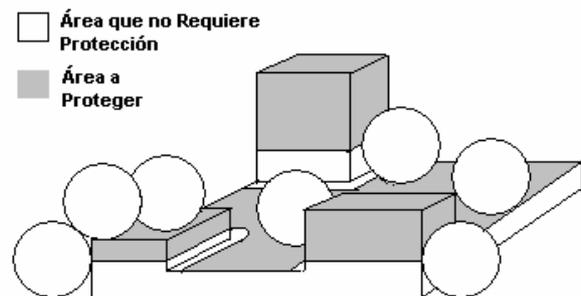


Figura 3 Posicionamiento del sistema de protección externo.

#### 3.4 Construcción

Diferentes materiales y componentes pueden formar parte del sistema de protección externo. Los llamados "componentes naturales" son elementos que por su constitución física pueden ser usados para formar tal sistema. La norma IEC62305 presenta pautas para la elección del material más adecuado para construir el sistema.

### 4. EJEMPLO DE APLICACIÓN

Como ejemplo, se aplicarán las normas internacionales de protección contra descargas atmosféricas al edificio del programa de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Los planos empleados para el análisis fueron suministrados por la oficina de planeación de esta universidad.

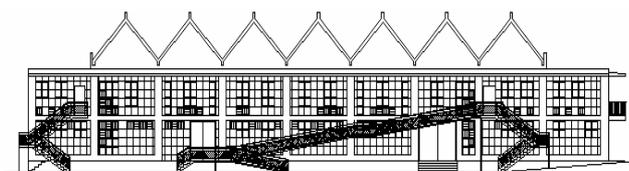


Figura 4. Fachada norte del Edificio de Ingeniería Eléctrica.

#### 4.1 Selección del Nivel de Protección

Para determinar el nivel de protección es necesario realizar una evaluación del riesgo. La información de las siguientes tablas se emplea para tal fin.

Magnitud	Valor	Unidad
Longitud	57.22	m
Ancho	32.58	m
Altura del Plano del Techo	7.4	m
Altura del Punto más Alto	11,3	m
Área	1864,23	m <sup>2</sup>

Tabla 3. Dimensiones del Edificio de Ingeniería Eléctrica.

Concepto	Valor
Riesgo de Fuego o Daño Físico	Bajo
Efectividad del Apantallamiento	Promedio
Instalación Eléctrica Interior	No Apantallada

Tabla 4. Atributos del Edificio de Ingeniería Eléctrica.

Concepto	Valor
Tipo de Servicio	Aéreo
Tipo de Cable Externo	No Apantallado
Transformadores de Aislamiento	Ninguno
Número de Servicios	3
Tipo de Cable Interno	No apantallado

Tabla 5. Servicios de la Estructura.

Concepto	Valor
Edificios de los Alrededores	Similares en Altura
Localización	Urbana
Nivel cerámico	130 días/año

Tabla 6. Influencias Ambientales

El nivel cerámico representa el número de días tormentosos por año. Para el caso de Pereira la siguiente tabla suministrada por el IDEAM permite encontrar este nivel.

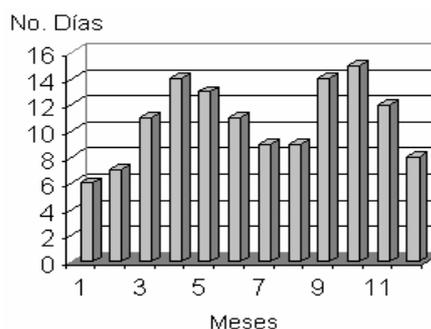


Figura 5. Días tormentosos en Pereira.

Perdida de Vidas Humanas	Valor
Riesgos Especiales a la Vida	Bajo nivel de pánico
Perdidas de vida por Fuego	Educativo
Perdidas de vida por Sobrevoltaje	Bajo

Tabla 7. Categoría de Pérdidas Humanas.

Perdida de Servicios Esenciales	Valor
Perdidas de Servicio por Fuego	No existe
Perdidas de Servicio por sobrevoltaje	No existe

Tabla 8. Categoría de Perdida de Servicios Esenciales

Perdida Culturales	Valor
Perdidas culturales por fuego	Ninguna

Tabla 9. Categoría de Pérdidas Culturales.

Perdida de Vidas Humanas	Valor
Riesgos Económicos Especiales	Ninguno
Perdidas Económicas por Fuego	Educativo
Perdidas Económicas por sobrevoltaje	Educativo
Factor de Perdidas Toque-Paso	Interno-Externo
Riesgo Tolerable de Perdidas Económicas	1 en 1000

Tabla 10. Categoría de Pérdidas Económicas.

Con esta información, y teniendo en cuenta las categorías de pérdida que tiene una edificación que presta un servicio educativo, se calculan los riesgos.

Categoría de Perdidas	Riesgos Tolerables	Riesgos Calculados
Perdidas Humanas	$1 \times 10^{-5}$	$2.8 \times 10^{-7}$
Perdidas de Servicios Esenciales	$1 \times 10^{-3}$	0
Perdidas Culturales	$1 \times 10^{-3}$	0
Perdidas Económicas	$1 \times 10^{-3}$	$2.59 \times 10^{-5}$

Tabla 11. Riesgos Calculados.

Del análisis de riesgos previamente realizado, se obtiene que para la protección de la estructura se necesita un nivel de protección I.

#### 4.2 Posicionamiento del sistema de Protección

Aplicando el método de la esfera rodante, con un radio de 20m para una clase de protección I y con base en la disposición del techo, se encuentra que todas las aristas de esta estructura deben ser protegidas contra rayos.

#### 4.3 Tipo de Sistema

El techo de esta edificación está construido en concreto (no es inflamable). Debido a esto el los conductores del sistema de protección no necesitan aislamiento físico, es decir, el sistema de protección no es aislado.

#### 4.4 Material Constructivo

De los materiales propuestos por [2], el cobre presenta las mejores características eléctricas, mecánicas. Por lo tanto el sistema de protección aéreo consta de una malla que recorre las aristas del techo con conductores de cobre de calibre 1/0 de 8mm de diámetro. Un conductor de las mismas características ubicado en el alerón del techo, rodea la estructura y une la malla con los bajantes estableciendo equipotencialidad.

Para el nivel de aislamiento obtenido, la distancia entre los conductores indicada por [2] para el sistema de bajantes es de 10m. Aprovechando las características estructurales de la edificación; las bajantes se ubican en las 4 esquinas y puntos intermedios del edificio.

Concepto	Valor
Posicionamiento	Aristas del Techo
Tipo de Sistema	No Asilado
Material Constructivo	Cobre Desnudo 1/0
Separación Bajantes	10 m
Longitud Bajantes	5.5 m

Tabla 12. Diseño para el edificio del programa de Ing. Eléctrica.

Estructuras metálicas como escaleras, rejas u otras se conectan al sistema de bajantes para brindar una ruta de conducción en caso de una descarga.

La figura 4 muestra la disposición del sistema de protección externo.

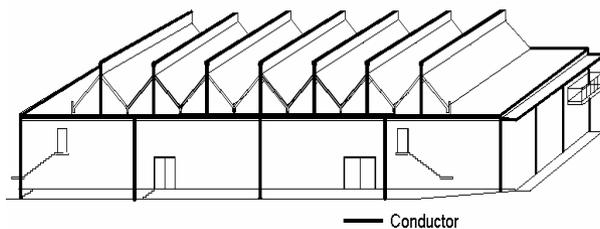


Figura 6. Disposición del sistema de protección externo.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los contornos pronunciados de las edificaciones, según el método de esfera rodante, son las superficies más propensas a recibir descargas atmosféricas. Este concepto debe ser tenido en cuenta en el momento de construir las edificaciones disminuyendo el riesgo de pérdidas humanas y económicas.

Por sus características constructivas, un sistema de protección contra descargas atmosféricas es viable económicamente si se tienen en cuenta los perjuicios que podría causar un rayo.

Nuestra región tiene uno de los niveles cerámicos más altos, comparado con otras regiones del país, lo que justifica que se realicen inversiones para minimizar el riesgo de daños por descargas atmosféricas.

El diseño presentado no sería funcional sin un sistema de puesta a tierra efectivo que permita disipar las descargas atmosféricas. Esto hace que el sistema de puesta a tierra se convierta en la parte más importante de la protección de edificaciones y sea la única parte del sistema completo de protección contra rayos que es tenida en cuenta en la normatividad.

Metodologías como las presentadas en este artículo deberían ser tenidas en cuenta en [3] con el objetivo de brindar aún más protección a los seres vivos, equipos y estructuras.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] NTC 4550, Norma Técnica de Protección Contra Rayos, 1999.
- [2] IEC62305, Protection Against Lightning, 2005.
- [3] RETIE, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, 2005.
- [4] TORRES, H. Evaluación de Normas Técnicas de Protección Contra Rayos. UNAL, 2000.