

Este libro sirve a todas las personas quienes han: visto los rayos, sentido su poderoso trueno, percibido el olor de tormenta eléctrica, vivido una experiencia con los rayos o visto las pérdidas que produce un rayo, y entonces puedan saber y conocer:

Medidas de protección que se deben adoptar con miras a evitar daños físicos en los seres vivos.

Normas y reglamentaciones técnicas nacionales e internacionales vigentes.

Técnicas de protección contra rayos en diferentes aplicaciones.

Tendencias tecnológicas en protección contra rayos.

¿Cuáles equipos para protección contra rayos comprar? y ¿Dónde comprarlos?

¿Qué exigir? y ¿Cómo hacerlo? desde la óptica legal vigente.

¿Cómo conseguir servicios y procesos industriales que operen sin ser interrumpidos por los rayos?

¿Dónde encontrar más información sobre rayos?

ISBN: 978-958-46-3078-0



VIVIENDO CON RAYOS



VIVIENDO CON RAYOS

# VIVIENDO CON RAYOS



Manos  
a la  
Obra

2da Edición

VIVIENDO CON RAYOS  
Manos a la Obra

Este libro no podrá ser reproducido, total ni parcialmente,  
sin el previo permiso escrito del editor.

Todos los derechos reservados.

## **VIVIENDO CON RAYOS**

Manos a la Obra

© 2013, Pedro Durán Jaimes

Editado por

Cuidado de edición

Corrección de estilo

Diseño y diagramación

ELECTROPOL LTDA

Sarai Méndez Páez

Germán Vargas Acosta

Guillermo Lozano Villamizar

ISBN: 978-958-46-3078-0

Primera Edición: Colombia, Septiembre de 2013

Impreso por Stilo Impresores LTDA.

Calle 166 No. 39 - 60

Tel.: 6703927

Bogotá D.C.



---

# VIVIENDO CON RAYOS

---



Pedro Durán Jaimes

Manos  
a la  
Obra

**2da** Edición

# CONTENIDO

Prólogo	7 - 8
Introducción	9
Íconos usados en este libro	10

## EN EL PRINCIPIO

¿Quién puede controlar los rayos?	13
¿Se siente seguro?	16
¿Qué puede hacer un rayo en mi empresa?	20
Ascensores protegidos	23
Consiga ser competitivo	26
Construyendo con rayos	30
Los rayos y los bomberos	34
Protección contra rayos ecológica	38
Riesgo climático en Colombia	43
Riesgo por rayo atmosférico	46
Viviendo en un rascacielos	50

## PRIMEROS PASOS

Análisis de riesgo	55
Análisis de riesgo: componentes del riesgo	60
SIPRA: Sistema Integral de Protección contra Rayos	62
Apantallamiento	67
Detalles de ingeniería	70
Guía: instalaciones especiales más vulnerables	74
Mediciones	77

## PROTECCIÓN INTERNA

5 Pilares: Equipotencialidad	84
DPS: ¿Qué es?	89
DPS: Características deseables	93
DPS: Historia	96
¿Cómo ser un experto al comprar DPS?	98
Comprar DPS: Cómo ser experto – Objetivo	101
Comprar DPS: Cómo ser experto – Precio	102
Comprar DPS: Cómo ser experto – Seguridad	103
DPS: Clase 1 - Instalación	105
DPS: Coordinación	109
DPS: Uso de fusibles previos	112
Especificación de DPS	116
Mantenimiento predictivo: Innovación tecnológica	119

## PROTECCIÓN EXTERNA

5 Pilares: Instalación captadora	128
5 Pilares: Instalación derivadora	135
5 Pilares: Distancias de separación	143
5 Pilares: Sistema de puesta a tierra	146
Protección en cimentación	151
Diagnóstico y evaluación SIPRA	157
Oil & Gas: Protección contra rayos	161

## LEGISLACIÓN

BCP: Business Continuity Planning contra los rayos	166
Calidad, Idoneidad y Seguridad de un bien inmueble	169
Guía: legislaciones, normatividades, reglamentos	172
Pararrayos: ¿Quién decide?	175

## RECOMENDACIONES

Manual de seguridad contra rayos	182
5 reglas de oro para trabajo eléctrico	197
Electricidad: Efectos	199
Electricidad: Equipos de seguridad	200
Electricidad: Peligros	202
Sabías qué	203
Sitios de interés	207
Libro recomendado	209
Fabricante recomendado	212
ELECTROPOL: ¿Por qué escogernos?	219
Historia	220
Nuestro valor agregado	222
Nuestros servicios	223

## PRODUCTOS

Top 5: Cimentación	226
Top 10: Externa	230
Top 10: Interna	234
Glosario	239
Bibliografía	240
Contáctenos	242

# PRÓLOGO

Durante más de 200 años la ingeniería de rayos ha estado solamente en el escritorio de los científicos, los físicos, y los investigadores. ¿Cómo hacer que más personas aborden un tema tan complejo, y cotidiano en nuestras vidas? Está justificado el hecho que los rayos son un tema de interés general y que la técnica para protegerse de los rayos y sus efectos también son para todas las personas.

Cuando conocí a Pedro en el año 2001 sabía solo un poquito de Colombia y tenía pocos datos sobre la naturaleza del rayo en esa región de Sur América. Hoy me complace ver el crecimiento del interés en el tema de los rayos en ese país y leer una publicación dirigida al público en general, en un lenguaje sencillo al alcance del ciudadano común, enfocado en el apasionante tema de los rayos, sus efectos, y mucho mejor la protección que podemos adoptar frente a ellos.

Para abordar un tema tan especializado, sobre el cual no abunda la literatura, se requiere una ardua labor de investigación, clasificación, análisis, síntesis, y organización lógica de la información considerada. El esfuerzo deliberado para verterlo a un lenguaje claro y entendible que acerque el tema científico de los rayos al público en general, y presentarlo con una profusión de ilustraciones acertadas, refleja el interés de su autor en concientizar a sus lectores sobre los riesgos inherentes a los rayos, y su deseo de guiarlos en la obtención de una protección integral contra rayos y sobretensiones, en todos los aspectos de la vida moderna.

**Dr. Ing. PETER ZAHLMANN**

**Neumarkt, Alemania. Agosto 26 de 2013.**

**Traducción al español del texto original en alemán**

# PRÓLOGO

El sugestivo título del libro de Pedro es provocador y desde el principio invita al lector, en un lenguaje sencillo, cotidiano y sin ecuaciones, propio de su personalidad, a conocer la forma como la ingeniería ha intentado evitar los daños por rayo mediante la protección no solo de los equipos y sistemas eléctricos y electrónicos modernos, sino principalmente de la vida humana.

He tenido la gran experiencia de conocer a Pedro y su linda familia desde ya hace cerca de quince años y puedo dar fe que como buen hijo adoptivo del Caribe colombiano impregna en sus agradables conversaciones y discusiones técnicas el ímpetu en sus ideas con el respeto que merece su antagonista o partidario.

Los 7 capítulos en que se divide el libro presentan aclaraciones sencillas que alguien no conocedor del tema sobre la protección contra rayos pueda entender, desde la evaluación de riesgo por rayos, la protección interna, la protección externa, hasta leyes, normas y reglamentos vigentes en Colombia, gracias al desarrollo y la innovación tecnológica que se ha hecho en el país y en los cuales ha participado Pedro y su empresa.

Felicito a Pedro por haber tenido la entereza de escribir un libro sobre este apasionante tema y le agradezco por el honor de ofrecerme escribir este prólogo a la segunda edición. En nombre de la comunidad académica le agradezco por el interés en hacer parte activa de este bello tema, que aún tiene muchas preguntas que están por resolverse.

**Horacio Torres-Sánchez**  
**Profesor Especial y Emérito**  
**Universidad Nacional de Colombia**

# INTRODUCCIÓN

La Creación de Adán, pintura original de Miguel Ángel Buonarotti<sup>1</sup> y la escultura en mármol del escultor Colombiano Carlos E. Rodríguez Arango,<sup>2</sup> me hicieron pensar en las manos de todos los profesionales que están **viviendo con rayos** y ponen **manos a la obra** sobre proyectos de protección contra rayos y sobretensiones.

Estas obras de arte ponen de manifiesto: el dedo de Dios como Creador del Universo el Señor Soberano Jehová, el hombre creado perfecto Adán y la tierra como un paraíso donde los rayos tienen un impacto en la vida de las personas.

No obstante, surgen las siguientes preguntas:

¿Por qué los rayos tienen un impacto en la vida de las personas?

¿Por qué se piensa en los rayos en estos tiempos modernos?

¿Cómo se hace la protección contra rayos?

¿Qué se protege y por qué?

Con un lenguaje sencillo fácil de entender pretendo llegar a la mente de todos los que han: visto los rayos, sentido el poder del trueno, percibido el olor a tormenta eléctrica, vivido los efectos de los rayos en su vida personal o conocen de casos donde los rayos produjeron pérdidas.

También quiero orientar técnicamente a los profesionales de la electricidad, para que manos a la obra puedan construir proyectos de protección contra rayos eficaces y seguros, fundamentándose en las normas técnicas internacionales reconocidas por la comunidad científica internacional y adoptadas por los reglamentos técnicos nacionales de obligatorio cumplimiento.

---

<sup>1</sup> Se encuentra en el techo de la capilla Sixtina

<sup>2</sup> Se encuentra en el fondo de la catedral de sal de Zipaquirá Colombia (foto de la portada)

# ÍCONOS USADOS EN ESTE LIBRO

Colocamos estos pequeños y útiles íconos a lo largo de este libro. Este es su significado:



## **Consejo**

Información útil para tener en cuenta



## **¡Advertencia!**

Detalles importantes para prestar atención



## **Aspectos técnicos**

Información técnica esencial para profundizar



## **Recuerde**

Aspecto relevante para tener a la mano



## **Más información**

Información complementaria para investigar



## **Legislación**

Referencia a normas, leyes y reglamentos



## **Aplicaciones**

Uso práctico de productos



## **Protección contra rayos**

Probado para onda 10/350



## **Protección contra sobretensiones**

Probado para onda 8/20



## **Contacto de señalización remota**

Monitorea de forma remota el estado del descargador

 **EN EL PRINCIPIO**



# ¿QUIÉN PUEDE CONTROLAR LOS RAYOS?

*Rayo Alpujarra, Medellín Colombia*

# ¿QUIÉN PUEDE CONTROLAR LOS RAYOS?



El rayo es un fenómeno extremadamente bello, cuando se presenta se puede:

- Oler el ozono que produce
- Escuchar su poderoso trueno a varios kilómetros
- Ver su resplandor conocido como un relámpago

Además es de gran magnitud en cuanto a:

- Calor
- Energía
- Longitud
- Velocidad

Sin embargo no veo el rayo producto del azar, sino como un fenómeno natural complejo producto de un ingenioso y sabio diseñador con estilo y buen gusto.

Si el rayo es un fenómeno natural creado y diseñado por nuestro magnífico Creador, entonces podemos esperar que sea Él, Jehová Dios quien pueda controlarlo y dirigirlo.

## **RAYOS EN EL REGISTRO BÍBLICO**

**2370 a.C.**

El registro Bíblico menciona que para el tiempo de Noé en el mes de noviembre, el mismo año que murió Matusalén, ocurrió el diluvio universal.

Fueron rotas las compuertas de los cielos y una fuerte precipitación que duró 40 días inundando toda la tierra.

Recordemos que Noé siguiendo las instrucciones de Dios al pie de la letra construyó una arca para proteger a su familia y a las diferentes especies de animales.

### **1613 a.C.**

Unos 20 años antes del nacimiento de Moisés, un patriarca oriental llamado Job, hombre fiel, rogó a Dios que le hablara. Y desde la tempestad del viento Jehová le pregunta:

*¿Dónde te hallabas tú cuando yo fundé la tierra?... ¿Puedes enviar relámpagos para que vayan y te digan: "¡aquí estamos!"? ¿Quién puso sabiduría en las capas de las nubes, o quien dio entendimiento al fenómeno celeste?*

**Job 38:4, 35,36**

Sin duda yo sí creo que Dios es el dueño de la patente de los rayos.

### **1513 a.C.**

Ya en la época de Moisés, cuando Egipto era la Primera Potencia Mundial, se registraron dos sucesos que tienen que ver con los rayos.

El primero se encuentra registrado en el capítulo 9 del libro de Éxodo: Jehová trae sobre la tierra de Egipto granizo, truenos y fuego trémulo.

Esto creó un fuerte impacto en los egipcios quienes creían que el dios Reshpu controlaba los relámpagos y el dios Thot controlaba los truenos.

Vale la pena resaltar que la tormenta de granizo y fuego no afectó la tierra de Gosén donde se encontraban los Israelitas, y tampoco afectó a las personas que le creyeron a Moisés quienes tomaron acciones

para protegerse a sí mismos y a su ganado.

El segundo suceso se registra en los capítulos 19 y 20 del libro de Éxodo donde se relata que en el monte Sinaí se producían truenos y relámpagos mientras Jehová Dios descendía sobre la montaña para hablar con Moisés. Este acontecimiento aterrizó a los cerca de tres millones de israelitas que estaban al pie de la montaña.

### **RAYOS EN MI VIDA**

En Barranquilla, Colombia donde vivo son comunes fuertes aguaceros acompañados de fuertes vientos, tornados y tormenta eléctrica, confieso que es aterrador.

No obstante he tomado todas las medidas de protección, vivo en una casa apantallada contra rayos y poseo los más avanzados equipos de protección contra rayos y sobretensiones en las acometidas: eléctrica, telefónica y TV cable.

Doy fe que no he sufrido daños en mis equipos electrónicos ni electrodomésticos.

Entonces no se puede concluir que Dios es el causante de la desgracia de miles de personas que son alcanzados por los rayos cada año en el planeta. Al igual que no fue el causante de las desgracias que le ocurrieron al patriarca Job.

Por eso lejos sea del Dios verdadero obrar inicualemente (Job 34:10) estas palabras de Eliú, un contemporáneo de Job, quien le hizo entender que Dios no es culpable de su desgracia.

Entonces ¿cómo evitar los daños por rayo? De eso quiero expresarme, **VIVIENDO CON RAYOS MANOS A LA OBRA** muestra precisamente cómo se hace.



¿QUE  
TAN SEGURO  
TE SIENTES  
VIVIENDO CON  
RAYOS?



¿SE SIENTE  
SEGURO?

# ¿SE SIENTE SEGURO?



Por lo general no se piensa en seguridad contra rayos, para algunos este fenómeno atmosférico no les produce miedo.

Otros ni siquiera piensan en la probabilidad de sufrir las consecuencias de una descarga de rayo. Sin embargo, no inquietarse no evita que ocurra.

De hecho es importante tener presente que las probabilidades de verse afectado por un rayo aumentan si usted se identifica con al menos alguno de los siguientes casos.

## ¿CUÁNDO ESTAS EN VERDADERO RIESGO?

Existen altas probabilidades de rayo:

Si...

#1 Habitas en zonas aisladas de escasas viviendas (fincas, conjuntos residenciales apartados del área urbana)

#2 Las viviendas aledañas poseen protección externa contra rayos\*

#3 Resides en un rascacielos, es decir un edificio de más de cien metros de altura

*\* Antenas captadoras o elementos expuestos en sus azoteas (equipos de aire acondicionado, tanques de reserva de agua, etc.)*

#4 Su vivienda está conectada a servicios públicos aéreos (redes de potencia, teléfono, TV cable entre otros)

#5 Vives en una zona tropical, aunque su vivienda sea de un solo piso

Estos son tan solo algunos ejemplos donde hay verdadero riesgo de impacto directo de rayo.

### **¿QUÉ ES LO QUE MÁS TE PREOCUPA?**

Cada uno de nosotros tiene intereses diferentes. Por ejemplo le preocuparía:

A...

Un periódico: la tirada del próximo día.

Un joven aficionado a la música: su instrumento musical electrónico.

El ama de casa: creo que su lavadora, especialmente si tiene varios hijos.

Un cabeza de hogar: el televisor de 100" de última tecnología y los millones que le costó.

Un industrial: la producción, la materia prima, cumplir a los clientes.

Una empresa de seguridad: los sistemas de monitoreo de imágenes.

Una empresa de telecomunicaciones: la continuidad del servicio.

Una heladería: no se le puede dañar la cadena de frío.

Un restaurante: el congelador donde almacena las carnes.

Un banco: no le puede fallar el servicio, se paralizaría toda la operación.

Una aerolínea: el tiempo que requieren las aeronaves para revisión después de ser impactadas por rayo. Esto genera congestiones de pasajeros y pérdidas económicas.

Una clínica: no sé en qué piensa primero. Entre las posibilidades están: sus pacientes conectados al respirador, a los neonatos, el quirófano, etc.



En este caso existe una gran responsabilidad y con ello la preocupación se incrementa.

En fin a todos en resumidas cuentas nos preocupa el dinero que está en juego.



Nosotros como especialistas en la protección contra rayos y sobretensiones podemos ayudarlo a vivir tranquilo

**Si...**

Estás bien protegido

**Entonces...**

Puedes:  
Estar tranquilo  
Sentirse seguro  
Ser competitivo  
**¡Ser el mejor!**

Además entenderás que la tranquilidad no tiene precio:  
¡Vivir tranquilo tiene muchos beneficios!

Precisamente para eso es la sabiduría práctica: para que conserve vivos a sus dueños. Un sabio entonces siempre sabe vivir con rayos.



**¿QUÉ PUEDE HACER UN  
RAYO EN MI EMPRESA?**

# ¿QUÉ PUEDE HACER UN RAYO EN MI EMPRESA?



Ser el propietario y/o gerente de una empresa conlleva una **gran responsabilidad**.

Una de las mayores inquietudes está relacionada con **garantizar la productividad**.

## ¿CÓMO PUEDE AFECTAR MI PRODUCTIVIDAD?

El impacto directo de rayo puede producir un verdadero **desastre**.



Grandes cantidades de energía de rayo producirán destrucción en toda la instalación eléctrica y en todos los equipos conectados, poniendo en peligro a las personas.

## ¿QUÉ HACER?

Aplice las recomendaciones de la legislación y normatividad existente.



**Normas Nacionales**  
NTC 4552-1-2-3-4

**Normas internacionales**  
IEC 62305-1-2-3-4



Estas recomendaciones son confiables y son la técnica más avanzada que se aplica en todo el mundo.

Para conseguirlo comience por...

## MEDIR el RIESGO existente por RAYO



### PROTECCIÓN INTEGRAL

De acuerdo con el **riesgo** existente se tomarán **medidas** de **protección** que permitan **mitigarlo**.



La opción más efectiva es una protección integral bien diseñada y calculada por un experto que tenga en cuenta como términos de referencia las normas citadas.

Estas medidas de protección implican instalar:

## #1 Protección EXTERNA

Sistema interceptador de rayos que:

Captura los rayos

Evita que golpeen el objeto a proteger o edificio

Los deriva a un sistema de puesta a tierra que dispersa la energía de forma segura

## #2 Protección INTERNA

Corresponde a la indispensable instalación de DPS (Dispositivos de Protección Contra Sobretensiones).

Principalmente en los servicios de:

Cables de datos

Cámaras de seguridad

Y...

Acometidas de:

Potencia AC

Telefonía

Televisión por cable



Ver páginas

61, 79, 122

*¿por las  
escaleras?*



**ASCENSORES  
PROTEGIDOS**

# ASCENSORES PROTEGIDOS



## ¿POR QUÉ PROTEGERLOS?

Los ascensores prestan un servicio esencial y en algunos casos vital.



Es indispensable que cuenten con protección contra rayos y sobretensiones

Analicemos primero el riesgo de daño:

### #1 Están instalados en edificios

Al ser estructuras altas se incrementa el riesgo de impacto de rayo



**Si** el edificio posee instalación captadora y los ascensores no están protegidos **Entonces** aumenta el riesgo de daño

### #2 Poseen equipo electrónico sensible

Instalado en la parte más alta del edificio donde el campo electromagnético de rayo es más elevado

### #3 Son susceptibles a sobretensiones transitorias

Las cuales se pueden originar por: descarga de rayos y conmutación del sistema eléctrico

## SE NECESITAN ASCENSORES PROTEGIDOS

¡No use el ascensor en caso de terremoto!

¡En caso de incendio evacue el edificio por las escaleras!

Estas advertencias son bien conocidas por el riesgo de quedarse atrapado en un ascensor.

## Si...

El ascensor no funciona

## Cómo...

Evacuar a una persona con infarto cardíaco

Trasladar a una persona discapacitada

Subir el mercado

Visitar al nieto

## Además...

Podemos quedar atrapados

Lo increíble es que por rayos pueden dañarse todos los ascensores y el caos se presenta de inmediato.

*Si los ascensores de un edificio no están protegidos...  
¡Prepárese para subir escaleras!*

## ¿CÓMO SABER SI CUENTAN CON LA PROTECCIÓN ADECUADA?

En la mayoría de los casos fabricantes y comercializadores de ascensores no los protegen, más bien se esmeran por ofrecer:

Mantenimiento y reparación

Disponibilidad de suministro de repuestos\*



En otros casos la garantía cubre el servicio de reparación pero no cubre los repuestos



Por ello es indispensable la visita técnica de un perito en protección contra rayos que especifique la solución y nos informe la realidad.



¡No tiene que vivir un mal rato!

Viviendo con rayos implica pensar en los rayos y también en los ascensores.

\*Especialmente tarjetas electrónicas



*Michael Fred Phelps*  
Nadador Olímpico  
22 medallas

**CONSIGA  
SER COMPETITIVO**

# CONSIGA SER COMPETITIVO



Ser competitivo de clase mundial abarca la capacidad de:

- Crear economía productiva
- Generar valor compartido
- Promover un ambiente innovador
- Ser productivos

## ¿QUÉ SE NECESITA PARA SER COMPETITIVO?

Afilar muy bien muchas herramientas entre ellas se hace indispensable la **innovación tecnológica**.



Implementar la más avanzada tecnología del mundo crea ventaja competitiva.

Investigar y desarrollar una solución innovadora requiere:

- Recursos especializados
- Talento humano

Además posiblemente muchos años y muchos fracasos para lograrlo

**#1** La innovación tecnológica para la competitividad **abarca muchos aspectos**, como por ejemplo:

- Electrónica
- Energía
- Logística
- Maquinaria y equipo
- Medio ambiente
- Recursos naturales
- Telecomunicaciones

#2 Es recomendable **comparar** cómo se hacían las cosas hace veinte años y cómo se hacen ahora. Analizar esta gran diferencia contribuye a marcar la ventaja competitiva.

Podemos observar en varios sectores de la productividad el impacto de la tecnología.

Estamos obligados a ser competitivos no hay otra alternativa.



#3 Se requiere que los **individuos** sean:  
Atentos al cambio  
Competitivos  
Dispuestos a innovar  
Rápidos en las decisiones

### **PROTECCIÓN + COMPETITIVIDAD**

Podemos afirmar que: *“No puede haber competitividad si no hay protección contra rayos y sobretensiones”*.

Los países desarrollados y altamente tecnificados comenzaron a proteger:

- Aeropuertos y puertos
- Producción de petróleo
- Sistemas de almacenamiento
- Sistemas de telecomunicaciones
- Sistemas de tráfico
- Todos sus procesos industriales

### **TECNOLOGÍA**

En la medida que aparecieron adelantos tecnológicos fueron desarrollando también **tecnología innovadora para protegerlos** hasta alcanzar hoy en día grandes avances.

### **LEGISLACIÓN**

Hoy la **comunidad internacional** cuenta con normas internacionales de rayo, una **regulación muy avanzada** para la implementación de la protección.

## PRODUCTOS

Se encuentran disponibles una **amplia gama** de productos para **diferentes aplicaciones** con la más avanzada tecnología del mundo acorde con el desarrollo innovador de la industria.



Se requiere también una cultura innovadora y esa cultura depende de cada individuo.

Perfil del Profesional Competitivo:

Autodidacta

Investigador

Observador

Buen lector

Curioso

Emprendedor

## SIPRA: SISTEMA INTEGRAL DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

### ¿Cómo?

Instalarlo

Gestionarlo

Administrarlo

Implementar un SIPRA genera beneficios



- #1 **Predecir** con anticipación una falla
- #2 **Prevenir** la falla sin parar el proceso
- #3 **Mantener** el control de estado del sistema
- #4 **Monitorear** permanentemente
- #5 **Evitar** que vuelva a ocurrir una falla



Ver página 61



# CONSTRUYENDO CON RAYOS

**SÍ,**  
pero si tiene  
protección contra  
rayos

# CONSTRUYENDO CON RAYOS



Hoy en día la protección contra rayos no es opcional. Los rayos pueden ocasionar graves daños en los edificios.

## **Si...**

Un rayo impacta un edificio

## **Entonces...**

Se generaran pérdidas cuantiosas

Este punto es especialmente crítico gracias a dos factores:

### ***Alta concentración de personas***

Generalmente los edificios están diseñados para alta concentración de personas:

- Centros comerciales
- Escuelas
- Hospitales
- Viviendas multifamiliares

### ***Equipos electrónicos***

Actualmente disponemos de una **gran cantidad de equipos electrónicos** para darle confort a la vida moderna.

La mayoría de estos equipos tienen sistemas con **electrónica sensible**:

- Aires acondicionados
- Alarmas
- Ascensores
- Cámaras de seguridad
- Control de acceso biométrico
- Detección y extinción de fuego
- Iluminación automática

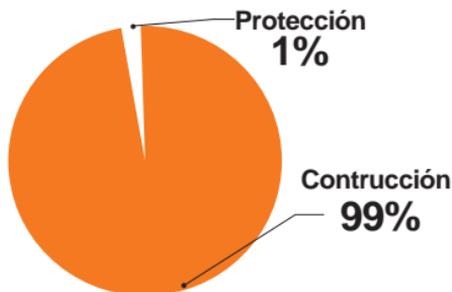
Por ello para construir con rayos es fundamental analizar los diferentes aspectos que influyen en este sector tan representativo en la economía.

### EDIFICIOS SOSTENIBLES

La tendencia es construir edificios sostenibles. Eso **implica** dotarlos de **electrónica moderna** y lógicamente invertir en **protección contra rayos**.



La inversión en un SIPRA no alcanza el 1% del total de la inversión en la construcción (excluyendo los costos de mobiliario y dotación de equipos electrónicos).



### CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático está motivando a tomar decisiones que permitan **construir edificios blindados contra rayos**.



Por cada grado de temperatura que se incrementa en el planeta tierra los rayos aumentan entre un **10% y 20%**

En Colombia es indispensable la protección contra rayos, al estar ubicados en una zona de inter-confluencia tropical presentamos una alta densidad de rayos.



Colombia: **10** millones de rayos por año aproximadamente.

## BRANDING

Además es importante tener presente que una **buena marca se gana con responsabilidad**. Citando al exitoso constructor el doctor Donal Trump, quien dice:

*"Si tuviera que elegir entre perder todos mis edificios o la reputación de mi constructora lograda con 20 años de buena reputación, publicidad y clientes satisfechos no dudaría... Prefiero perder todo lo físico porque lo puedo reconstruir. Pero no hay capital capaz de reconstruir el buen nombre (good will)".*

### Un edificio protegido...

Es preferido por el comprador  
Da respaldo a sus proyectos  
Genera confianza

"La seguridad no tiene precio".





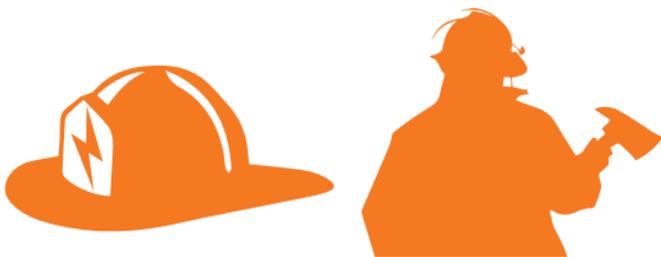
# SI NO TIENE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

Llame a los Bomberos



LOS RAYOS  
Y LOS BOMBEROS

# LOS RAYOS Y LOS BOMBEROS



¡Donde hay una emergencia ahí estarán los bomberos!

## También...

¡Donde hay rayos también hay emergencias!

Podemos hacer esta afirmación porque los rayos no solo producen incendios, igualmente pueden paralizar:

El tráfico de una ciudad

Los servicios públicos esenciales



Entre los servicios públicos más prioritarios encontramos: generación eléctrica, acueductos, hospitales etc.

## Pero...

Esto no ocurrirá si están protegidos contra los rayos.

## ¿PENSAR EN RAYOS IMPLICA ENTONCES PENSAR EN LOS BOMBEROS?

Los bomberos son **verdaderos héroes**, por eso les debemos:

Admiración

Afecto

Honra

Respeto



Y...

## ¡Especial consideración!

Por lo tanto haremos todo lo posible para colaborar con ellos en su labor.

### NECESIDADES DE LOS BOMBEROS

El **crecimiento** de la **población** en las ciudades es más **rápido** que la **cantidad de bomberos**.

El IBH es insuficiente

En ocasiones no tienen la dotación que requieren

Sólo pocas ciudades tienen la cantidad de estaciones de bomberos recomendadas



IBH: Índice de Bomberos por cada 1.000 habitantes



La recomendación es una estación de bomberos por cada cien mil habitantes

### EDIFICIOS PROTEGIDOS CONTRA RAYOS

Si...

La población se está concentrando en **edificios** cada vez **más altos**, los cuales son vulnerables a los rayos.

Entonces...

Por lo tanto estos edificios deben estar **auto protegidos**, blindados contra los rayos.

Si...

Los vehículos **escalera** mejor equipados usados por los bomberos alcanzan solamente hasta **30 metros** de altura.

Entonces...

Esto **dificulta el rescate** de personas que viven en los edificios más altos.

**Si...**

En algunos países los edificios altos **no cuentan con helipuertos** habilitados.

**Y...**

**Tampoco** cuentan con **escaleras de emergencia**.

**Entonces...**

¡La protección contra los rayos es obligatoria!

### **SISTEMAS CONTRA INCENDIOS RESISTENTES A LOS RAYOS**

Los sistemas de detección y extinción de fuego electrónicos deben estar protegidos contra rayos y sobretensiones, pues **son vulnerables al campo electromagnético de los rayos**.

La ocurrencia de un **rayo** es tan **impredecible como la necesidad** de un **bombero**. La diferencia es que el rayo pudiera tener un efecto destructivo.

Cuando piense en **rayos** piense en los **bomberos**.



en



es



en



# PROTECCIÓN CONTRA RAYOS ECOLÓGICA

# PROTECCIÓN CONTRA RAYOS ECOLÓGICA



Los rayos activan el ciclo del nitrógeno contribuyendo a fertilizar la tierra. También producen la mayoría del ozono que se requiere para protegernos de los rayos UV



## ¿CUIDAR LOS RAYOS?

Los rayos son **uno de los recursos naturales más valiosos.**

Sin embargo no podemos cuidar los rayos como cuidamos lo verde o el agua, entonces **¿cómo contribuimos a cuidar el planeta en el caso de los rayos?**

## ¿POR QUÉ LA PROTECCIÓN CONTRA RAYOS ES ECOLÓGICA?

### **PRIMER CASO**

Usted vive en un **edificio habitado por 100 familias** las cuales poseen en en conjunto más de 500 electrodomésticos (televisores, computadores, neveras, etc.).

#### *Consecuencias*

Destrucción del equipo electrónico, el cual se convierte en **basura altamente contaminante.**

## SEGUNDO CASO

Se encuentra en una **empresa industrial** donde existen procesos de fabricación en serie.

### *Consecuencias*

Se producen **daños en la planta de producción**. Estos implican otros **daños colaterales** (materia prima, equipo electrónico, proceso de fabricación, etc.) que en definitiva **impactan el medio ambiente**.

## TERCER CASO

Se encuentra en una **ciudad de alto tráfico** rodando su vehículo para llegar al trabajo.

### *Consecuencias*

Se dañaron los semáforos del sector, por eso usted sencillamente queda atrapado en una nube de monóxido de carbono.

Quiero que estemos conscientes de cuidarnos y cuidar el planeta. **Pensar en el medio ambiente implica tomar medidas de protección contra los rayos; ¿cuáles?**

### MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

Lo mínimo que se puede hacer es adoptar un nivel de protección contra rayo LPL Clase III, acorde con:



**IEC NTC RETIE**  
62305-3 4552-3

Algunas regulaciones recientes, como la Alemana, adoptaron el nivel Clase III como el mínimo nivel de seguridad a implementar en los edificios que **debido a su uso** pueden presentar graves consecuencias por impacto directo de rayo.

**También es fundamental en los edificios altos con riesgo de impacto directo de rayo con peligro de incendio.**

No obstante en la mayoría de los casos estos edificios no poseen sistemas de evacuación como helipuerto o escaleras exteriores de emergencia ni han implementado un plan de contingencia o evacuación; además los cuerpos de bomberos locales no poseen equipos especializados para rescate y evacuación.

Lugares con alta concentración de personas y/o esenciales para la comunidad, por ejemplo:

- Aeropuertos
- Centros comerciales
- Centros educativos
- Escuelas Pre-escolares
- Escuelas primarias
- Escuelas secundarias
- Hospitales
- Puertos
- Servicios públicos
- Universidades

## **CONCIENCIA ECOLÓGICA CON PROTECCIÓN CONTRA RAYOS**

**#1** Al ver los desastres nos damos cuenta de la realidad, pero al sufrirlas directamente **asumimos conciencia.**

**#2** Cuando poseemos conciencia ecológica entonces **desarrollamos el pensamiento ecológico.**

**#3** De esta manera **tomamos acciones** que contribuyen a mejorar el ambiente y evitar los daños.

**#4** También **favorecemos** el bienestar de las personas y cultivamos en otros la conciencia ecológica.

**#5** Incluso **contribuimos** Contribuimos a la eficiencia de la producción, la rentabilidad y el mejoramiento continuo.

#6 Además todo lo que hacemos lo hacemos con **responsabilidad social** compartida.

## CONCLUSIÓN

Todos estamos viviendo con rayos por lo tanto pensamos en los rayos y nos protegemos contra los rayos porque tenemos conciencia ecológica y cuidamos el planeta, **Manos a la obra.**



Powered by

Keraunos

# RIESGO CLIMÁTICO EN COLOMBIA

Costa Atlántica, 10 de Octubre de 2012  
red de localización de rayos LINET  
[LINET. www.keraunos.co](http://LINET.www.keraunos.co)



# RIESGO CLIMÁTICO EN COLOMBIA

Si deseamos establecer unos fundamentos con respecto a la protección contra rayos es importante analizar su relación con el clima en Colombia.

En nuestro país la ZCIT (Zona de Confluencia Inter Tropical) da como resultado:

- #1 Los rayos son **más potentes** que en otras regiones del planeta
- #2 Poseemos la **más alta densidad** de rayos por kilómetro cuadrado
- #3 Presentamos **dos temporadas invernales** por año

No obstante se está presentando un cambio climático:  
2010 – 2011: fuerte temporada invernal  
2012: verano muy largo

Mediana de rayos

Estados Unidos: 23 kA,

Colombia: 45 kA,



La industria tiene que tecnificarse para hacerse competitivo en el mercado global

## EL PLAN DE SEGURIDAD

Tecnificarse no solamente implica:

Adquirir máquinas modernas

Ampliar sus plantas de producción

Comprar tecnología

Es esencial implementar un plan de seguridad contra los rayos.

Para conseguirlo se **requiere la asesoría de especialistas** contra rayos y sobretensiones que puedan:

#1 Medir el **riesgo**

#2 Focalizar medidas de **protección**

Para alcanzar el éxito la protección debe ser efectiva y económicamente viable

La más avanzada tecnología del mundo está disponible en Colombia para hacer crecer la economía.

## INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN COLOMBIA

**La más avanzada tecnología del mundo en protección contra rayos está siendo implementada en Colombia** por las empresas que presentan los mejores indicadores de crecimiento y rentabilidad.



Literalmente el cambio climático se hace sentir en Colombia. Motivando la innovación tecnológica en el campo de la protección contra rayos.

Los más visionarios están moviéndose en el tema de prevención contra las descargas atmosféricas, innovando en diferentes áreas.



Por ejemplo:

Edificios con sistemas de captación modernos ajustados a las nuevas normas internacionales IEC 62305

Instalaciones eléctricas con tecnologías como el Radaxflow con Función Rompeolas y LifeCheck Condition Monitoring (tecnologías desarrollada en Alemania por DEHN & SÖHNE)

Estas tecnologías están orientadas al mantenimiento predictivo de fallos garantizando:

Confiabilidad  
Eficiencia  
Integridad



# RIESGO POR RAYO ATMOSFÉRICO



Los rayos causan grandes pérdidas:

- Económicas
- Vidas humanas
- Servicios públicos
- Patrimonio histórico

*“Ingeniería contra rayos cambia indicadores en la producción”*

También inciden de manera directa en la producción de un país, mueven el PIB y afectan de manera directa los costos de producción.

## EL RECALENTAMIENTO GLOBAL

El **aumento** de la **temperatura** en el planeta está **aumentando los rayos**.

Por cada grado que aumenta la temperatura del planeta los rayos aumentan entre el 10% y 20%



Las probabilidades de impacto directo en el edificio aumentan cuando aumenta la actividad de rayos.

Ciudad: Medellín

Lugar: Centro Educativo

Probabilidad: 1 rayo cada 5 años

Realidad: 3 RAYOS en 1 DÍA (Abril 2009)

El aumento en las pérdidas provocadas por rayos se hace notorio en la medida que:

- #1 Usamos equipos electrónicos muy sensibles
- #2 Aumentamos la dependencia a la electrónica

## LOS RAYOS Y EL CLIMA EN COLOMBIA

Nuestro país tiene unas condiciones climáticas específicas que lo convierten en un destino favorito para los rayos.



### **VULNERABILIDAD**

El desarrollo de ingeniería contra rayos ha sido un **proceso lento**. Incluso muy pocos poseen protección contra rayos, y otros tienen protecciones obsoletas.



El desconocimiento del tema es generalizado.

### **ESTADÍSTICAS**

Las pérdidas económicas están correlacionadas con las épocas de invierno.



Si aumentan las tormentas aumentan las pérdidas.

Los equipos electrónicos más afectados son:

- #1 Cómputo
- #2 Automatización
- #3 Transmisión de datos

Colombia: se estimaron perjuicios por 10 mil millones de pesos solo entre enero y abril de 2010.

Brasil: pérdidas de 600 millones de dólares por año, y más de 1.300 muertos por año.

Alemania: los daños por rayo y sobretensiones equivalen al 45% de todos los desastres.

Estos datos son importantes si tenemos en cuenta que la densidad de rayos en Alemania es muy bajo comparado con Colombia.

## LEYES Y NORMAS TÉCNICAS



**IEC**

62305  
1-2-3-4

**NTC**

4552  
1-2-3

**RETIÉ**

Incluye en el artículo 16 las medidas de protección obligatorias

*Minimizar el riesgo exige: ingeniería contra rayos, conciencia sistémica y cumplimiento de leyes y normas”*

## ALCANCE DE UN RAYO

Según un estudio de rayo elaborado en la ciudad de Neumarkt, Alemania:

Se encontraron daños a **3 kilómetros** de distancia del impacto del rayo.

La mayoría de los daños se **concentraron** en un **radio de 1,5 kilómetros**.

Los daños afectaron:

- Almacenes
- Bancos
- Fabricas
- Oficinas
- Servicios públicos
- Entre otros

**Si...**

Densidad de rayos de su zona: 7 rayos / Km<sup>2</sup>

**Y...**

Área con radio de 1,5 kilómetros = 7 Km<sup>2</sup>

**Entonces...**

**49**

Rayos indirectos por año



Afectaran su equipo electrónico

=

**Riesgo de daño**

**CUANDO EL RAYO IMPACTA...  
DIRECTO EN EL EDIFICIO**

Al no disponer de sistemas de protección contra rayos los **daños son muy severos.**

Daños estructurales

Daños en las acometidas eléctricas

Destrucción de equipo electrónico

Riesgo potencial para los seres vivos

Adicionalmente los rayos producen chispas peligrosas de mucha energía capaces de producir verdaderas **explosiones.**

***EN LA RED DE SERVICIOS PÚBLICOS***

En la mayoría de los casos estos sistemas no poseen líneas de guarda o apantallamiento contra rayos, esto presenta un **riesgo potencial muy elevado** de impacto directo de rayo en la red.



Los sistemas de distribución eléctrica en Colombia son aéreos.



¿pero  
y los rayos?

**VIVIENDO  
EN UN  
RASCACIELOS**

# VIVIENDO EN UN RASCACIELOS

¿Qué sintió la primera vez que estuvo debajo de una tormenta, sintió el olor a lluvia fuerte, contempló el cielo iluminado por los relámpagos y escuchó el ensordecedor trueno?

## RASCACIELOS SEGUROS CONTRA LOS RAYOS

Al momento de escribir este artículo el rascacielos más alto del mundo es:

Burj Khalifa  
Dubai, Emiratos Árabes  
Altura: 828 metros  
Pisos: 162  
Inauguración: 2010

Próximamente ascenderá al trono:

Sky City One o J2202,3  
Changsha, China  
Altura: 838 metros  
Pisos: 220

Se construyen muchos más en varios lugares del planeta. Sin embargo **la conquista del cielo exige superar muchos retos, entre ellos la seguridad contra rayos.**

## RAYOS ESTANDO EN UN RASCACIELOS

Son el **objeto más alcanzado por los rayos**, pueden ser impactados: en una tormenta varias veces y en un año más de treinta veces. Esta **probabilidad aumenta** dramáticamente al encontrarse ubicado en una **zona con alta densidad de rayos** de interconfluencia tropical.

Además desde el comienzo de la construcción hasta su conclusión:

Prevén todo tipo de **riesgos**

Se rigen por **altas normas** seguridad

Implementan protección **contra rayos**

Existe vigilancia estricta de las **autoridades**

Normas técnicas de rayo **aplicadas** de manera **exhaustiva**

Nivel de **protección varias veces más** alto que el mínimo requerido

Pero ¿qué les sucede cuando impacta un rayo? ¿A qué nos enfrentaremos viviendo en un rascacielos? ¿Cómo se siente un rayo?

Muchos rascacielos ya conocen el efecto de los rayos. Por ejemplo las **Torres Petronas** de Kuala Lumpur Malasia, el séptimo más alto del mundo (452 metros), al momento de la maniobra de instalación del puente que une las dos torres recibieron impactos de rayo: **interrumpieron el servicio de energía, dañaron los sistemas automatizados y los ascensores.**

Es **imprescindible** que los rascacielos cuenten con la **tecnología más avanzada** del mundo contra rayos. Así **al estar protegidos no sufrirán consecuencias.**

### **SIPRA DE UN RASCACIELOS**

Un SIPRA (Sistema Integral de Protección contra Rayos) de un rascacielos no es igual al de un edificio de 30 metros de alto: **a mayor altura se exige superar varios retos.**

### ***DISTANCIAS DE SEGURIDAD***

Los sistemas de captación y derivación exigen más distancia de seguridad a los objetos metálicos. Para disminuirla se deben instalar más derivadores y muchos anillos de protección. Pero esto choca contra:

Arquitectura del edificio

Fuerzas de la naturaleza como el viento

Estabilidad del mismo sistema de protección

## **PROTECCIÓN LATERAL**

A partir de los 30 metros de altura el edificio puede ser impactado por rayos en sus laterales.

## **CAMPO ELECTROMAGNÉTICO DE RAYO**

Produce acoplamiento: galvánico, inductivo y capacitivo en los sistemas eléctricos y electrónicos.

Entre los sistemas sensibles se encuentran:

- Cámaras de seguridad
- Comunicaciones
- Contra fuego
- Controles de acceso
- Elevadores rápidos
- Iluminación
- Imágenes de seguridad
- Señalización
- Ventilación

## **RASCACIELOS EN COLOMBIA**

Se han construido más de 14 rascacielos y se encuentran en construcción muchos más.

Primero: Edificio de Avianca Bogotá (1969)

Más alto: Torre Colpatria Bogotá (1979 - 196 m).

No obstante el edificio Majestic Bucaramanga será el más seguro; cuenta con: sistema especialmente diseñado de protección contra rayos en cimentación, materiales importados y tecnología Alemana.

## **CONCLUSIÓN**

Solo viviendo en un rascacielos protegido podrá tranquilamente sentir el olor a lluvia fuerte contemplando muy de cerca el resplandor y la belleza del impactante fenómeno rayo, así volverá a revivir sus primeros recuerdos.



**Visitar  
página**

<http://www.edificios.com.co/index.php/normatividades>

# PRIMEROS PASOS



prevenir  
es mejor que  
lamentar



ANÁLISIS DE  
RIESGO

# ANÁLISIS DE RIESGO



Antes de una cirugía se requiere certeza por parte del cirujano. Por ello es necesario realizar muchos exámenes de diagnóstico que le permitan saber de qué lo va a operar. De igual manera se requiere un examen cuidadoso del riesgo por rayo.

Es necesario **medir el riesgo** en una estructura antes de si quiera pensar en analizar cuál es la zona más vulnerable y dónde se requiere protección.

## ¿QUÉ ES?

Es el **examen** del riesgo potencial que presenta una estructura debido a las descargas directas o indirectas de rayos.

Además evalúa y calcula las pérdidas o daños que pueden presentarse, clasificándolas en cuatro tipos:

- #1 Lesiones a seres vivos
- #2 Servicios públicos
- #3 Patrimonio cultural
- #4 Pérdidas económicas

## ¿QUÉ OBJETIVO CONSIGUE?

**Reducir** el **riesgo existente** por rayo a un nivel de Riesgo Tolerable (RT) **implementando** diferentes medidas de protección.



Estos umbrales pueden variar de acuerdo con las autoridades de cada país.

## ¿POR QUÉ ES NECESARIO?

Es el primer paso para la implementación de un sistema de protección contra rayos, al analizar las **medidas de protección a implementar para mitigar el riesgo**.

Como podemos observar su objetivo va más allá de solamente descubrir cuál es el riesgo existente.

Cada país ha establecido parámetros que lo regulan, entre ellos:



**IEC**   **NTC**  
62305-2   4552-2

## ¿CÓMO SE HACE?

Se **modelan las 128 ecuaciones** del análisis de riesgo. De esta manera permite encontrar un **equilibrio costo beneficio**.



Esto se realiza cada vez que se implementan o incluyen cambios en la protección

Es necesario ver el comportamiento numérico de los componentes de riesgo con el propósito de alcanzar un nivel por debajo del riesgo tolerable.



Se recomienda utilizar un software **especializado** como el **DEHNsupport**.

Como resultado es posible establecer o dimensionar:

Distancias de seguridad

Medidas de protección

Número de puntas captadoras

Además permite definir el tamaño de:

Mallas de captación

Electrodos de puesta a tierra

## RESULTADO

El resultado se condensa en un **documento técnico** que incluye tanto el **nivel de riesgo sin protección** como el nivel de riesgo **a conseguir con las medidas de protección**.

Este documento debe especificar claramente las **recomendaciones a implementar** para mitigar el riesgo a un nivel tolerable por las autoridades.

### CASO PRÁCTICO: Colegio de niños

Normalmente al valorar el riesgo en un colegio de niños encontramos que es muy elevado. Por ello requiero ponderar las medidas de protección y ver en cuanto me reduce.

Así es que calculo con apantallamiento de nivel 1 y dispositivos de protección interna de todo tipo.

No obstante el riesgo sigue alto, entonces tengo que disminuirlo implementando medidas de protección adicionales para proteger a los niños:

- Avisos de advertencia
- Bajantes aislados
- Control de potenciales



# ANÁLISIS DE RIESGO: COMPONENTES DEL RIESGO



## IMPACTO DIRECTO DE RAYO EN LA ESTRUCTURA O CERCANO A LA MISMA

El nivel de exposición al rayo varía dependiendo la zona geográfica donde nos encontremos.

Colombia, ubicada en la zona tropical, presenta alto nivel de densidad de rayos con parámetros más severos.

### **R<sub>A</sub>** Lesiones a seres vivos causados por tensiones de paso y contacto

Hoy en día el potencial de crecimiento de una empresa radica en el hombre y no en la máquina. Este riesgo se incrementa cuando contamos con un gran número de personas dentro o cerca de instalaciones expuestas a descargas atmosféricas.

### **R<sub>B</sub>** Daños físicos causados por chispas peligrosas dentro de las estructura causando fuego o explosión

El rayo es la causa de muchos incendios. Su poderosa carga eléctrica puede generar la chispa que produce el desastre, especialmente en ambientes que contienen materiales inflamables o explosivos.

### **R<sub>C</sub>** Falla de sistemas internos causado por LEMP (Impulsos Electromagnéticos del rayo)

Actualmente dependemos de equipo electrónico sensible a los LEMP.

## **R<sub>M</sub> En sistemas eléctricos y electrónicos a causa de sobretensiones**

“Evitar los conatos de fuego es mucho más económico que apagarlos”.

## **IMPACTO DIRECTO DE RAYO EN LA RED DE SERVICIOS ENTRANTES O CERCANO A ELLOS**

La corriente de rayo puede ser transmitida a través de la acometida hasta la estructura.



En su mayoría las redes en Colombia son aéreas (energía eléctrica, telefonía fija, televisión por cable y conexión de internet).

## **R<sub>U</sub> Lesiones en seres vivos causado por tensiones de contacto dentro de la estructura**

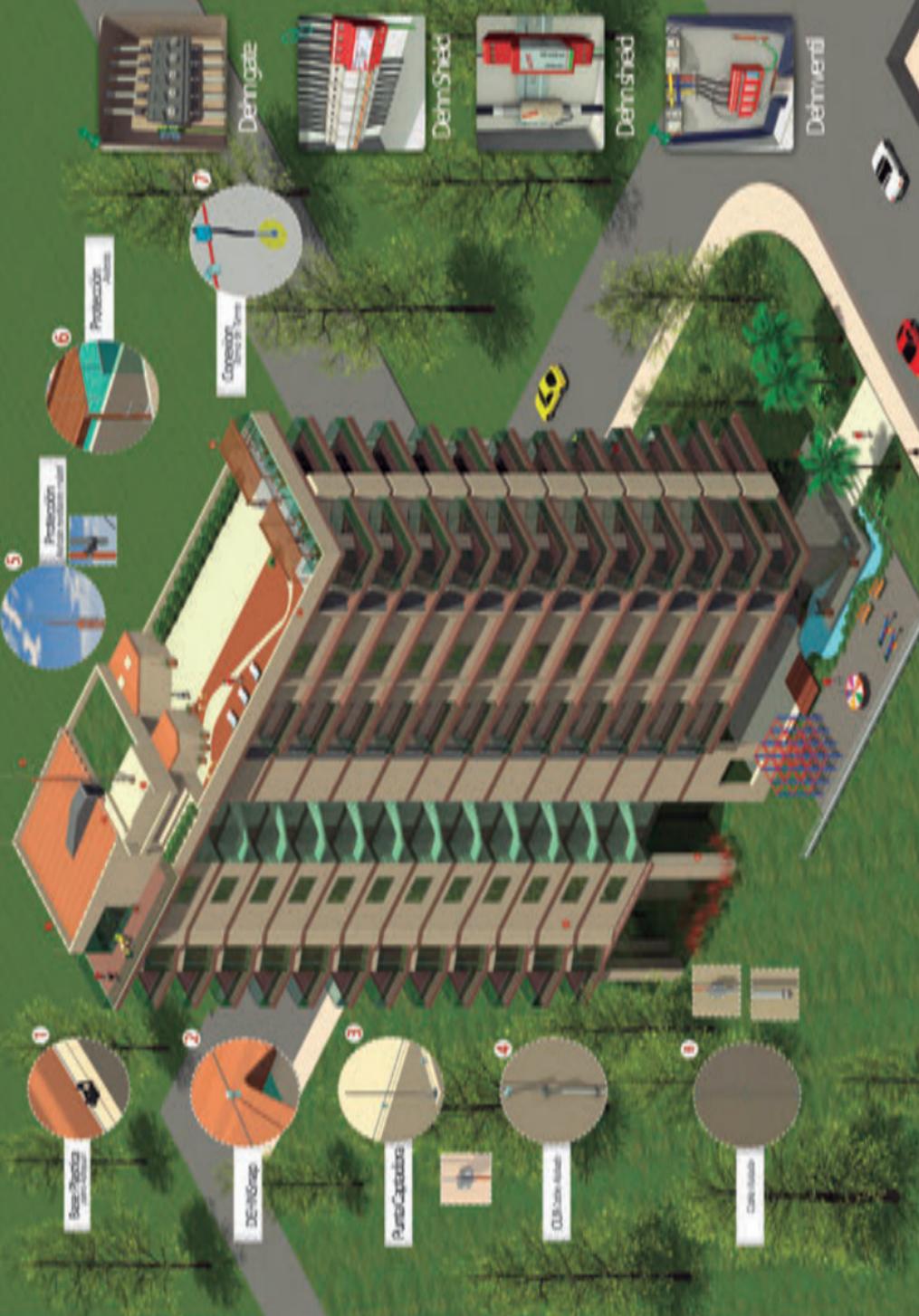
Existe una alta interacción hombre-máquina, la cual se incrementa en la industria semi-automatizada porque se interactúa directamente con máquinas interconectadas a servicios entrantes a la estructura que reciben el máximo de la energía del rayo, causando lesiones muy graves.

## **R<sub>V</sub> Daños físicos (fuego o explosión)**

## **R<sub>W</sub> Fallas de sistemas internos causados por sobretensiones inducidas**

## **R<sub>Z</sub> Fallas de sistemas internos causados por sobretensiones**

Podríamos tener una puerta abierta a los efectos destructivos de los rayos directamente al corazón de los equipos electrónicos de los cuales dependen los procesos más importantes de la compañía (servidores de datos, centros de proceso y control de automatismos).



Steel Structure

DE-MSnap

Pure-Captation

DUB-Color-Matrix

Color-Matrix

Protection, Glass

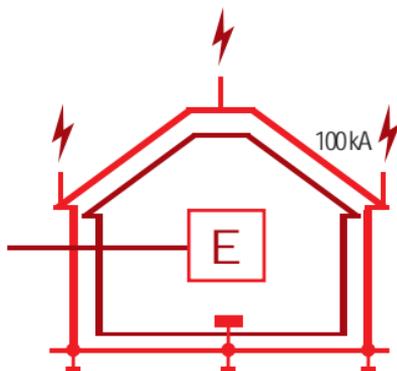
Compression, Glass & Panel

DehmGate

DehmShield

DehmShad

DehmVenti



## #1 SIPRA: ¿POR QUÉ IMPLEMENTARLO?

Se ha observado un **incremento considerable de rayos desde el año 2005** como **resultado del cambio climático**. Aumentado la probabilidad de impactos directos de rayo.

## #2 ¿CÓMO PUEDEN LOS RAYOS AFECTAR UN EDIFICIO?

Al impactar directa o indirectamente su **energía recorre el suelo hasta encontrar los sistemas de puesta a tierra** donde están **conectados los equipos electrónicos**.

Además puede producir acoplamientos inductivos, capacitivos y galvánicos en las instalaciones eléctricas y de cómputo **generando destrucción a su paso** al sobrepasar su nivel de aislamiento eléctrico.

Por ejemplo la energía de un rayo puede aumentar cien veces más al umbral del voltaje que puede soportar un computador.

### #3 ¿CUÁLES SON LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN MÍNIMAS?

Las podemos dividir en dos:

#### **Protección Interna**

Consiste en la instalación de descargadores de corriente de rayo y sobretensión coordinados (DPS) en las instalaciones de acometidas: eléctricas y telefónicas, sistemas de transmisión de datos y equipos electrónicos.

#### **Protección Externa**

Consiste en la construcción de un sistema interceptador de rayos y derivador que incluya una puesta a tierra capaz de dispersar el rayo de forma segura.



Ver página

83, 127, 134, 142, 145

### #4 ¿CUÁLES SON LOS BENEFICIOS DE OPERAR UN EDIFICIO PROTEGIDO?

- a. Operar en **condiciones seguras** durante una tormenta eléctrica
- b. **Disponibilidad** permanente del servicio
- c. **Estabilidad** de las instalaciones eléctricas y equipos electrónicos
- d. **Protección jurídica** y penal a la compañía
- e. **Aumenta la vida útil del equipo electrónico** al protegerlo de sobretensiones

## #5 ¿CUÁNTO TIEMPO ES LA VIDA ÚTIL DE UN SIPRA?

Si el SIPRA se pudo **construir inmerso en las estructuras** de acero de refuerzo y en el concreto (**protección en cimentación**), la vida útil supera los **50 años**.

Pero un sistema que se construye **después** que el **edificio** está **terminado** tiene que durar mínimo **10 años** para lo cual se deben usar accesorios de calidad y resistentes a la corrosión y al medio ambiente.

También se pueden usar **DPS** con tecnologías modernas que ofrecen un **desgaste inapreciable** y por ende una vida útil que supera los **30 años**.

“Una sola inversión generando grandes beneficios en el tiempo”.

## #6 ¿CADA CUÁNTO TIEMPO SE DEBE REVISAR Y CERTIFICAR?

Recomendación: una vez por año

Validez dictamen de inspección en Colombia: cinco años

## #7 ¿CUÁLES DOCUMENTOS SE DEBEN MANTENER VIGENTES?

Únicamente el **dictamen de inspección** de las **instalaciones eléctricas**, las cuales incluyen un capítulo de protección contra rayos.

## #8 ¿ES EL FENÓMENO RAYO UN RIESGO QUE SE DEBA CONSIDERAR PARA BCP?

**Un rayo puede acabar en un segundo con un negocio**, es por eso que está incluido dentro del análisis de riesgo para la seguridad informática en el BCP (BUSINESS CONTINUITY PLANNING).

## #9 ¿CÓMO ES UN SIPRA PARA SU INSTALACIÓN?

**No** requiere extensas **obras civiles**

**Implementación** en **corto tiempo**

**No** es necesario **cerrar**

**No interfiere** con la **estética** del edificio

## #10 ¿QUIÉNES POSEEN UN SIPRA EN COLOMBIA?

La mayoría de empresas con SIPRA son empresas extranjeras o cuyas edificaciones son construidas por extranjeros.

Pero la cultura de protección contra rayos se ha ido extendiendo y ahora muchas empresas lo presupuestan desde su fundación.

Sin embargo las leyes han obligado de manera general a todas las **empresas** que se **fundaron posteriormente a mayo 1 del 2005**, incluyendo todas las instalaciones especiales.



Ver  
páginas

73, 165



# APANTALLAMIENTO

*Metro Hamburgo Estación Steinfurther Alle*

# APANTALLAMIENTO



Cuando el día está lluvioso lo más sensato es salir con un paraguas. De la misma manera un **apantallamiento** es como un paraguas que **protege al edificio de impactos directos de rayo.**

## ¿QUÉ ES?

**Diseñar** a partir del resultado del análisis de riesgo la implementación del **sistema protección externa contra rayos.**

## ¿CÓMO SE HACE?

Para darle una idea clara al técnico constructor de la protección contra rayos a implementar es necesario presentar los planos con alto nivel de detalle, así puede definir cómo se va a realizar

### #1 **Volumetría**

**Representar** con eficacia y precisión en un **dibujo digital 3D** la información expuesta en planos y fotografías de una **estructura real**, utilizando como herramienta de diseño software especializado CAD.

## #2 Diseño de apantallamiento

**Integrar** al **modelo 3D** el **sistema protección externa contra rayos**, el cual se obtiene como resultado de un análisis de riesgo, que determina:

- Método de protección
- Nivel de protección
- Número de bajantes
- Tipo de piezas
- Especificación de materiales
- Puesta a tierra

## #3 Trazado

**Organizar** la **información gráfica** del proyecto para su posterior impresión digital o física, que incluye:

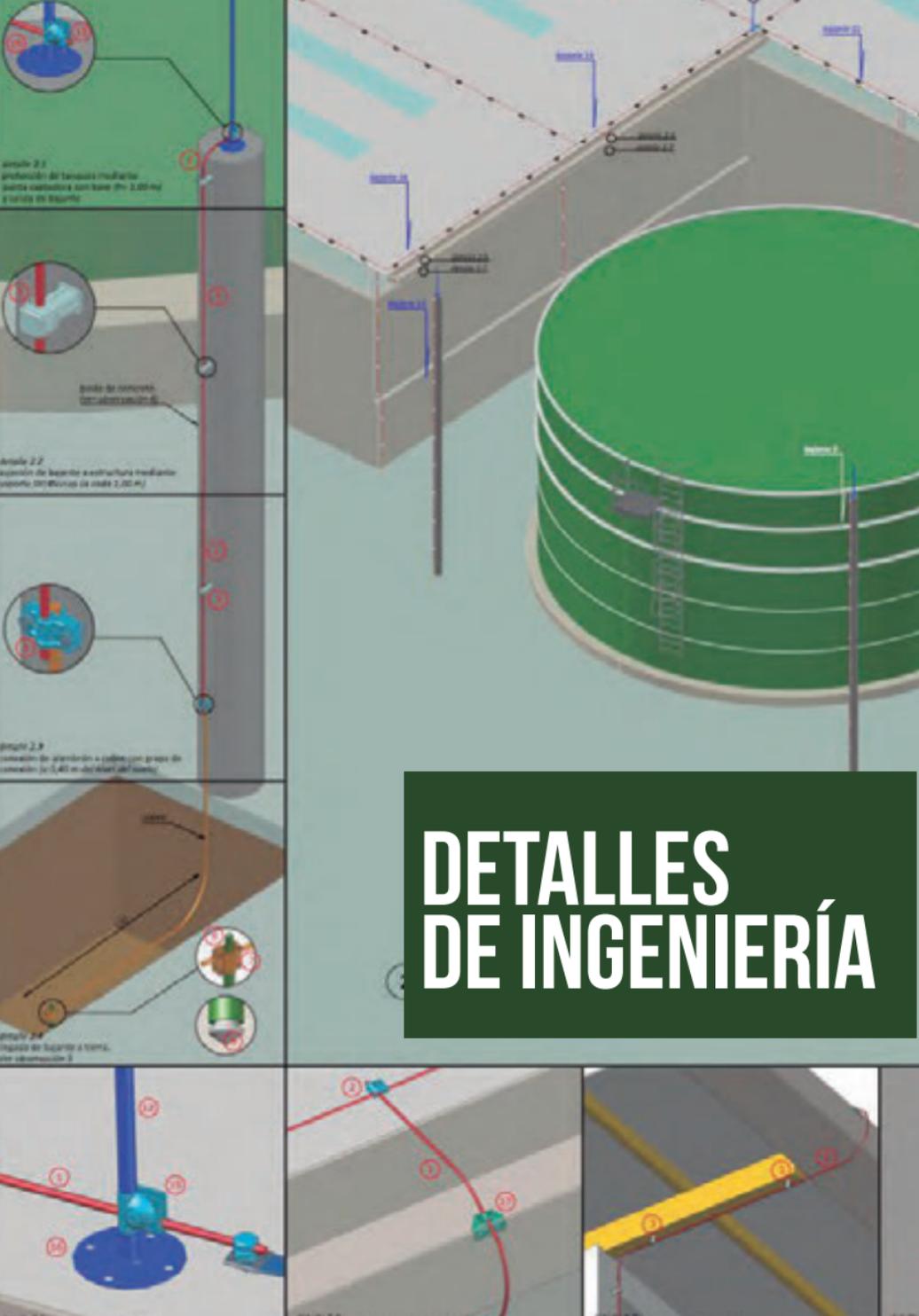
- Vistas generales
- Marquilla
- Datos del proyecto
- Detalles de instalación
- Cantidad de materiales
- Observaciones



Se requiere la pericia de profesionales de varias disciplinas especialistas en protección contra rayos

## ENTREGABLES

Planos 3D con la información gráfica generada en el trazado.



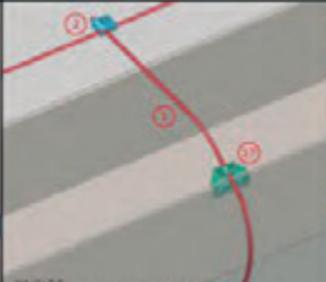
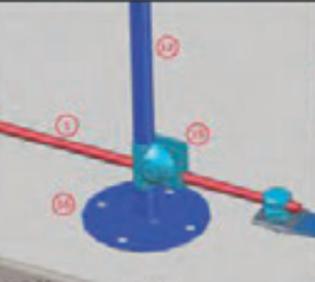
Detalle 2.1  
profundidad del tarugado mediante  
bomba inyectora con base  $\Phi=2.00\text{ m}$   
a curvado 90° izquierda

Detalle 2.2  
apoyos de base en estructura mediante  
espuma de poliuretano (a cada 1.00 m)

Detalle 2.3  
conexión de alambres a cables con grapa de  
conexión de 1.40 m de diámetro del tarugo

Detalle 2.4  
registro de sujeción a tierra,  
ver especificación 3

# DETALLES DE INGENIERÍA



# DETALLES DE INGENIERÍA



## ¿QUÉ ES?

Plasmar en un dibujo **digital 3D** la forma como se debe **instalar una solución**, con el conjunto de **partes y accesorios**.

Con los detalles de ingeniería se consigue mostrar lo que no se ve en un plano, explicando cómo realizar una tarea.

Estos detalles solo los percibe un profesional con experiencia. La carencia de ellos dificulta un presupuesto acertado y un resultado exitoso con la seguridad requerida.

## ¿QUÉ OBJETIVO CONSIGUE?

Permite implementar una solución que sea:

- Segura
- Funcional
- Estable más de 10 años
- Con presupuesto definido
- Buena apariencia

Calculando los diferentes parámetros:

Eléctricos

Mecánicos

Estructurales



Se requiere la pericia de profesionales de varias disciplinas especialistas en protección contra rayos

### ¿POR QUÉ ES NECESARIO?

Son indispensables en cualquier proyecto que involucra seguridad al **evitar** la **improvisación** en el sitio de la obra, garantizando el cumplimiento de la legislación y normatividad vigente.

Cuando no se cuentan con detalles de ingeniería se desconoce:

¿Cuán seguro y estable quedará el proyecto?

¿Cómo se va a desarrollar la obra?

¿Cuándo se va a terminar la implementación?

### ¿CUÁLES ASPECTOS SE TIENEN EN CUENTA?

Teniendo en cuenta que es posible **ver previamente** la **solución**, de forma objetiva, permite:

Cuantificar costo

Determinar nivel de seguridad

Alistar recursos para su implementación

Determinar clase de mano de obra que se requiere

Seleccionar materiales y partes



En sentido técnico y económico

## **¿CÓMO SE HACE?**

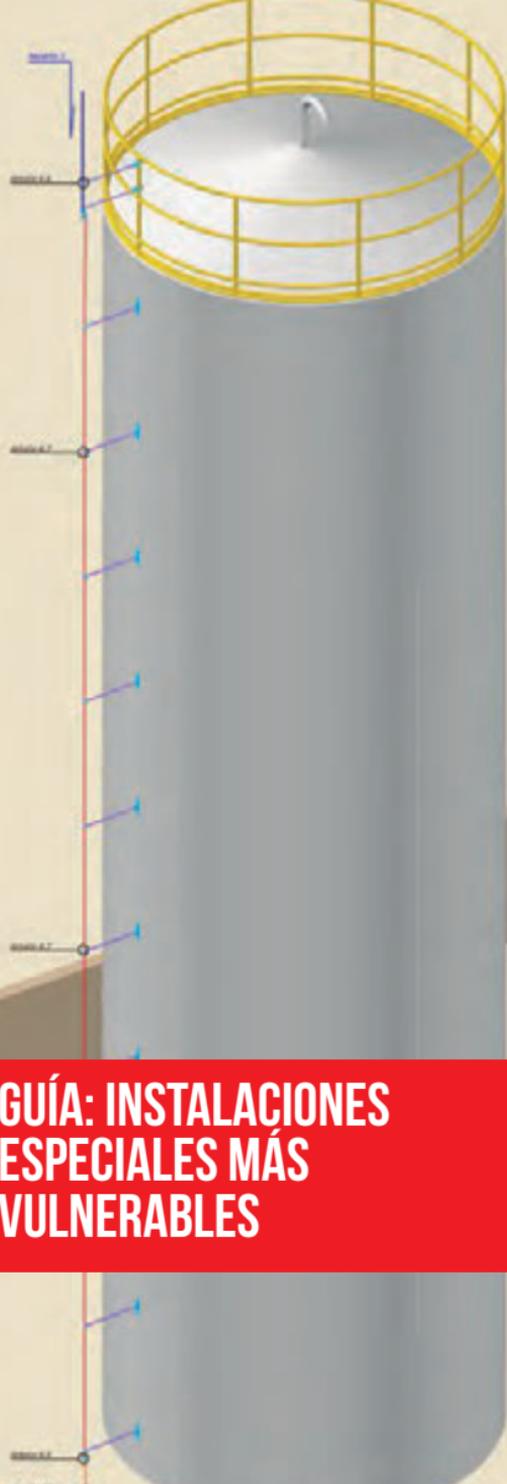
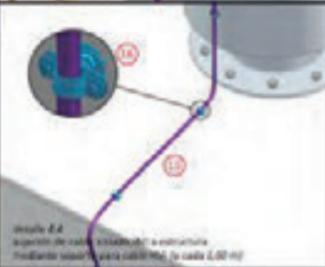
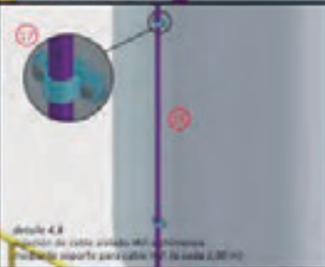
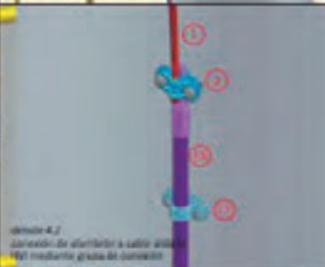
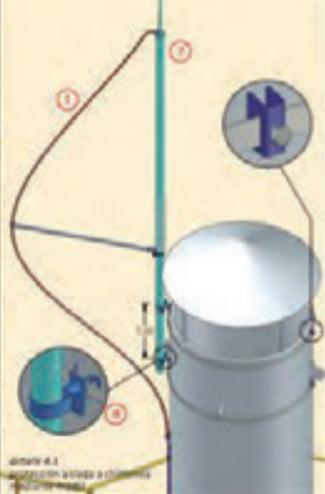
- #1 Plantear necesidad
- #2 Realizar investigación
- #3 Proponer diferentes soluciones
- #4 Seleccionar solución más viable\*
- #5 Diseñar y ajustar el prototipo

Siempre se recomienda trabajar con un manual de procedimiento para asegurar antes de implementar el proyecto:

- Calidad
- Tiempo de ejecución
- Seguridad del personal técnico
- Entrenamiento requerido

## **RESULTADO**

Planos 3D con los detalles de ingeniería y documento con procedimientos.



## GUÍA: INSTALACIONES ESPECIALES MÁS VULNERABLES

# GUÍA: INSTALACIONES ESPECIALES MÁS VULNERABLES



Las autoridades han catalogado como instalaciones especiales aquellas que son las más vulnerables a los efectos del rayo:

- Almacenamientos de combustible
- Casas flotantes
- Celdas electrolíticas y de galvanoplastia
- Edificaciones donde se acumula polvo con agua o tengan atmósferas corrosivas
- Equipos especiales
- Equipos y maquinaria de riego
- Escaleras y pasillos mecánicos
- Gasolineras y Estaciones de Servicio.
- Grúas
- Hangares para aeronaves

- Hornos o equipos de calentamiento por inducción
- Industrias harineras
- Instalaciones de ascensores
- Instalaciones de vivienda o comercio móviles de más de 24 Voltios
- Instalaciones en ambientes especiales clasificados como peligrosos
- Instituciones de asistencia médica
- Montacargas
- Piscinas y fuentes de instalaciones similares
- Procesos de Pinturas
- Silos de granos
- Sistemas de Bombas contra incendio
- Sitios de Reunión Pública
- Vehículos recreativos



**RETIE**  
2012 34.3.1



**MEDICIONES**

# MEDICIONES



## ¿QUÉ ES?

**Servicio técnico** que se presta en campo en el cual se mide:

- Resistencia óhmica
- Compensación de potencial
- Resistividad del terreno
- Dimensiones y alturas del objeto

## ¿QUÉ OBJETIVO CONSIGUE?

Determinar la información indispensable para crear **condiciones seguras** para las personas en ambientes con riesgos eléctricos.

## ¿POR QUÉ ES NECESARIO?

Conocer los resultados de estas mediciones permite:

- Controlar** los riesgos por rayo y sobretensiones
- Cumplir** con las normas técnicas y el RETIE
- Diseñar** sistemas de puesta a tierra
- Implementar** SIPRA

Para realizar un análisis de riesgo se necesita conocer las condiciones eléctricas del terreno donde se ubica el objeto a proteger, lo cual facilita:

**#1** Calcular los sistemas de puesta a tierra a implementar, minimizando el riesgo por tensiones de paso y contacto

**#2** Seleccionar las medidas de protección ajustadas a las características especiales del terreno obteniendo los mejores resultados

**#3** Ser asertivo en las cantidades de materiales y clase de tecnología en la construcción de los sistemas de protección contra rayos y sobretensiones.

### **¿CÓMO SE HACE?**

Requiere trabajo de campo con el propósito de:

- Realizar las diferentes mediciones
- Tomar las evidencias fotográficas
- Registrar los datos
- Analizar la información recolectada
- Editar el documento técnico

### **RESULTADO**

Documento técnico que contiene:

- Registro de los datos arrojados por los equipos de medición
- Información adicional: diagramas y fotografías
- Firma de aprobación para solicitar dictamen de inspección

# PROTECCIÓN INTERNA





# ¿Qué Sientes

  
Cuando  
Ves lo que hay

por dentro?

**PROTECCIÓN  
INTERNA**

# PROTECCIÓN INTERNA



La posibilidad de que un rayo impacte directamente un edificio puede ser uno en 10 años. Sin embargo la posibilidad de daño por impacto indirecto, es decir cercano a mi edificio, puede ser abrumadora.



En algunas ciudades la posibilidad de impacto indirecto supera los 140 rayos por año



Por ese motivo es más conveniente comenzar la protección integral contra rayos implementando primero la protección interna

## ¿QUÉ OBJETIVOS SE CONSIGUEN?

**Proteger los sistemas eléctricos y electrónicos contra los daños ocasionados por rayos y sobretensiones.**

Para conseguirlo debe ser capaz de evitar que los acoplamientos inductivos, capacitivos y galvánicos destruyan los equipos e instalaciones.

De esta manera protejo la capacidad de producción continua o CP.



Recuerde: la fábula de ESOPO de la gallina de los huevos de oro

## ¿POR QUÉ ES NECESARIO?

El 50% de la **energía** del **rayo penetra** en el edificio a través de:

Acometidas de servicios y eléctricas

Sistemas de puesta a tierra

Dejando destrucción a su paso



## ¿CÓMO SE REALIZA?

Generalmente se instalan:

#1 Descargadores de alta energía Clase I (resistentes a ondas 10/350  $\mu$ s) en el tablero general de la instalación eléctrica.

#2 Descargadores de sobretensión Clase II (resistentes a las ondas 8/20  $\mu$ s) en los tableros de distribución

#3 Descargadores Clase III directamente en los equipos electrónicos o próximos a ellos.

En algunas instalaciones especiales también se requieren otras medidas de protección especializadas que permiten evitar chispas peligrosas.

Clase	Protección	Instalación
I		Tablero general de la instalación eléctrica
II		Tableros de distribución
III		Directamente en los equipos electrónicos o próximos a ellos



**IEC IEC**  
61643-11,21 60079-14,17,25



# 5 PILARES: EQUIPOTENCIALIDAD

*Golondrinas sobre una línea de 13.000 V*

# 5 PILARES: EQUIPOTENCIALIDAD

¿Ha visto las golondrinas posadas sobre una cuerda de alta tensión? ¿Por qué no se electrocutan? Porque están paradas sobre un mismo potencial eléctrico.

## ¿QUÉ ES?

Es la técnica que permite **poner todo sobre el mismo potencial**. Evita las diferencias de potencial peligrosas y reduce el campo magnético del rayo. Es uno de los cinco pilares de la protección contra rayos.

## ¿POR QUÉ ES NECESARIA?

Cuando impacta un rayo todos los elementos se energizan con niveles muy altos de electricidad, estamos hablando de miles de voltios.

Pero **cuando estos elementos están separados**, es decir no interconectados cada uno, poseerá un **nivel de potencial diferente**. De tal modo que si se encuentran cerca **se presentaran chispas peligrosas o explosiones**.

## ¿CÓMO SE HACE?

Básicamente se deben interconectar todos los elementos necesarios.

Como por ejemplo:

- Conductores de la instalación\*
- Estructura del edificio
- Estructura metálica de cimentación
- Todas las partes metálicas

### **DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN**

*¿Cómo se puede interconectar una fase activa con la barra de compensación de potencial que está conectada a la puesta a tierra?*

Esto es posible a través de un **DPS** que permitirá el paso del voltaje nominal de la instalación pero **cortará el sobrevoltaje transitorio** dañino o perjudicial. De igual manera cortará el paso de **corriente de impulso producida por los rayos**.



Se requiere **instalar** dispositivos de protección conocidos como **descargadores**.



**IEC**  
60364-5-54



Si pretendemos conectar una fase activa de la acometida de potencia con el sistema de puesta a tierra generamos un cortocircuito (situación potencialmente peligrosa)

### **Sistema de potencia**

La instalación de DPS en los sistemas de potencia debe hacerla un profesional de la electricidad experto en el tema. Porque debe tener en cuenta muchos factores relacionados con la seguridad de la instalación.

\* SIPRA, instalaciones: eléctrica de potencia, transmisión de datos, telecomunicaciones, etc.



Ver página 111

## **Sistema de transmisión de datos**

Esta instalación debe hacerse teniendo en cuenta:

- Continuidad del servicio
- Control predictivo de fallos
- Mantenimiento preventivo de fallos
- Seguridad del sistema



Son el conjunto de equipos electrónicos de automatización y control como: PLC, sensores de campo, actuadores etc. Se protegen equipotencializando cada uno de los hilos de señal.



Estos equipos están interconectados y comunicados con protocolos de señales muy sensibles a los campos electromagnéticos del rayo.



Para conseguirlo existe una familia de muy extensa de DPS con características especiales, que pueden resistir los rayos y las sobretensiones transitorias que envían una señal predictiva de fallo usando la misma plataforma de transmisión sin distorsionar o atenuar las señales.

## **¿CÓMO FUNCIONA?**

Un DPS actúa como un guardián:

**Solamente...**

**PERMITE** el paso del nivel de tensión nominal apto para los equipos eléctricos y electrónicos.

**Pero...**

**CIERRA** el paso cuando se presentan:

- Altas energías de rayo ( $I_{lim}$ )
- Sobretensiones transitorias ( $I_h$ )



Se da cuenta de la presencia de campos electromagnéticos y antes que sobrevenga el impacto directo del rayo, reacciona: produciendo la unión entre la fase y el sistema de puesta a tierra.



Para garantizar una correcta protección tiene que reaccionar rápidamente del orden de nano segundos y extinguir el arco eléctrico, evitando generar cortocircuito.

## TAMAÑO DEL EXTINTOR

Se requiere una capacidad de extinción de arco no inferior a 50 kA equivalente a un extintor de arco gigante.



Un arco eléctrico produce temperaturas por encima de 3000° C. Son superiores a un incendio producido por otra fuente de energía.

El secreto no está en el tiempo de respuesta del descargador o DPS sino en la capacidad para apagar o extinguir el arco voltaico que se produce en una fracción de tiempo inferior a 15 milisegundos.



Es la capacidad de desconectarse o aislarse después de recibir el impacto de rayo y estar listo para esperar el próximo evento.



**IEC**  
61643-1

Estandarizó este parámetro de prueba



Se tiene que conocer la capacidad de apagado de la corriente consecutiva en la red que es capaz de extinguir el DPS

Esta característica garantiza básicamente que no habrá:



**Cortocircuito** en la red  
**Desconexión** del servicio  
**Perturbaciones**

Es esencial en el caso de los equipos **electrónicos sensibles**.

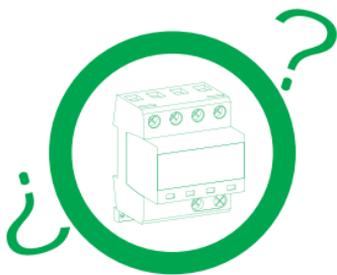


Ver **páginas**

**92, 108**

# DPS

## ¿QUÉ ES?



Imagínese un **guardián** en la puerta de su casa o empresa **capaz de detener intrusos invisibles** que:

- Son potencialmente dañinos y destructores
- Viajan a la velocidad de la luz
- Tratan insistentemente de ingresar una y otra vez mientras usted está ausente o se encuentra dormido

El objetivo de estos villanos es golpear los delicados componentes de los circuitos impresos del equipo electrónico\* e incendiarlos.

### #1 NOMBRES

Este guardián fue bautizado:

#### **SPD**

Surge Protective Device  
(inglés)

#### **DPS**

Dispositivo de Protección contra Sobretensiones Transitorias  
(español)

#### **POP**

Protector contra sobretensiones permanentes  
(español)

\* La autopista de ingreso son las acometidas: eléctricas, servicios, TV cable, teléfono, internet, agua, etc



Según la norma EN 50550 de 2012 el POP es diferente porque está orientado a controlar una subida permanente del voltaje y no transitoria como en el caso de los rayos y conmutaciones.

El DPS también se conoce como: corta picos, supresor de transientes, supresor de voltaje, o protector de picos.

## #2 ENEMIGOS

Debe enfrentar un enemigo letal que es producido por el rayo se trata de...

### **LEMP**

Lighting Electromagnetic Impulse (inglés)  
Impulsos Electromagnéticos de Rayo (español)

El cual posee energía destructiva capaz de:

Quemar y explotar todo a su paso  
Romper el aislamiento eléctrico de los conductores  
Dejar inservible el equipo electrónico.

Estamos hablando de energía descomunal varios millones de Joules por Ohmio.

Pero mientras viene un rayo entonces tiene que enfrentar a otro enemigo más frecuente conocido como...

### **SEMP**

Switching Electromagnetic Pulse (inglés)  
Impulsos Electromagnéticos de Conmutaciones  
(español)

También se conoce como:

Voltage Surge (inglés)  
Sobretensiones Transitorias (español)

Es igualmente destructivo y peligroso, trae menos energía que la del rayo pero igualmente destructivo. Capaz de elevar la tensión eléctrica a varios kilovoltios, siempre por encima al nivel de aislamiento eléctrico que soportan los equipos electrónicos.

Su ocurrencia en algunas instalaciones es superior a doscientas veces por día.

Una causa común son los impactos de rayos cercanos o indirectos pero otra causa son las conmutaciones, es decir, la apertura o cierre de circuitos.

En media tensión genera sobretensiones del orden de 15 kV, pero también en baja tensión se pueden convertir en un verdadero dolor de cabeza.

### #3 CATEGORÍAS

Según las diferentes normas existentes se clasifican así:

IEC 61643	EN 61643	UL 1449
Clase I Clase II Clase III	Tipo 1 Tipo 2 Tipo 3	Tipo 1 Tipo 2 Tipo 3 Tipo 4



En el caso de las UL las magnitudes de prueba son muy pequeñas en cuanto a energía y los tamaños de los DPS vs IEC 61643 no son equivalentes.

IEC 61643-1 2° Ed 2005-03	UL 1449 3° Ed 2006-09
<b>PRUEBA DE EFICIENCIA</b> Cantidad de impulsos: 20	<b>PRUEBA DE SOBRETENSIÓN</b> Cantidad de impulsos: 15
Tipo de onda: 8/20 $\mu$ s, 10/350 $\mu$ s	Tipo de onda: 8/20 $\mu$ s
Estado del DPS en la prueba: Energizado	Estado del DPS en la prueba: Des-energizado
<b>Ejecución de la prueba</b> Pre-acondicionamiento: 15 impulsos 8/20 $\mu$ s $I_n$ ( $I_{peak}$ )	<b>Ejecución de la prueba</b> Tipo 1, Tipo 2 (Tipo 4) 15 impulsos onda 8/20 $\mu$ s con $I_n$
Clase I 5 impulsos corriente choque de rayo $I_{imp}$ 10/350 $\mu$ s	
Clase II 5 impulsos corriente 8/20 $\mu$ s $I_{max}$	

Así como en el boxeo, estos DPS compiten **de acuerdo a las magnitudes de energía que son capaces de extinguir** de forma segura sin destruirse, en otras palabras sin morir en el intento.



**IEC**  
61643-11

**UL**  
1449 3° Ed

**EN**  
61643-11Z

#### #4 BENEFICIOS

Si estoy protegido con DPS campeones invencibles en mi instalación entonces puedo derivar muchos beneficios:

Imagínense una tormenta eléctrica en estos tiempos del cambio climático a media noche:

No tendré que preocuparme  
Estoy libre de angustias y sorpresas  
Puedo ahorrarme muchos dolores de cabeza

Me sentiré como una ciudad custodiada por un ejército.

Piense tan solo en qué tan **competitivo es mi proceso industrial protegido.**



Los costos de producción son claves en esta nueva era de los negocios.

#### CONCLUSIÓN

Hoy hablamos de **continuidad del negocio**. Si tengo **riesgos** potenciales que impidan la continuidad de mi empresa o mi patrimonio económico, debo **mitigarlos**.

# DPS

## CARACTERÍSTICAS DESEABLES



### PRUEBAS Y CERTIFICADOS

Las pruebas y certificados **garantizan** que el DPS fue **probado** y acredita el **cumplimiento** de las **normas**.



Recomendados: CSA, KEMA, UL, VdS



Esto significa que el DPS es muy seguro ya que las pruebas son muy exigentes

### ORIGEN

Es importante conocer dónde fue fabricado. Por ejemplo: Los DPS con calidad CE para la comunidad europea tienen que cumplir con normas muy exigentes.



Es una garantía adicional contar con la vigilancia de la CE

### VIDA ÚTIL

**No podemos pensar en un producto desechable.** Aunque pasen muchos años el día que reciba una descarga de rayo tiene que funcionar bien.



Se debe pensar un producto con una vida útil muy larga, con desgaste inapreciable.



Si cae un rayo y funde el DPS quedamos desprotegidos. Pero si con el rayo el DPS se destruye, entonces produce: descontrol térmico, conato de incendio, cortocircuito, y desprotección de la instalación. En resumen: una condición de riesgo potencial inaceptable.

## GARANTÍA

Deben funcionar como chalecos antibalas: **no** puede haber **duda** de su **calidad** ya que si no funcionan es muy tarde.

## RESPALDO

El soporte del **fabricante** está representado en: experiencia, tiempo de respuesta, disponibilidad, etc.

## VALOR AGREGADO

El producto se **complementa** con la **respuesta** al momento de una **emergencia** y/o al necesitar **asesoría**.



Es conveniente analizar: infraestructura, personal cualificado, tecnología, atención al cliente, etc.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### *Corriente de choque de rayo*

Permite medir el “tamaño” del DPS, es decir **cuánta corriente** en **onda 10/350µs** puede **soportar**.

Nivel	kA
I	200
II	150
III	100
IV	100



Deberá estar indicado en el rótulo del aparato. Para calcularlo se toma el 50% de la corriente de rayo y se divide por el número de fases de la acometida

## **Corriente nominal de descarga**

**Si...**

No hay descargadores de rayo en cabeza de la instalación

**Entonces...**

Los descargadores de sobretensión pueden ser destruidos por altas energías de rayo.

**Si...**

Hay descargadores clase I en el tablero general

**Entonces...**

Las magnitudes de los DPS clase II no tienen que ser superiores a 40 kA corriente máxima de descarga por polo.



Tipo de onda 8/20  $\mu$ s In

### **Nivel de protección ( $U_p$ )**

Caracteriza la capacidad del DPS para **limitar las sobretensiones** a un nivel **residual**.



Para los diferentes niveles de tensión nominal existe un nivel de protección establecido por las normas IEC 61643-11.  
Por ejemplo:

150 Voltios:  $U_p = 1,5$  kV

255 Voltios,  $U_p = 2,5$  kV



El nivel de protección debe adaptarse a la resistencia frente a perturbaciones de los aparatos y equipos que se pretenden proteger.

### **Capacidad de desconexión ( $I_f$ )**

Valor efectivo exento de influencias de la corriente consecutiva de red que pueda ser **apagada o extinguida automáticamente por el DPS**, estando aplicada la tensión de dimensionado  $U_c$ .



Se verifica en la prueba de IEC 61643-1



Si no posee capacidad de apagado esto producirá un cortocircuito

# DPS HISTORIA



## 50's

Nace el primer descargador de sobretensiones en baja tensión como complemento esencial de la protección externa contra rayos.

Se comprendió el concepto de protección integral contra los rayos



## 70's

Se diversifican en aplicaciones para los nuevos sistemas de protección contra sobretensiones. Como por ejemplo: sistemas de automatización y control.



Técnicas innovadoras que revolucionaron la industria

## 80's



Inventan el primer descargador de corriente de rayos capaz de derivar de forma segura un rayo sin destruirse ni permitir que el equipo electrónico sufra daños.



Fue necesario reproducir el rayo en un laboratorio para comprender la necesidad de derivar no solo las sobretensiones transitorias sino también la energía del rayo en forma de corriente de impulso de rayo



Las nuevas tecnologías se ajustan a las nuevas necesidades de los equipos electrónicos presentes en casi todas las actividades de la vida del ser humano.



Protección contra rayos y sobretensiones transitorias



La revolución en las técnicas de comunicaciones y transmisión de datos traen nuevas exigencias en los sistemas de protección.



La tendencia de miniaturización de la tecnología requiere dispositivos más sensibles a los efectos de los rayos



Los DPS se pueden monitorear a distancia a través de nuevos sistemas de interface. Incluso se pueden monitorear por internet.



Ver página

236

**DEHN & SÖHNE:** Esta compañía alemana ha logrado desde 1954 hasta el año 2012 patentar más de 130 inventos gracias a los cuales la protección contra rayos ha conseguido que los procesos industriales sean más seguros

A close-up photograph of a person's hands holding a mound of dark brown soil. Two slices of tomato are placed on the soil. The slice on the left is fresh, showing its bright red flesh and green skin. The slice on the right is moldy, with a dark, fuzzy growth on its surface. A small green plant with three leaves is growing out of the soil. The background is a blurred, light-colored surface.

**¿Que**  
Sientes?  
Cuando ves  
*lo que hay*  
**por**  
**dentro**

**¿CÓMO SER UN  
EXPERTO  
AL COMPRAR DPS?**

# ¿CÓMO SER UN EXPERTO AL COMPRAR DPS?



Es un gran desafío comprar algo que está cerrado y no podemos ver por dentro. Esta situación la experimentamos a diario, por ejemplo, cuando compramos una fruta: nuestra expectativa es que salga buena, queremos disfrutarla, necesitamos la pericia del abuelo.

## ¿QUÉ SIENTES CUANDO VES LO QUE HAY POR ADETRÁS?

*¡Comprar es una tarea para expertos!*

Esta afirmación es evidente cuando tenemos que comprar un DPS. Para conseguirlo se requiere:

1. Muchas horas de **investigación**
2. **Resolver** muchas **inquietudes**
3. **Asumir** un gran **riesgo**

Entonces lo **más rápido y seguro es consultar a un experto**. Pero si no conocemos a uno libre de intereses comerciales ¿Qué haremos? Podemos seguir las siguientes recomendaciones.

## LA LLAVE MÁGICA: EL INTERNET

En internet conseguimos todo lo que buscamos y necesitamos: cámaras, autos, televisores, teléfonos inteligentes, y por supuesto: DPS's.

Sin embargo todavía quedan algunas preguntas:

¿Cuál es el **precio**?

¿Qué **ofertas** existen?

¿Quiénes son los **proveedores** locales?

¿Cuáles son las **diferencias** entre ellos?

¿Cuál será la **mejor opción**?

¿Cuál es la **opinión** de la gente que ya los ha adquirido?

## ¿EN DÓNDE PODEMOS ENCONTRAR LA RESPUESTA?

<http://www.dpscomparar.com>



Compare DPS's y sus características para escoger la mejor opción.

### PRIORIDADES

1. ¿Qué vamos a proteger?
2. Precio
3. Seguridad



Ver **100, 101, 102**  
página

### CONCLUSIÓN

Convertirse en un experto comprador de DPS's tal vez no sea una tarea fácil. Sin embargo si nos fijamos en los aspectos esenciales que influyen en su desempeño, conocemos qué queremos proteger, consideramos un buen grado de seguridad a un precio que estemos dispuestos a pagar, seguramente podremos garantizar una buena elección.



Si necesita ayuda adicional consulte:  
[www.dpscomparar.com](http://www.dpscomparar.com).

# COMPRAR DPS: CÓMO SER EXPERTO – OBJETIVO



Requiere CBF Control Breaker Funktion, esta característica **asegura la coordinación con el equipo final** garantizando su protección.



Contar con un especialista que pueda especificar la solución.

### *Contra parada de procesos*

*Una parada genera un alto impacto en la producción. El costo del lucro cesante puede superar ampliamente el costo de la protección integral contra rayos SIPRA.*

Existen diferentes aplicaciones para DPS, por ejemplo:  
DPS para acometidas de potencia  
DPS para sistemas de transmisión de datos



*“Asegurar la producción es asegurar la rentabilidad y la estabilidad”.*

### **PELIGRO PARA PERSONAS**

Se deben buscar DPS con alto desempeño y seguridad. Especialmente en el caso de:

Industrias donde los operadores están en contacto físico y eléctrico con las máquinas.

Instalaciones con alta concentración de personas tales como: hospitales, centros educativos, centros comerciales, etc.



Consulte el **RETIE** y la Ley del Consumidor.

# COMPRAR DPS: CÓMO SER EXPERTO – PRECIO



El precio **se compara** con la **oferta del mercado** y **pondera** frente a los **beneficios** obtenidos, entre ellos:

Seguridad  
Estabilidad  
Tranquilidad  
Rentabilidad

Sin embargo debemos incluir:

Costos de instalación  
Mantenimiento  
Vida útil  
Reemplazo (durante 10 años)

Además debemos tener en cuenta que la ley colombiana del consumidor exige para los bienes inmuebles:

Estabilidad: 10 años  
Vida útil: 20 años

Por último, pero no menos importante, el DPS **debe contar con certificados de prueba acreditados** por organismos reconocidos internacionalmente.



Son imprescindibles aquellos que acreditan pruebas estándares como las prescritas en la norma internacional

(IEC 61643-11-21)

por ejemplo

**KEMA KEUR,  
DEKRA, GOST**

, entre otros.

# COMPRAR DPS: CÓMO SER EXPERTO — SEGURIDAD



**La seguridad no tiene precio**, es nuestra principal necesidad. Si nos equivocamos en este aspecto lo lamentaremos toda la vida. Por eso debemos buscar los DPS más seguros pero:

- ¿Cómo lo sabremos?
- ¿Cuáles son los más seguros?
- ¿Los más grandes o los más pequeños?

El asunto no es tan fácil de determinar a simple vista, veamos:

## ¿QUÉ ES UN DPS SEGURO?

Es fundamental comprar un DPS resistente que garantice la protección, incluyendo por lo menos las siguientes características:

- Coordina con el equipo electrónico final
- No desconecta el servicio entrante
- No produce corto circuito
- No se desgasta
- No se explota
- Resiste los rayos sin destruirse
- Tiene monitoreo de estado remoto

## **LIBRE DE MANTENIMIENTO**

Las fallas más comunes se deben a carencia de mantenimiento.

Con el fin de conseguir que no requiera mantenimiento:

### **Debe...**

- Ofrecer tecnología sin desgaste
- Tener certificado VdS

### **NO debe...**

- Envejecer
- Requerir ajuste en sus tornillos de bornes

### ***NO EXPLOSIONA***

Han sido comprobados para resistir las ondas de rayo 10/350. Evitando condiciones de riesgo de incendio y corto circuito.

### ***NO SE ACABA***

La vida útil de un DPS depende de su tecnología. Es mejor usar tecnologías que no ofrezcan desgaste.

Un DPS es como un guardián, se espera que no se muera y deje abierta la puerta.

### ***FÁCIL DE INSTALAR***

Es conveniente que ocupe el menor espacio posible dentro del tablero. Disminuyendo las distancias del cableado e incrementando considerablemente su capacidad y nivel de protección.



El DPS debe poder instalarse a menos de 0,5 metros de las barras de fase y a 0,5 metros de la barra de tierra. Esto es posible si el tamaño del DPS permite ocupar un espacio pequeño.



Los DPS más seguros tienen un tamaño muy pequeño y una gran capacidad de derivación.

# DPS CLASE 1 - INSTALACIÓN

*“La instalación del DPS es clave para la seguridad”*



## ¿DÓNDE?

La norma internacional IEC establece las condiciones de instalación de acuerdo al concepto de zonas de protección.

Por ello deberán ser instalados en el tablero general, entre la zona LPZ 0 y LPZ 1 “aguas abajo” del interruptor general.



## ¿CÓMO?

Para determinar cómo instalar el DPS debemos tener en cuenta varios factores, por ejemplo:

- #1 Tamaño del sistema eléctrico a proteger
- #2 Espacio disponible dentro del tablero general
- #3 Distancias entre: DPS, barras de fase y toma de tierra

## CONEXIÓN:

### **SERIE**

La posibilidad de conexión en serie del DPS la determinan el tamaño del sistema de potencia y la capacidad del DPS.

Por ejemplo: si tengo un sistema de potencia con un interruptor termo magnético de 125 A y el DPS permite conductores de conexión para esa misma corriente nominal.

## **PARALELO**

Aplica cuando tenemos que proteger sistemas de potencia robustos.

Entonces se conectarán los DPS en paralelo a las fases de acometida, guardando las recomendaciones de seguridad de la norma internacional

Además teniendo en cuenta la instalación de fusibles previos al DPS aguas abajo del interruptor principal, se debe considerar la corriente de cortocircuito del sistema y la cantidad de energía de rayo capaz de derivar el DPS por fase para la selección de los fusibles previos.



Esta norma recomienda la conexión del DPS de acuerdo al sistema de régimen de neutro



**IEC**  
60364-5-534

**IEC**  
61643-1

La selección del DPS incluye parámetros como pruebas, máxima tensión de operación continua, nivel de protección, capacidad de apagado de la corriente consecutiva, etc.

## **CONDUCTORES**



El largo de los conductores que conectan el DPS a la fase y al SPT disminuye el nivel de protección



IEC

60364 -5-534 parte 534.2.9



El largo del conductor no debe ser mayor de 50 centímetros o la sumatoria de los dos lados no debe exceder 1 metro.

### **VENCIENDO EL DESAFÍO**

Seguir estas recomendaciones relacionadas con la longitud de los cables es un verdadero desafío.

Especialmente si no encontramos suficiente espacio para el DPS y los fusibles previos.

Entonces antes de comprar el DPS es recomendable analizar las posibilidades de instalación en el tablero general.



En caso de tener limitaciones de espacio es conveniente comprar un DPS que sea muy pequeño en su tamaño y cuente con fusibles previos integrados, facilitando las condiciones de instalación seguras.

### **FUSIBLES PREVIOS**

El dimensionamiento del fusible previo al DPS es muy importante en la seguridad del sistema de potencia.

Con el fin que el sistema de protección contra rayos no se desconecte ni tampoco ocurra una explosión del fusible, se debe tener en cuenta:

- #1 La corriente de impulso de rayo  $i_{imp}$  para la cual está diseñado el DPS
- #2 La resistencia del fusible previo a la ruptura o a la explosión con la corriente de rayo
- #3 Es preferible instalar descargadores que incluyan fusibles previos

## **CALIBRE DE CONDUCTORES**

Deberá ser igual o superior al del fusible previo, para poder resistir la corriente del rayo.

## **CONCLUSIÓN**

En **RESUMEN...**

- #1 Se debe poder instalar muy cerca a las barras de fase y de puesta a tierra
- #2 Es ventajoso y seguro que sean de tamaño físico pequeño y de gran capacidad de derivación
- #3 Es preferible instalar descargadores que incluyan fusibles previos



La instalación de DPS con fusibles previos implica ahorro en dinero y espacio. Además incrementa el nivel de seguridad.

# DPS COORDINACIÓN



*“Los dispositivos de protección DPS coordinados son vitales en la protección contra rayos”*

Una parte esencial de la protección interna incluye garantizar la compensación de potencial mediante la técnica de EQUIPOTENCIALIZAR.



Equipotencializar: Unir dos elementos eléctricos a través de un puente conductor.



Ver página 83

Una de las formas de conseguirlo es aplicando el concepto de las zonas de protección y la coordinación de DPS.

## CONCEPTO DE ZONAS DE PROTECCIÓN

Este concepto nos permite definir sobre la instalación de los DPSs:

- ¿Dónde?
- ¿Qué clase?
- ¿Cómo?



IEC  
62305-1 y 4

Vamos a usar PROPIOCEPCIÓN para ubicar espacial y eléctricamente los DPSs en el marco del concepto de zonas de protección contra rayo...



PROPIOCEPCIÓN es la capacidad del ser humano que le permite: orientarse en el espacio, determinar dónde se encuentra y dónde están las partes de su cuerpo

LPZ	UBICACIÓN	LEMP
0	Expuesta al impacto directo de rayo	100%
1	Dentro del edificio y protegida por el sistema de apantallamiento	75%
2	Más adentro del edificio y debajo de un sistema extra de apantallamiento	50%
3	Dentro del armario metálico donde se encuentra equipo electrónico sensible	0%



Aunque exista un nivel menor de LEMP es suficiente para crear bucles inductivos en los cables que componen los sistemas eléctricos



Desde el punto de vista espacial podemos ubicar el equipo electrónico en cualquiera de estas zonas dependiendo el nivel de sensibilidad a los impulsos electromagnéticos de rayo LEMP

## ¿CÓMO FUNCIONA?

**Si...**

Desde el punto de vista eléctrico las acometidas aéreas de servicios entrantes al edificio se encuentran en la zona LPZ 0



Esta zona se determina por la barrera que limita el paso de la corriente de rayo hacia dentro del edificio

**Y...**

**NO** existe una protección óptima mediante DPSs



Un DPS puede impedir el paso de la energía del rayo o limitar los niveles de tensión admitidos

## Entonces...

El equipo eléctrico y/o electrónico se encuentra expuesto de manera directa a los rayos (LPZ 0)

A continuación aplicamos el principio de protección escalonada, coordinando los DPSs.

CLASE	ONDA	LEMP
1	 Imp 10/350µs	Aguas abajo del totalizador general (Frontera LPZ 0 – LPZ1)
2	 In 8/20 µs	Tablero de distribución
3	 In 8/20 µs	Muy cerca de los equipos electrónicos a proteger*



Rayo



Sobretensión

Coordinación de DPSs

=  
Interacción de forma segura

La coordinación de DPS se implementa pensando en:  
El equipo electrónico a proteger  
El nivel de aislamiento de los conductores de la instalación y entre los mismos DPS

Para conseguirlo deberán ser DPSs probados en el laboratorio en condiciones normales de operación con ondas tipo rayo y ondas de sobretensión.



Esta coordinación es segura cuando se utilizan DPSs de la misma marca o fabricante quien garantice su correcto funcionamiento



Es muy peligroso y no recomendable intentar coordinar aparatos de protección de diferentes marcas y diferentes fabricantes

**LEMP:** impulso electromagnético de rayo

\*Es una protección fina resistente a magnitudes pequeñas que son producidas por acoplamientos en los conductores expuestos a LEMP

# DPS

## USO DE FUSIBLES PREVIOS



La instalación o montaje de los DPS's en el tablero general de potencia es una tarea clave para garantizar la seguridad frente a descargas directas o indirectas de rayo.

Sin embargo en esta ocasión me refiero de manera específica al hecho de proteger contra descargas directas de rayo en el edificio.

Para conseguirlo tenemos que pensar en instalar un cuadro de protección con DPS's Clase I capaces de derivar la energía de un rayo sin:

- Causar perturbaciones en la instalación
- Destruirse
- Interrumpir el servicio eléctrico por corto circuito

### ASPECTOS TENER EN CUENTA

#### *Corriente nominal $I_n$*

Es la corriente de servicio máxima admisible que puede ser conducida de manera permanente a través de los bornes de conexión; en un cuadro de potencia el interruptor termo magnético totalizador general.

Esta dimensionado de acuerdo a la corriente nominal  $I_n$ .

### ***Corriente de cortocircuito $I_k$***

Es la corriente prospectiva con frecuencia de trabajo es decir 60 ciclos que puede ser soportada por el DPS sin destruirse estando debidamente conectados los fusibles previos exigidos.

### ***Corriente de choque $I_{imp}$***

Es la corriente de rayo estandarizada por la onda 10/350  $\mu$ s con sus parámetros el valor de cresta, carga, energía específica que produce los esfuerzos de carga propios de las corrientes naturales del rayo.

Esta corriente se usa para probar los DPS's Clase I.

### ***Corriente nominal de descarga $I_n$***

Es el valor de la corriente de forma de onda 8/20  $\mu$ s que se usa para probar y clasificar los DPS's Clase II.

## **¿CUÁNDO SE REQUIEREN FUSIBLES PREVIOS AL DPS?**

Siempre que la corriente nominal  $I_n$  del sistema sea superior a la que puede soportar el DPS. Por ejemplo:

### **Si...**

Cuadro de potencia con un interruptor totalizador fijado en 1.000 amperios,

### **Pero...**

El DPS solamente resiste 315 amperios de corriente nominal

### **Entonces...**

Es recomendable instalar fusibles previos de 315 amperios aguas debajo del cuadro de potencia general

## ¿CÓMO DIMENSIONO LOS FUSIBLES PREVIOS PARA DESCARGADORES CLASE I?

Es conveniente tener en cuenta estos tres puntos:

#1 La corriente de corto circuito  $I_k$  asignada a los fusibles no deberá ser menor que la asignada al DPS.

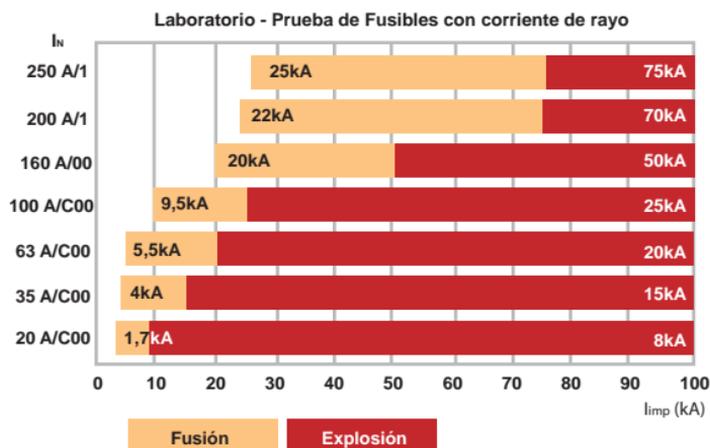
Y no deberá ser menor que la corriente de cortocircuito del lugar de emplazamiento es decir del tablero general.

#2 La corriente nominal  $I_n$  del fusible previo deberá ser menor que la corriente nominal  $I_n$  asignada al interruptor totalizador general.

Y deberá estar fijada igual a la capacidad de corriente nominal  $I_n$  del DPS.

#3 La corriente nominal  $I_n$  y el tamaño del fusible previo deberá estar dimensionado a la capacidad del fusible para resistir corrientes de choque de rayo  $I_{imp}$  en kA.

La cual no debe ser menor que la capacidad de descarga de corriente de choque de rayo  $I_{imp}$  en kA del DPS. (Ver tabla)



## RECOMENDACIÓN

### *Instale DPS con fusible incorporado*

Actualmente esta alternativa presenta grandes ventajas, tanto para los descargadores Clase I que se instalan en el tablero general aguas debajo del Interruptor general como para los DPS Clase II que se instalan en los cuadros de Sub-distribución.

Entre las ventajas están:

Es más seguro

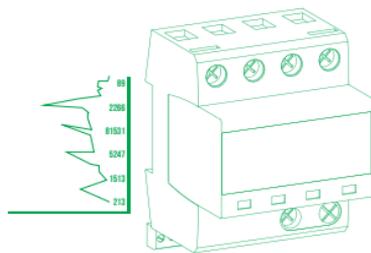
Y ahorra...

Cables  
Espacio  
Dinero  
Tiempo



En caso que decida instalar fusibles previos a los DPS instale fusibles del tipo NH dentro de capsula protectora de conexionado.

# ESPECIFICACIONES DPS



## ¿QUÉ ES?

**Servicio técnico para seleccionar adecuadamente los descargadores compatibles** para proteger los equipos eléctricos y electrónicos.

Cables de acometidas  
Equipos eléctricos y electrónicos  
Procesos industriales  
Entre otros

Desde parte de un proceso industrial hasta una planta en su totalidad.

## ¿QUÉ OBJETIVO CONSIGUE?

**Asegurar** un servicio libre de perturbaciones mediante **prevenir deterioro o destrucción**.

En el caso de un **proceso industrial**, es **esencial** que permita su **operación sin interrupción**. Entre otros beneficios se obtiene:

**Ahorro** en materias primas  
**Competitividad** del producto  
**Confiabilidad** frente a los clientes  
**Disminución** de costos de producción

### ¿POR QUÉ ES NECESARIO?

Resulta **imprescindible tener en consideración diferentes características variables y específicas** tanto del equipo a proteger como de la línea donde debe instalarse.

Además es fundamental la seguridad ante todo. Por ello requiere planos detallados de los cuadros unifilares para:

Control y medición de resultados  
Rutinas de inspección y mantenimiento

### ¿CUÁLES ASPECTOS SE TIENEN EN CUENTA?

Capacidad de derivación y nivel de protección  
Parámetros del sistema: tensión, corriente nominal y parámetros de transmisión (tipo de señal, frecuencia)  
Producto: origen, vida útil, garantía, pruebas, certificados, respaldo, valor agregado y precio  
Entorno de instalación: tipo de construcción, tipo de conexión, apantallamiento y homologaciones

### También...

Normatividad vigente  
Contexto legal frente a responsabilidad civil y penal  
Costo beneficio como inversión en vez de gasto

**Ahorro** en materias primas  
**Competitividad** del producto  
**Confiabilidad** frente a los clientes  
**Disminución** de costos de producción

### ¿POR QUÉ ES NECESARIO?

Resulta **imprescindible tener en consideración diferentes características variables y específicas** tanto del equipo a proteger como de la línea donde debe instalarse.

Además es fundamental la seguridad ante todo. Por ello requiere planos detallados de los cuadros unifilares para:

Control y medición de resultados  
Rutinas de inspección y mantenimiento

### ¿CUÁLES ASPECTOS SE TIENEN EN CUENTA?

Capacidad de derivación y nivel de protección  
Parámetros del sistema: tensión, corriente nominal y parámetros de transmisión (tipo de señal, frecuencia)  
Producto: origen, vida útil, garantía, pruebas, certificados, respaldo, valor agregado y precio  
Entorno de instalación: tipo de construcción, tipo de conexión, apantallamiento y homologaciones

### También...

Normatividad vigente  
Contexto legal frente a responsabilidad civil y penal  
Costo beneficio como inversión en vez de gasto

## ¿CÓMO SE HACE?

- #1 Levantamiento de la información
- #2 Analizar opciones disponibles
- #3 Seleccionar especificaciones técnicas
- #4 Calcular los materiales
- #5 Documentar y anexar\*

## RESULTADO

Documento técnico que incluye:

- Especificaciones técnicas deseables
- Descargadores recomendados
- Plantos unifilares con protección
- Fichas técnicas
- Cantidades de materiales
- Presupuesto

\* Es posible incluir información complementaria

# MANTENIMIENTO PREDICTIVO: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA



La humanidad entró en la era del conocimiento tecnológico, la era de **i+d+i**.

Permitiendo conseguir **mejoras** en:

- Rentabilidad
- Sostenibilidad
- Responsabilidad compartida



Es esencial la agilidad para hacer cambios oportunos

La competitividad depende de:

- Infraestructura
- Talento humano
- Tecnología



Ver **página 25**

## ¿POR QUÉ ES NECESARIO?

Aunque los DPS (Dispositivos de Protección contra Sobretensiones) son efectivos y realmente protegen contra un número determinado de impulsos ¿qué pasa cuando su **vida útil se AGOTA?**

Con el fin de evitar quedarnos sin protección es conveniente realizar tareas de **mantenimiento preventivo** de fallos.

Sin embargo ¿Cómo **ADMINISTRARLAS?**

## DESCRIBIENDO EL INVENTO

Este requerimiento dio como resultado desarrollar el primer tester o medidor de estado.

No obstante era necesario revisar cada DPS de forma individual, una tarea dispendiosa y a la larga difícil de cumplir.

Esta importante tarea incluye no solamente la inspección y prueba de los DPS en potencia sino también:

Inspección y prueba de vida útil de los DPS en la técnica de transmisión de señales de campo.

Protección de los actuadores, sistemas de telecomunicación, radios etc.

Esta necesidad obligó a investigar la forma de verificar el estado de los DPS mediante incorporar dentro de ellos un microchip capaz de leer datos, almacenarlos y enviarlos.





Evite las paradas de producción y ahorre costos de mantenimiento



Como valor agregado permite programar las paradas con anticipación

Lo novedoso es que se pueden verificar los DPS cada tres minutos y enviar automáticamente de forma continua los datos a un centro de control usando los mismos medios de comunicación.



Existe un software que permite visualizar el estado de grupos de hasta tres mil DPS.



Ver  
página

236

## DESCUBRIENDO LOS BENEFICIOS

Mantenimiento preventivo y predictivo de fallos es la novedad en:

- #1 Confiabilidad
- #2 Integridad
- #3 Eficiencia

Además permite:

**Ahorrar** muchos recursos

**Optimizar** la operación

**Ordenar** tareas de mantenimiento

**Predecir** fallos con suficiente anticipación

**Ver** el estado en tiempo real

Así es QUE...

Innovación **tecnológica**



Nace de una **necesidad**



Un **hombre** con talento la propone



Una **industria** la desarrolla



Se convierte en **innovación** cuando usted la implementa

## CONCLUSIÓN

Innovación tecnológica es parte de la estrategia de negocios, i+d+i es **fundamental**.

Pero **aprovechar** la más avanzada tecnología del mundo requiere talento humano, agilidad, ojos abiertos al cambio, y finalmente Inteligencia estratégica para lograr beneficios.

**PROTECCIÓN EXTERNA**





# PROTECCIÓN EXTERNA

*Edificio Bellamare  
al fondo Bahía de Cartagena*

# PROTECCIÓN EXTERNA



## PROTECCIÓN EXTERNA

Así como una sombrilla nos protege de los rayos del sol y de la lluvia, la protección externa contra rayos nos protege del impacto directo del rayo.

### ¿QUÉ OBJETIVOS SE CONSIGUEN?

**Interceptar** los impactos directos de **rayo**, derivarlos a tierra y dispersarlos en el suelo de forma segura.

### ¿POR QUÉ ES NECESARIO?

**Evita daños** cuantiosos en:

- Edificación
- Equipos electrónicos
- Instalaciones eléctricas
- Seres vivos

### ¿CÓMO ESTÁ COMPUESTO?

#### Sistema de Captación

- Alambrón
- Correas de dilatación
- Mallas
- Puntas captadoras
- Soportes

## Sistema de Derivación

Alambrón

Grapas de desconexión

Señalización

Soportes

## Sistema de Puesta a Tierra

Calas de inspección

Grapas mecánicas

Picas

Soldadura exotérmica



Ver páginas 128, 135, 145

## ¿CÓMO SE REALIZA?

Se recomienda siempre **basarse** en los **planos de diseño** para la construcción de los sistemas de:

Apantallamiento

Derivador

Puesta a tierra



Estos planos deben ser detallados y firmados por el ingeniero electricista responsable del proyecto

La planeación de las obras hace **indispensable disponer** de:

Herramientas

Personal técnico

Todos los materiales

Así como de la **aprobación** de:

Arquitectos

Ingenieros civiles y eléctricos

Con relación a los **procedimientos de construcción y permisos de trabajo**.

**¿CUÁLES NORMAS LO HACEN NECESARIO?**



**IEC**  
62305-3

**NTC**  
4552-3



# 5 PILARES: INSTALACIÓN CAPTADORA

*Captadora Silo Molino Santa Marta*

# 5 PILARES: INSTALACIÓN CAPTADORA

Al igual que las gotas de lluvia, los rayos no se pueden alejar ni atraer, solamente podemos interceptarlos.

**Interceptamos los rayos** para derivarlos de forma segura y controlada.

La instalación captadora puede ser aislada del objeto a proteger como es el caso de la protección de:

- Aires acondicionados
- Antenas de comunicación
- Chimeneas
- Entre otros

**Si...**

Se dimensiona correctamente

**Entonces...**

Se reducen las consecuencias de una descarga de rayo en el edificio

## ¿CUÁLES ELEMENTOS LA CONFORMAN?

Existen diferentes elementos que permiten implementar la instalación captadora.



Estos elementos pueden combinarse entre sí

### ***Puntas captadoras***

Se dimensionan de diferentes alturas de acuerdo a la necesidad de cubrir con su “sombra” un objeto a proteger.

### ***Conductor de captación***

Se prefiere el uso de alambrcn solido por su rigidez y también para evitar la catenaria, manteniendo una buena geometría resistente al viento.

### ***Mallas captadora***

Se instalan mallas captadoras evitando afeaar el edificio. Su dimensionado depende del nivel de protección.

### ***Captadores naturales***

Son los elementos estructurales del edificio, las antenas o los objetos diferentes al sistema captador que pueden resistir impactos de rayo sin destruirse.



Estos elementos deben conectarse al sistema captador o aislarse. Por ejemplo en el caso de las chimeneas deben aislarse teniendo en cuenta las distancias de seguridad, para evitar una derivación de rayo dentro del edificio.

### ***Soportes***

Se recomienda el uso de soportes resistentes a:

Corrosión galvánica

Deterioro de agentes externos

Rayos ultravioleta



Para la instalación de estos elementos se tiene en cuenta la distancia de separación y nunca se debe perforar la techumbre.

### ***Grapas de unión***

Las grapas de unión deben soportar la energía del rayo, y deben estar comprobadas para tal fin.



Estos materiales deben estar marcados por el fabricante



Se recomienda exigir el certificado de prueba de rayo del fabricante

### ***Correas de dilatación***

Los soportes como las correas de dilatación juegan un papel importante en la estabilidad del sistema porque le permiten a los materiales metálicos moverse libremente, es decir contraerse y dilatarse sin deformarse.



Los materiales metálicos expuestos a cambios de temperatura ambiente sufren dilatación y contracción



Estos sistemas se construyen para durar un mínimo de 10 años

## **¿CÓMO SE HACE?**

El técnico constructor del sistema captador debe tomar decisiones importantes ya que cuenta con la ventaja de dominar la vista en el sitio.

### **Por eso debe:**

Tener el poder de decisión sobre el diseño.

Conocer los diferentes métodos que establecen las normas técnicas de rayo en este caso IEC 62305-1-3, NTC 4552-1-3.

Justificar bajo esta metodología los cambios y el diseñador deberá ajustar los planos acorde a la realidad.

Además debe conocer los tres métodos más representativos.



Estos métodos pueden utilizarse simultáneamente

### ***Esfera rodante***

Se realiza haciendo rodar una **esfera de radio r sobre la estructura** (objeto de diseño) en todas las direcciones y se marcan los puntos de contacto.

De este modo se localizan los posibles puntos de la descarga de rayo.

El radio  $r$  de la esfera se determina de acuerdo al nivel de protección teniendo en cuenta el valor mínimo de corriente de rayo.

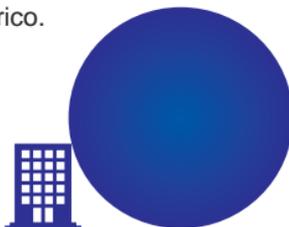


El nivel de seguridad podrá proteger contra rayos desde 3 kA.

Nivel de Protección	Nivel Mínimo Corriente de Rayo (kA)	Radio (m)	
		IEC	NTC
I	3	20	35
II	5	30	40
III	10	45	50
IV	16	60	55

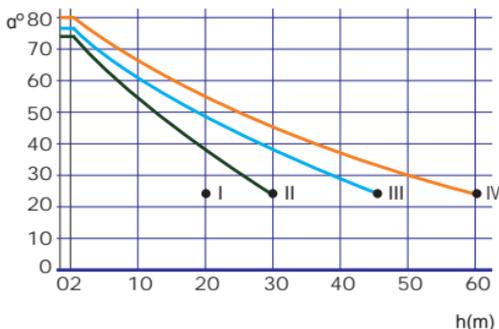


También se conoce como método de la esfera isogeométrica de rayo o modelo geométrico-eléctrico.



## Método del ángulo de protección

Se lleva a cabo **instalando puntas captadoras** sobre las superficies de la cubierta con el fin de **brindar un ángulo de protección a los elementos** que se encuentra por debajo de ella.



El cono de sombra que proyecta la punta captadora de acuerdo al nivel de protección tiene un valor de ángulo en función de la altura de la punta.



Se aplica el método del ángulo especialmente para proteger objetos que se encuentran en la cubierta.



No se justifica llenar la cubierta de puntas captadoras cuando las mallas son suficientes, por ejemplo en el caso de una terraza plana.



El ángulo de protección viene determinado por el nivel de protección

## Método de la malla

Consiste en realizar un **tendido** (cuadrícula) de una **red captadora en forma de malla** con un reticulado que corresponde con un nivel de protección requerido.

Imagínesse un cernidor de arena: una cuadrícula para filtrar las piedras gruesas que se encuentran junto con la arena fina. De igual manera una malla captadora de rayos funciona de forma parecida.



Si es pequeña, por ejemplo de 5 x 5 metros, será el nivel más seguro debido a que interceptará rayos desde magnitudes pequeñas.

El método del enmallado puede utilizarse de manera universal e independiente de la altura del edificio y de la forma de la cubierta.

Nivel de Protección	Dimensiones de malla (m)
I	5x5
II	10x10
III	15x15
IV	20x20



Se instalan en superficies planas y sus medidas son determinadas por el nivel de seguridad.

Normalmente se construye con un conductor de alambón sólido de 50 mm<sup>2</sup> de espesor para evitar se pandee y mantenga la geometría y las distancias de separación.

Además se usan soportes resistentes tanto a los rayos ultravioleta como a los efectos del clima o factores de contaminación y corrosión.



No se recomienda perforar las techumbres



# 5 PILARES: INSTALACIÓN DERIVADORA

*Derivador Aislado Silo  
Molino Santa Marta*

# 5 PILARES: INSTALACIÓN DERIVADORA

## ¿QUÉ ES?

Es el sistema que dirige la corriente de rayo desde la instalación captadora (sistema de captación) hasta el sistema de puesta a tierra.

## EL RETO

Uno de los retos más difíciles es conciliar con los arquitectos de la obra está relacionado con la ruta de los derivadores.

Se pretende:

- No afear las fachadas
- Mimetizar los conductores

Además evitar llevar los conductores a:

- Zonas de acceso peatonal

Y retirarlos de:

- Balcones

Cocinas  
Conductos de acometidas eléctricas  
Duchas de baño  
Foso de ascensores  
Instalaciones del gas  
Ventanas

Entre otros factores de riesgo.

También es importante seguir las siguientes sugerencias:

#1 Es conveniente que estén **visibles** para poder **advertir** del peligro de tensión de contacto.

#2 No se recomienda **instalarlos dentro de ductos entre la mampostería**, esto sería una violación de las normas técnicas de rayo.

#3 Se recomienda el uso de **cable aislado** a 100 kV de acuerdo con la IEC 62305-3 en los **tramos finales** de los derivadores expuestos en los últimos 3,5 metros de altura del suelo.

#4 Si definitivamente **no se desean bajantes** en las fachadas, lo mejor será adoptar por un sistema de **protección de cimentación**.



De acuerdo con las normas se puede diseñar la protección externa desde la etapa de cimentación.



Ver  
página

150

## ¿CUÁLES ELEMENTOS LA CONFORMAN?

Soportes  
Derivadores  
Cables conductores  
Conductores aislados  
Distanciadores aislados  
Puntos de separación

## ¿CÓMO SE HACE?

Se calcula de acuerdo con el nivel de protección como lo demuestra la siguiente tabla:

Nivel de Protección	Distancia entre bajantes (m)
I	10
II	10
III	15
IV	20



El número de bajantes o derivadores de rayo como resultado de la distancia media entre ellos, se determina por el nivel de protección.

### *Ejemplo*

#### **Si...**

Nivel de Protección I

#### **Entonces...**

Se recomienda un derivador cada 10 metros en el perímetro externo

#### **Pero...**

Si las medidas del edificio (longitud y anchura) es cuatro veces más grande que la distancia de los derivadores

## Entonces...

Se deben instalar derivadores internos de acuerdo con el nivel de protección

### DERIVADORES AISLADOS

Se disponen de **cables resistentes a alta tensión**, especialmente fabricados para controlar el tema de:

Las distancias de separación: Cable HVI

Tensión de contacto en el último tramo del derivador: Cable CUI.

### ELEMENTOS NATURALES DE LA ESTRUCTURA

#### Si...

Se garantiza su continuidad eléctrica

#### Entonces...

Pueden utilizarse como derivadores



Entre ellos podemos encontrar el esqueleto metálico de las columnas de hormigón armado.

Este principio aplica solamente para proyectos nuevos, antes de construir la cimentación, donde se puedan cumplir con las recomendaciones de la norma en el tema de conexión de estos elementos con grapas especiales y un conductor dedicado a la unión equipotencial.



En un edificio existente no será posible implementar este tipo de protección.

## **DISTANCIA DE SEPARACIÓN**

Se debe tener muy presente la distancia de separación del objeto a proteger.



Este dato lo arroja el análisis de riesgo en función del nivel de protección y de las características físicas del edificio.

Por ejemplo en edificios altos este es un tema difícil de manejar.

### **Si...**

A más altura se requieren más derivadores y más anillos equipotenciales

### **Y...**

Esto no es posible

### **Entonces...**

El último recurso es la distancia de separación



En la práctica se puede cumplir con soportes distanciadores aislados a alta tensión o con cable aislados (HVI o CUI).



Es muy común la distancia de separación en instalaciones de telecomunicaciones e instalaciones especiales.



Se concede gran relevancia a la distancia de separación según las normas internacionales: IEC 62305-2-3, NTC 4552-1-2

## **PUNTO DE DESCONEXIÓN DEL DERIVADOR**

Se requiere que cada derivador cuente con una unión de prueba para permitir medir la equipotencialidad de los sistemas de:

Apantallamiento entre derivadores  
Puesta a tierra



Puede instalarse a una altura de 1,20 metros del suelo



Esta recomendación no es necesaria para los sistemas en Cimentación

## **CONEXIÓN CON EL SPT**

**Si...**

Se instalan múltiples derivadores

**Y...**

Se instalan varios anillos perimetrales

**Entonces...**

Se consigue disminuir la corriente de rayo en cada derivador y por ende disminuir la tensión y se requerirá menos distancia de separación

## **CASO PRÁCTICO**

**Si...**

El nivel de protección I toma en cuenta una corriente impulso de rayo de 200 kA que se deben conducir de forma segura a través de los derivadores al sistema de puesta a tierra.

Y...

Tomando el caso que la puesta a tierra esté garantizada en 1 Ohmio.



En la práctica los sistemas de puesta a tierra están por encima de un Ohmio. Sin embargo es posible encontrar sistemas de más de cien Ohmios.

Y...

Tenemos 4 derivadores.

**Entonces...**

$$(200 \text{ kA} \div 4) * 1 \Omega = 50 \text{ kV}$$

Estamos hablando de alta tensión del orden de 50 kV por derivador.



La alta tensión ofrece un peligro para los seres vivos y los objetos a proteger.

Ahora bien tenemos que controlar el riesgo con ese nivel de tensión, es decir reducirlo.

Esto se puede conseguir instalando:

Múltiples derivadores

Anillos equipotenciales

También implementando medias que permitan disminuir el nivel de resistencia de toma de tierra.



Todo esto es posible si estamos conscientes del rayo como un fenómeno natural impredecible.

# 5 PILARES: DISTANCIAS DE SEPARACIÓN

## ¿QUÉ ES?

Es la distancia mínima para que exista un **aislamiento eléctrico apropiado** entre los elementos de las instalaciones captadora, derivadora y la estructura.

## EL RETO

*¿Cuán lejos desea estar de un rayo?*

Distanciarse de los rayos minimiza los efectos de su poder destructivo.

Por eso la distancia de separación es clave en la seguridad y es uno de los cinco pilares de la protección contra rayos.

La distancia de separación se consigue con:

Soportes distanciadores

Cables especiales (HVI, CUI)



Todos estos elementos son construidos y comprobados para resistir alta tensión



Ver  
página

228

Las distancias de seguridad afectan tanto a la instalación captadora como a la instalación derivadora. También a todos los elementos metálicos y naturales que hacen parte de la edificación a proteger.

## VARIABLES QUE INFLUYEN

La distancia de separación **depende de muchas variables**, entre ellas:

- Geometría de derivadores
- Geometría del sistema de captación
- Longitud de derivadores y sistema captador
- Material de derivadores
- Material de soportes y distanciadores
- Nivel de protección

## ¿EDIFICIOS ELEVADOS?

La distancia de separación en el caso de edificios elevados, como rascacielos, **presenta muchos desafíos**.



La diferencia de potencial entre los derivadores y las instalaciones o las partes del edificio es igual a cero cerca de la superficie del suelo pero se incrementa en la medida que aumenta la altura del edificio.



En la cubierta del edificio la distancia de separación que se debe mantener es mayor que en la base del edificio.

## INSTALACIONES METÁLICAS

Es vital tener en cuenta los elementos de las instalaciones metálicas, entre ellos encontramos:

- Tuberías de agua
- Conductores de aire acondicionado
- Cables eléctricos



Si se pasa por alto este pilar existe la posibilidad que se genere una descarga incontrolada que pueda dar origen a un incendio, causando graves daños en la instalación y a las personas dentro de la misma

## IMPORTANCIA EN EL DISEÑO DEL SIPRA

El cálculo de las distancias de seguridad afecta significativamente el diseño de la instalación captadora y la instalación derivadora.



Cuando se determina el factor de riesgo  $R_u$  y  $R_a$  se debe prever la distancia de seguridad de aproximación a los conductores del sistema de protección contra rayos



Factor de riesgo  $R_u$  y  $R_a$ : riesgo de electrocución de seres vivos por la tensión de paso o tensión de contacto



Ver página 59

### ¿CÓMO SE HACE?

La norma Internacional IEC 62305-3 ofrece varias alternativas de seguridad como son:

Cable aislado para tensiones de 100 kV

Medidas adicionales de seguridad

Sin embargo a menudo es complicado el cálculo de las distancias de seguridad a causa de las diferentes estructuras.



Un cable aislado permite minimizar el riesgo por tensión de toque y acoplamientos inductivos a elementos próximos.

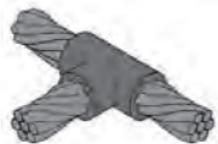


Este principio es imprescindible en la instalación de líneas y soportes



El software DEHNSupport integra una herramienta para el cálculo de las distancias de seguridad, permitiendo diseñar correctamente las medidas de protección

# 5 PILARES: SISTEMA DE PUESTA A TIERRA



## ¿QUÉ ES?

Es el sistema que **dispersa y disipa la corriente de rayo** que viene de la instalación derivadora (sistema de derivación).

## EL RETO

El sistema de puesta a tierra es la pista de aterrizaje del rayo. Por lo tanto es muy **importante la cantidad de electrodos** en contacto con el suelo, tanto como el **valor de resistencia de toma de tierra**.



Dispersar y disipar el rayo en el suelo, teniendo en cuenta el riesgo para las personas, es un asunto de vida o muerte.

Por eso **debe ser atendido con mucha responsabilidad**:

Analizando las **características del suelo** y su **valor resistivo**

Ponderando la **presencia de seres vivos** en las proximidades

Garantizando su **vida útil y segura** en el tiempo en **condiciones críticas** como ausencia de humedad

## ALTERNATIVAS

Podemos valernos de múltiples alternativas, para lograr el objetivo.

Como por ejemplo:

- Aplicación de suelo artificial
- Concreto compuesto con materiales conductivos
- Electrodos horizontales extensos,
- Electrodos verticales y de profundidad
- Hierros inmersos dentro del sistema de cimientos



Es conveniente construir la protección en cimentación de acuerdo con las recomendaciones de la norma IEC 62305-3

### ¿CÓMO SE CLASIFICAN?

Se clasifican en tomas de tierra:

- Superficial
- De profundidad
- De cimientos
- De control de potencial
- Perimetral
- Natural

### ¿CÓMO SE CONSTRUYEN?

Se pueden realizar con:

- Electrodos de forma plana: platinas o flejes
- Electrodos redondos: cables o varillas

Estos electrodos pueden ser de **diversos materiales** como por ejemplo:

- Cobre: un material precioso
- Acero galvanizado en caliente: menos costoso



Cuando se interconectan dos metales como el cobre y el hierro se debe tener en cuenta la reacción galvánica. Esto se puede evitar usando conectores mecánicos con placa de separación galvánica.

## ¿QUÉ SE TIENE EN CUENTA?

La construcción de un sistema de puesta a tierra tiene en cuenta como punto principal la seguridad en función del nivel de protección.

### *Tensión de paso*

La tensión de paso es la que ha matado a muchos futbolistas en el terreno de juego.



Estos trágicos incidentes han ocurrido delante de las cámaras de televisión en transmisión directa a los ojos de todo el mundo.



La tensión de choque de rayo que se propaga sobre la superficie del suelo subirá por un pie, pasará a través del cuerpo y descargará por el otro pie.

Se requiere la construcción de un sistema de puesta a tierra para influir en el potencial de superficie.

### *Control de potencial*

Se tiene que pensar en la cantidad de personas que estarán sobre la superficie del suelo dentro del edificio y fuera del mismo en las proximidades de la toma de tierra.



Cuando se presenta alta concentración de personas el riesgo potencial aumenta considerablemente.



Especialmente si el tipo de tierra de superficie es tierra natural o en el caso de la parte interna de un edificio es una capa de concreto delgada.

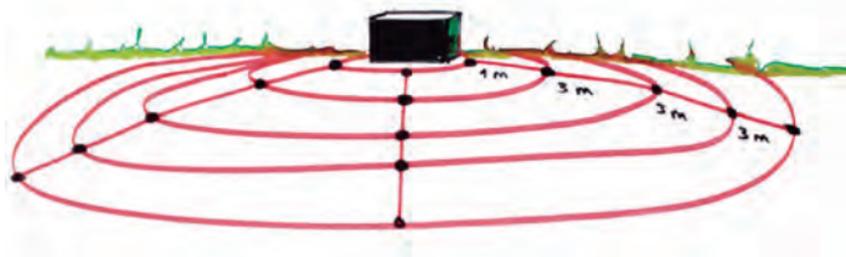


Piense por ejemplo en escenarios deportivos, salas de reunión, escenarios de feria exposición, etc.

Para el control de potencial en la parte exterior del edificio se debe contar con un anillo perimetral construido a un metro de distancia del edificio y 0.5 metros de profundidad.

Además se deben construir anillos a 3 metros de distancia del primer anillo incrementando la profundidad en 0,5 metros cada anillo e interconectándolos más de dos veces.

## Control de Potencial



### ***Compensación de potencial***

Se debe tener en cuenta la instalación de barrajes para la compensación de potencial o tomas de tierra donde se facilite la conexión de conductores para la compensación de potencial.

De esta manera permite unir los diferentes sistemas de puesta a tierra y estructuras metálicas.

Además:

Armarios  
Carcasas de motores  
Escaleras metálicas  
Puertas



En resumen un sin fin de estructuras, en las cuales todas deben quedar conectadas al mismo potencial.



Tienen que quedar como las golondrinas en la misma línea de alta tensión

## MEDIDAS DE PROTECCIÓN ADICIONALES

Se requiere tomar medidas adicionales cuando se trata de **alta concentración de personas** alrededor de un sistema de protección contra rayos.

Entre las cuales podemos encontrar:

Avisos de Advertencia  
Acordonamiento del área de riesgo  
Suelo resistivo > 5000 Ohmios metro



El ojo entrenado ve el peligro, por lo tanto un manual de seguridad contra rayos para las personas disminuirá el riesgo potencial

***¡La clave es aprender a vivir con rayos!***

\* los electodos pueden usarse sobredimensionados para compensar sus propiedades eléctricas



# PROTECCIÓN EN CIMENTACIÓN

# PROTECCIÓN EN CIMENTACIÓN

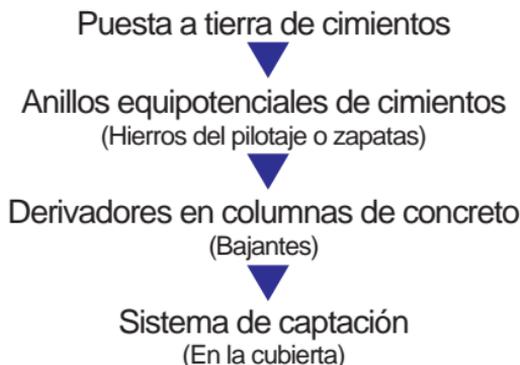
Una alternativa extraordinaria, de la protección contra rayos, muy atractiva porque presenta las siguientes 5 ventajas:

- Más segura
- Más estable en el tiempo
- Más económica
- Más estética
- Más fácil de instalar

... es la protección en cimentación

## ¿QUÉ ES?

Es un **apantallamiento** instalado dentro de las estructuras de acero reforzado fundido en concreto de toda la edificación. Si lo describimos de abajo hacia arriba entonces tenemos:





En otras palabras consiste en usar varios conductores que están unidos equipotencialmente a los armados metálicos y se encuentran embebidos en el concreto de la estructura. De esta manera se forma una malla tipo jaula de Faraday.

## ¿CÓMO SE HACE?

Se instala un conductor de hierro tendido sobre el acero estructural continuo eléctricamente, que conecta todas las partes metálicas de la estructura con elementos mecánicos especiales.



Este conductor puede ser redondo o plano con una sección mínima de 50 mm<sup>2</sup>

De esta manera **genera un solo potencial** en toda la estructura metálica de hormigón.

Se incluye desde los pilotes, las zapatas, losas de entepiso, columnas, es decir toda la estructura del edificio.



Se construye una verdadera jaula de Faraday, interconectando todas las partes metálicas con conectores de unión mecánica resistentes a los rayos.



Estas pueden ser uniones mecánicas resistentes a la corriente de choque de rayo para 50 kA o para 100 kA, dependiendo del nivel de protección que se requiera.



Se utilizan tomas de tierra de cimientos para poder hacer inspecciones y mediciones del sistema, así como para poder interconectar a otras partes de la instalación eléctrica.

## VENTAJAS

### #1 Más segura

Apantalla contra campos electromagnéticos de rayo  
La compensación de potencial es más efectiva

Protege contra daños físicos por rayo  
Reduce interferencias al sistema eléctrico interno



Disminuye cualquier tipo de potencial peligroso para los habitantes, dentro y fuera del edificio

## Si...

Imagínese un rascacielos con bajantes adheridos a las fachadas y anillos perimetrales múltiples: cientos de grapas mecánicas y cientos de soportes.

## Y...

Piense ahora en: las fuerzas de la naturaleza como el viento fuerte, los cambios de temperatura, la corrosión etc.

## Entonces...

Sencillamente la única manera es un **apanallamiento** en cimentación que no ofrece peligros de ningún tipo.

### #2 Más estable en el tiempo

La estabilidad de un sistema de protección contra rayos en cimientos es la misma que la estabilidad del concreto del edificio.



La estabilidad se estima en 50 años

### #3 Más económica

Si partimos de la base que para realizar el **apantallamiento** en cimientos se requiere hierro, observamos que los **costos disminuyen considerablemente** frente a otros materiales.

Los **accesorios** de hierro, como grapas mecánicas para las uniones, también son más **económicos**.



La economía se hace evidente porque el sistema estará libre de mantenimiento en 50 años.

#### #4 **Más estética**

Cuando se habla de protección contra rayos, la **estética** del edificio es un **tema neurálgico** con los arquitectos, puesto que ellos no quieren que les toquen las fachadas.

#### **Si...**

Están todos los conductores embebidos en la propia estructura

#### **Entonces...**

Las **fachadas** se mantienen **intactas** porque no se hace necesario tender conductores

#### #5 **Más fácil de instalar**

Se hace más fácil de instalar porque:

No requiere andamios ni herramientas especiales

Posee una sola técnica para todo el proyecto

Se construye al ritmo del proyecto

Utiliza solamente pocos accesorios



Generalmente utiliza solo de uno a tres tipos de accesorios: grapas mecánicas conductor y tomas de tierra

#### **Si...**

La instalación se realiza simultáneamente con la construcción del edificio

#### **Entonces...**

No se requiere personal adicional para su montaje



También se disminuyen costos de horas para trabajo en altura

**¡Sus propios obreros se encargan de la instalación de la protección a medida que van construyendo!**

## **En resumen...**

La protección en cimentación es:

Más segura

Más estética

Más económica

Más durable

**Más ventajosa**

*¡Arquitecto no dude en proteger sus edificios de la mejor manera con tecnología especializada!*

# DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN SIPRA



El dictamen de inspección de un sistema de protección contra rayos tiene una vigencia de cinco años en Colombia.



De acuerdo con las normas técnicas tanto las IEC 62305 como las NTC 4552 (anexo 7) se debe verificar el funcionamiento de acuerdo al nivel de protección y este puede ser cada año o cada dos años.

## ¿QUÉ ES?

Es un **servicio técnico** en el cual el SIPRA se:

Revisa

Mide

Verifica

De esta manera permite:

Constatar el buen **funcionamiento y efectividad**

Comprobar nivel de desviación o nivel de conformidad

Se puede solicitar como un peritaje posterior a la verificación por parte del organismo de inspección o previo al dictamen de inspección para la certificación.

## ¿QUÉ OBJETIVO CONSIGUE?

Asegurar que el **SIPRA no tiene inconformidades.**

Es esencial **garantizar** el **cumplimiento** de la **legislación y normatividad** vigente:



**IEC**  
62305-1-2-3-4

**NTC**  
4552-1-2-3-4

**RETIE**

## ¿POR QUÉ ES NECESARIO?

Incluye el estado de:

Barras de compensación de potencial

Componentes del SIPRA (deterioro, corrosión galvánica)

Dispositivos de Protección contra Sobretensiones

Uniones y conexiones del sistema

También:

Documentos (técnicos, planos, dictamen de inspección)

Equipotencialidad (elementos metálicos y puesta a tierra)

Modificaciones que alteran el SIPRA

Sistema de puesta a tierra

## ¿POR QUÉ ES NECESARIO?

*¡Prevenir es mejor que lamentar!*

Esta afirmación la podemos observar por ejemplo en los campos de:

Aeronáutica  
Navegación marítima y fluvial  
Industria en general  
Maniobra con tensión  
Entre otros

Además así como en el caso de un avión cuando es impactado por rayo debe ser sometido de forma inmediata a una inspección muy exhaustiva; debe ser igual en el caso del SIPRA.



Por eso se recomienda instalar contadores de rayo o sistemas de monitoreo de rayos que permitan registrar las descargas de rayo directo o cercano y así poder hacer inspecciones y verificaciones del sistema.

Otro caso que podemos analizar, uno mucho más impactante, es el paracaidista antes del salto: no solo él mismo hace la inspección de su paracaídas, por lo general también lo hace un inspector de seguridad.



Sencillamente no se puede fallar, es un asunto de vida o muerte



Por otro lado las normas IEC 62305-3 y NTC 45552-3 recomiendan verificar el SIPRA de acuerdo al nivel de seguridad que preste según el tipo de instalación por períodos de acuerdo con la tabla de la NTC 4552-3 E.7 tabla E.2

## ¿CÓMO SE HACE?

1. Realizar una verificación de todas las partes del SIPRA
2. Recolectando información fotográfica
3. Tomando mediciones de compensación de potencial
4. Verificando y probando:
  - Sistema de apantallamiento
  - Derivadores
  - Sistema de puesta a tierra
5. Constatar que exista continuidad eléctrica entre el SIPRA y el SPT de la subestación.
6. Analizar la información
7. Editar el documento técnico

## RESULTADO

Documento técnico con las **evidencias** recolectadas donde se precisa las **no conformidades** y sus respectivas **recomendaciones** para subsanarlas.

# OIL & GAS

PROTECCIÓN CONTRA RAYOS



# OIL & GAS

## PROTECCIÓN CONTRA RAYOS



Las regiones ricas en petróleo y gas también son ricas en rayos.



Especialmente la región del piedemonte llanero posee una alta densidad de rayos

Para **minimizar** el **impacto** de los rayos en la producción petrolera se **requiere** una **infraestructura** con ingeniería especializada y avanzada que pueda innovar al hacer cambios que permitan operar los procesos sin paradas.



Construir infraestructura para producción de petróleo sin protección contra rayos es más peligroso que construir edificios sin resistencia a los terremotos



Las probabilidades de terremotos son menores que las probabilidades de un rayo

### CASOS DE ÉXITO

#### **BP, EXPLORATION COLOMBIA**

En el año 2000 BP Exploration decidió innovar en este tema y comenzó el proceso de protección integral contra rayos y sobretensiones.

El objetivo principal era **disminuir las pérdidas** por parada de pozos.



El costo de parada por hora depende de la cantidad de crudo dejado de extraer por el precio corriente

El proyecto se implementó en **dos etapas** en los campos de CUSIANA, FLOREÑA y CUPIAGUA, entre 2002 y 2004:

**#1** Instalaciones de producción centrales y áreas administrativas y de residencia importantes.

**#2** Proyectos ubicados en lugares remotos, incluidos los pozos e instalaciones menores.

Los resultados crearon un gran impacto:

Los **incidentes de HSE** y las **pérdidas de producción** se han reducido (~ 85%)

Recientemente se comenzó la instalación de la nueva tecnología para monitoreo predictivo de fallos, y se empezarán a percibir los beneficios.

### ***BAYERNOIL REFINERÍA Y OLEODUCTO EN ALEMANIA***

BP Europa se juntó con sus socios, OMV Deutschland GmbH, Rur Oel GmbH, y Eni Deutschland GmbH, no se demoraron en implementar esta tecnología.

Aunque la tecnología fue desarrollada y patentada en ALEMANIA fue en Colombia donde BP por primera vez la usó.

En la refinería Bayernoil de Standorten Neustadt y Vohburg, en el sur de Alemania, se implementó un sistema integral de protección contra rayos con mantenimiento predictivo de fallos.

Complejo industrial donde se procesan anualmente 10 millones de toneladas de petróleo y se bombean por el oleoducto entre Neustadt y Vohburg (150 kilómetros)



Alemania en un país donde la densidad de rayos es muy baja comparado con Colombia

Así complementaron su **infraestructura existente:**

Protección en redes de transmisión de datos en los sistemas de control de proceso

Con la **nueva tecnología** innovadora:

Sistema administrado de gestión de mantenimiento predictivo de fallos



Esa protección permite operar las 24 horas del día durante los 365 días del año



Ver **página** 118

**LEGISLACIÓN**





# Normas

ISO/IEC 31010, NTC/ISO 31000,  
NTC-ISO/IEC 27001

La **planeación estratégica** de una compañía **incluye un plan de contingencia** frente a riesgos potenciales o amenazas que pudieran parar la compañía.

El BCP más allá de **augmentar** la **capacidad de RESILIENCIA** frente al desastre busca **minimizar** el **impacto del riesgo** con medidas de:

Protección  
Prevención  
Predicción

Los órganos más delicados del cuerpo humano, el cerebro, el hígado, el corazón, está bien resguardados y resistentes a impactos mecánicos fuertes.

Igualmente lo más delicado e importante de una compañía es el centro de datos. Que incluye los equipos concentrados en los **data center** y los equipos de telecomunicaciones. Los cuales requieren especial atención frente a los efectos de los rayos.

Por ello hacemos bien en preguntarnos: ¿Qué puede afectar la continuidad de mi empresa? ¿Podría un rayo generar un paro de mi compañía?

## NIVEL DE RESILIENCIA

El nivel de RESILIENCIA es la capacidad de recuperarse de un desastre y levantar la contingencia.



Frente al impacto de un rayo las medidas de protección deben ser extremadas y cuidadosas. Especialmente cuando se trata de proteger vidas y equipos electrónicos vitales.



De esta manera mitigar los componentes del riesgo



Ver  
página 59

## MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Las medidas de protección se concentran primero en los centros de datos donde se alojan los equipos electrónicos más importantes.

Además:

Centro de comunicaciones

Centro de procesos

Centro de control

Se requiere **blindar** literalmente contra campos **electromagnéticos de rayo** y sus efectos, para conseguirlo:

Se instalan **DPS** que garanticen de forma redundante varias veces el nivel más alto de protección.

Se construye un **apantallamiento** aislado y un sistema de **puesta a tierra** muy robusto.



El riesgo frente a descargas atmosféricas es diferente en cada empresa.



Ver  
pagina 54

## PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

Implementar esta protección requiere varias etapas:

Análisis de riesgo

Diseño de protección externa

Especificación de DPS

54, 66, 115



Ver  
páginas

Es **importante** que el **profesional determine** los **certificados de prueba** que deben cumplir los **DPS's**.

Los más recomendados para las compañías que están interesadas en un alto nivel de RESILIENCIA son los certificados:

KEMA

VdS

VDE

DEKRA

CSA

## CONCLUSIÓN

La RESILIENCIA frente al fenómeno rayo se aumenta construyendo medidas de protección que minimicen a niveles tolerables sus efectos.



Es importante dar especial atención a proteger el DATA CENTER, medios de telecomunicaciones y los sistemas de almacenamiento y procesamiento de datos.

# CALIDAD, IDONEIDAD Y SEGURIDAD DE UN BIEN INMUEBLE

¿Está usted entre los afortunados que pueden hacer realidad el sueño de su vida: "**un bien inmueble**"? ¿Cómo lo desea? ¿Cuáles son sus prioridades: seguridad, comodidad, accesibilidad, estabilidad?

Es apenas razonable que lo que más cuesta conseguir e implica más sacrificios en la vida de un ser humano debe cumplir con los requisitos de **CALIDAD, IDONEIDAD y SEGURIDAD**. Los cuales cuentan con el **respaldo de la legislación vigente**.



Cumplir con las legislaciones vigentes garantiza la CALIDAD, IDONEIDAD y SEGURIDAD.

LEY   
1480 DE 2011

Esta ley tiene como objetivos proteger, promover y garantizar los derechos de los consumidores. Para que usted pueda sacarle todo el provecho es conveniente **entender sus principales definiciones:**

## **CALIDAD**

*“Condición en la que un producto (bien inmueble) **cumple con las características inherentes y las atribuidas por la información que se suministre sobre él**”.*

**Características inherentes:** corresponden a las propias, obvias de cualquier producto de condiciones similares. El consumidor asume o presume que se cumplen sin necesidad de expresarlas. Además el constructor debe cumplirlas sin reparo porque están sujetas a la ley del país en la forma de normas y reglamentos técnicos.

**Características atribuidas:** corresponden a las adjudicadas en la información adicional suministrada por el productor o el proveedor en su proceso de comercialización, no son obvias.

### **IDONEIDAD**

*“Aptitud del producto para **satisfacer la necesidad o necesidades para las cuales ha sido producido o comercializado**”.*

Un producto idóneo es aquel que **sirve para lo que está hecho**.

### **PRODUCTO DEFECTUOSO**

*“Cuando se viola un **reglamento técnico** se presumirá el defecto del bien”.*



Actualmente el consumidor es un comprador con recursos, conocimientos y acceso a información casi ilimitada. Por lo cual tarde o temprano llegará a saber si le falta algo a su propiedad o si tiene algún motivo para reclamar.

### **TÉRMINO DE LA GARANTÍA LEGAL**

*“Para los bienes inmuebles comprende la **estabilidad de la obra por diez (10) años**”.*

La estabilidad de obra puede estar afectada por problemas de: **suelos, materiales** o construcción. Ej. Protección contra rayos y sobretensiones deficientes.

## SEGURIDAD

La **protección contra rayos y sobretensiones es un factor fundamental en la seguridad** del bien inmueble, como lo demuestra su amplio respaldo legal:



### **Legislación Técnica**

IEC 62305-1-2-3-4 (Internacional)

NTC 4552-1-2-3-4

RETIE 2012 - Artículo 16



### **Legislación Colombiana**

Constitución de 1.991

Ley 1480 de 2011 (Estatuto del consumidor)

*"Serán responsables, de acuerdo con la ley, quienes en la producción de bienes y servicios, atenten contra la salud y la seguridad".*

Constitución de 1991 – Artículo 78

## OPORTUNIDAD PARA LOS CONSTRUCTORES

Una de las necesidades primordiales de las personas es la de sentirse seguros en su entorno de vida. Poder satisfacer esa necesidad es una oportunidad para **diferenciar y darle estatus a su producto**, en este caso el bien inmueble. También le permite:

Aumentar el **valor de la propiedad**

Dar un mayor **valor agregado**

Obtener mayor **rentabilidad**

**Crear confianza** en la marca o el nombre de la constructora

## CONCLUSIÓN

Tanto la **calidad** como la **idoneidad** de un bien inmueble **resultan en un lugar seguro** para los seres vivos y los objetos que están dentro de él. De esta manera la seguridad del bien inmueble **garantizará el disfrute del mismo**.

# GUÍA: LEGISLACIONES, NORMATIVIDADES, REGLAMENTOS

## REGLAMENTOS



Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)

Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP)

## NORMAS TÉCNICAS

### ***Norma Sismo Resistente NSR - 2010***

Por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistentes NSR-10

### ***Norma Técnica Colombiana NTC 4552-1 2008***

Protección contra descargas eléctricas atmosféricas (rayos). Parte 1: Principios Generales

### ***Norma Técnica Colombiana NTC 4552-2 2008***

Protección contra descargas eléctricas atmosféricas (rayos). Parte 2: Manejo del Riesgo

### ***Norma Técnica Colombiana NTC 4552-3 2008***

Protección contra descargas eléctricas atmosféricas (rayos). Parte 3: Daños Físicos a Estructuras y Amenazas a la Vida

## **PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

Es conveniente consultar el Plan de Ordenamiento Territorial directamente en el sitio web oficial de la alcaldía de la ciudad en la cual se encuentra la obra.

Barranquilla: <http://www.barranquilla.gov.co/>

Bogotá: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/>

Bucaramanga: <http://www.bucaramanga.gov.co/>

Cali: <http://www.cali.gov.co/>

Cartagena: <http://www.cartagena.gov.co/>

Medellín: <http://www.medellin.gov.co/>

### **PROTECCIÓN AL CONSUMIDOR** ***Ley del Consumidor 1480 DE 2011***

Por medio de la cual se expide el Estatuto del Consumidor y se dictan otras disposiciones

### **RÉGIMEN LEGAL DE LA** **PROFESIÓN DE ARQUITECTURA** ***Ley 435 del 19 de febrero de 1998***

Por la cual se reglamenta el ejercicio de la profesión de Arquitectura y sus profesiones auxiliares

### **RÉGIMEN LEGAL DE LA** **PROFESIÓN DEL TÉCNICO ELECTRICISTA** ***Ley 19 del 24 de enero de 1990***

Por la cual se reglamenta la Profesión del Técnico Electricista en el Territorio Nacional

### ***Decreto 991 del 12 de abril de 1991***

Por la cual se reglamenta la Ley 19 de 1990 y se dictan otras disposiciones

### ***Decreto 277 del 09 de febrero de 1993***

Por la cual se reglamenta reglamenta la Ley 19 de 1990

***Ley 1264 del 26 de diciembre de 2008***

Por la cual se adopta el Código de Ética de los Técnicos Electricistas y se dictan otras disposiciones

**CUERPO DE BOMBEROS DE COLOMBIA**

***Ley 1575 del 21 de agosto de 2012***

Por la cual se establece la ley general de Bomberos de Colombia

***Decreto 256 del 20 de febrero 20 de 2013***

Por la cual se establece el Sistema Específico de Carrera para los Cuerpos Oficiales de Bomberos

***Decreto 350 del 4 de marzo de 2013***

Por la cual se establece la estructura y funciones de la Dirección Nacional de Bomberos

***Decreto 351 del 4 de marzo de 2013***

Por la cual se establece la planta de Dirección Nacional de Bomberos

***Decreto 352 del 4 de marzo de 2013***

Por la cual se reglamenta el funcionamiento de la Junta Nacional de Bomberos de Colombia

***Decreto 527 del 19 de marzo de 2013***

Por la cual se reglamenta el Fondo Nacional de Bomberos de Colombia



**Visitar  
página**

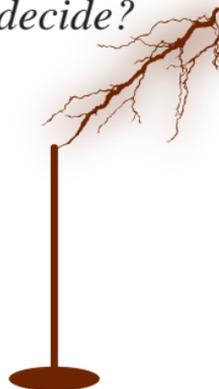
<http://www.edificios.com.co/index.php/normatividades>

¡Lo que  
mas Quiero!



**PARARRAYOS:**  
*¿Quién decide?*

# PARARRAYOS : *¿Quién decide?*



**Nadie quiere perderlo todo en un segundo...**

Sí... un rayo puede quitarle todo en una milésima de segundo.

Podemos asegurar que todo está preparado para un desastre.

## Si...

**#1** Vives en una zona donde exista la **probabilidad de rayos**

**#2 Tienes o no pararrayos**, es decir, si tienes pararrayos pero no posees DPS (Dispositivos de Protección contra rayos y sobretensiones) en sus instalaciones internas

**Usted como usuario** de un inmueble **es quien decide**, prescindiendo si es obligatorio o no poseer protección contra rayos.

¿Si va a llover quién decide si se moja o se resguarda de la lluvia?

## CASOS HIPOTÉTICOS

### PRIMER CASO

Usted compró un inmueble y ya tiene varios años habitándolo, aunque caen rayos en la zona usted no ha sufrido ningún daño; sin embargo el edificio donde está su inmueble **no se encuentra protegido**

¿Qué  
puede  
hacer?

### SEGUNDO CASO

El edificio donde está su inmueble fue **impactado por un rayo, se dañaron los ascensores**, y también sus electrodomésticos, nevera, TV, PC, etc., todo lo que con mucho esfuerzo y sacrificio fue adquiriendo, el ahorro de muchos años en una milésima de segundo ¡crash! lo perdió.

¿Qué  
puede  
hacer?

Lo primero que yo haría es acogerme al estatuto del consumidor veamos cómo le puede resolver el problema.



## #1 ESTATUTO DEL CONSUMIDOR

Para este efecto la misma Ley 1480 estableció los mecanismos para hacer efectiva la reclamación.



“Producto defectuoso es aquel bien mueble o inmueble que en razón de un error en diseño, fabricación, construcción, embalaje o información, no ofrezca la razonable seguridad a la que toda persona tiene derecho”. Ley 1480 del 2011 Capítulo II Artículo 5° numeral 17



Como se puede observar la Ley determinó el bien inmueble como un producto que al no ofrecer las condiciones de seguridad razonables el bien habiente puede o tiene derecho a reclamo, y a que se subsane la deficiencia.

Bien inmueble Garantía: 10 años - Vida útil: 20 años

Si estás dentro de estas vigencias tiene derecho a:

### **GARANTÍA LEGAL**

Podrá hacer que se proteja su edificio exigiendo el cumplimiento de la legislación existente.



**IEC NTC RETIE**  
62305-3 4552-3



**Artículo 7°**  
Ley 1480 del 2011

### **RESPONSABILIDAD POR DAÑO POR PRODUCTO DEFECTUOSO**

Podrá exigir:

**Reparación** de daños

**Reposición** de electrodomésticos

**Instalación** de la protección contra rayos

**Artículos 19°, 20°, 21° y 22°**  
Ley 1480 del 2011



## #2 PROCEDIMIENTO

Como consumidor no requerirá actuar por intermedio de abogado y podrá presentar por escrito, telefónica o verbalmente su reclamo.



### Artículos 56°, 57° y 58° Ley 1480 del 2011



Estos mecanismos que expresa la ley son contundentes a favor del consumidor, fáciles de interponer y cuentan con un régimen sancionatorio muy fuerte que hará fácil obtener el beneficio de reparación.

## #3 EVIDENCIAS

Debe **conseguir** las pruebas o evidencias, que presenta el bien inmueble, de:

- Daños
- Carencias o deficiencias
- Dictamen de Inspección



El dictamen de inspección es un documento público que registra el cumplimiento del RETIE

Por ejemplo:

- Fecha de construcción
- Datos del constructor
- Dirección
- Fotocopia recibo de servicios públicos
- Fotografías (azoteas, Fachadas, tablero general eléctrico)
- Concepto técnico de un ingeniero con su respectiva matrícula profesional (opcional)



### Artículo 6° Ley 1480 del 2011

## #4 CALIDAD IDONEIDAD Y SEGURIDAD

Se **exige** a todo **productor** que **asegure** la **calidad** de los bienes y servicios que ponga en el mercado de acuerdo a los reglamentos técnicos.



En este caso pararrayos se refiere al RETIE Reglamento de Instalaciones Eléctricas Artículo 16° Protección contra rayos.

### CONCLUSIÓN

*¿Quién decide si protege o no el bien inmueble?*

Sí soy.....

**CONSTRUCTOR:** Lo mejor que puedo hacer es **protegerlo** de acuerdo al **RETIE** y las normas técnicas vigentes, así me evito reclamos posteriores, y sanciones. Además le otorgo beneficios al comprador quien podrá disfrutar de seguridad, calidad e idoneidad de mi producto.

**CONSUMIDOR:** que no soy experto en el tema, veo que puedo obtener por ley mi **derecho** a un **bien inmueble protegido** lo haré cuanto antes y haré que sea lo más seguro posible.

Calidad, Idoneidad y Seguridad.  
El más grande Valor Agregado

# RECOMENDACIONES



# MANUAL DE SEGURIDAD CONTRA RAYOS



El **fenómeno rayo impresiona a la humanidad** desde el principio, produce fascinación y también miedo.

Los griegos relacionaban el rayo con Zeus, los romanos con Júpiter y para los germanos Thor debió haber metido la mano.

Fue el inventor y político **Benjamín Franklin** en el año **1752** con su experimento de la cometa quien comprobó que el **rayo** es una **descarga eléctrica**.

Aunque hoy podemos explicar el fenómeno del rayo, muchas personas siguen sintiendo temor ante él, ya que es un **espectáculo natural excitante y hermoso**.

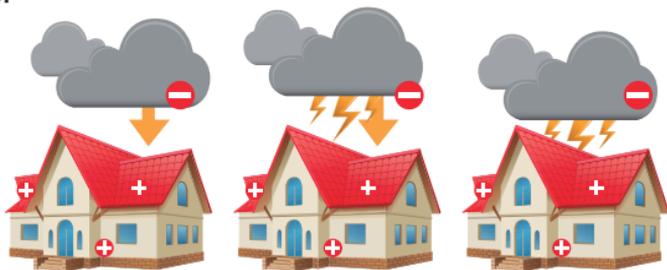
Cada año muchas **personas y animales mueren o sufren graves lesiones** por los efectos directos o indirectos de los rayos, y se registran grandes pérdidas materiales.

Colombia ubicada en zona tropical está en el corredor de los rayos y registra regiones con alta densidad de rayos y parámetros del rayo severos comparados con los que se presentan en otras latitudes.

*¡Hacemos bien en tener en cuenta las recomendaciones*

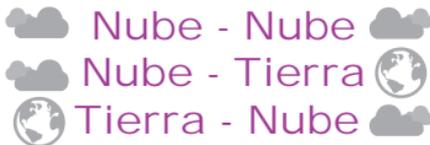
## ¿Cómo es un rayo?

Un rayo solo tiene pocos centímetros de diámetro, pero cada metro brilla como un millón de bombillos de 100 vatios.



## ¿Qué clase de rayos existen?

Los rayos están cargados eléctricamente y pueden observarse entre:



Puede sorprender que los rayos con pocas excepciones vayan de abajo hacia arriba

Milésimas de segundo antes que el rayo ocurra se presenta una pre-descarga de una nube a la tierra casi invisible al ojo humano.

## ¿Cómo se forman los rayos?

#1

Los rayos tienen su origen en células de tormenta que pueden llegar a tener varios kilómetros de diámetro.

#2 Por la distribución desigual de hielo y agua y los vientos ascendentes y descendentes en la nube, se forman zonas con cargas positivas y negativas.

#3 Cuando las diferencias de tensión llegan a ser demasiado grandes, se produce una descarga eléctrica conocida como el rayo.



Las células de tormenta están activas máximo 30 minutos y durante ese tiempo producen de dos a tres rayos por minuto

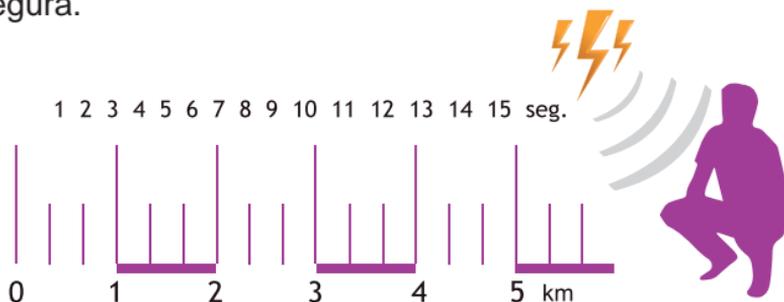
### ¿Qué tan a menudo impacta el rayo?

La cantidad de días de tormentas por año y los impactos de rayos por kilómetro cuadrado por año varían **regionalmente**.

En Colombia tenemos regiones con más de 14 rayos por kilómetro cuadrado por año y regiones de uno a dos rayos por kilómetro cuadrado por año.

### ¿Qué tan rápido se acerca el rayo?

Si 10 segundos después del rayo no escucha un trueno, puede estar tranquilo: la tormenta está a una distancia segura.



Es peligroso cuando el trueno sigue a menos de 5 segundos.

**Si...**

Velocidad del rayo =  300.000 Km/s\*

**Y...**

Velocidad del sonido = 330m/s\* 

**Entonces...**

La velocidad del reflejo de la luz del rayo es unos 900.000 veces más rápido que el relativamente lento sonido.



Esto explica la diferencia entre rayo (luz) y trueno (sonido)



Pónganse en cuclillas apenas se presente menos de 5 segundos entre rayo y trueno

**¿Cómo reconocer una tormenta?**



Teniendo en cuenta que estar en campo abierto incrementa el peligro, es recomendable observar el cielo.

**Si...**

Observa nubes en montones, las cuales se ven como un coliflor o algodón de azúcar de color oscuro que se convierten en torres de nubes con viento

**Y...**

Existen truenos, relampagueo y presión atmosférica bajante

\* Aproximadamente

## Entonces...

Se acerca una tormenta



¿Cómo reaccionar afuera en el campo y bosque?

## Si...

Al estar afuera, en campo abierto, existen dos peligros:

#1 Cuando usted es el **punto más alto** alrededor

#2 Cuando el **rayo impacta muy cerca** y actúa indirectamente



Esto quiere decir que la corriente se expande rápidamente a todos lados y forma un embudo de tensión



Durante una tormenta **NUNCA** se acueste en el piso afuera

## Entonces...

Póngase **inmediatamente** en **CUCLILLAS**: piernas muy juntas, abrazar las piernas con los brazos y meter la cabeza.



¡Tire el paraguas, aléjese de su bicicleta y mantenga una distancia de 5m a la próxima persona!



# ¿Qué hay que hacer

## durante una tormenta en las montañas?

- #1 **Consulte** siempre el informe del clima antes de salir
- #2 **Bájese** de la cumbre y no sea el punto más alto
- #3 **Busque** inmediatamente un refugio
- #4 **Evite** el contacto con paredes de roca húmedas
- #5 **No toque** escaleras y partes metálicas



Son ejemplos de refugio: una cabaña o una cueva



Las tormentas en las montañas son especialmente peligrosas, porque generalmente cuando se reconocen es demasiado tarde.

Además...

**Obedezca** estrictamente las instrucciones del profesional que los guía

**Espere** para continuar su caminata hasta que la tormenta se haya ido

*¡De esta manera usted llegara a casa seguro y saludable!*



Durante cualquier tormenta nadar o vadear por el agua es riesgoso para la vida.

El rayo puede producir parálisis o ser letal en un diámetro de 10 metros del sitio de impacto.



Al instante de detectar los primeros índices de una tormenta abandone el agua inmediatamente y busque un refugio seguro



## ¿Cómo comportarse en campos deportivos?

Por previsión es recomendable retirar banderas y paraguas.

Alejarse mínimo 3 metros de distancia de postes de luz o banderas, especialmente en tribunas abiertas.



Deportistas y espectadores peligran durante una tormenta, si son el punto más alto del entorno



En una tribuna techada solamente estará seguro, si esta tiene protección contra rayo



## ¿A que deben prestar atención jugadores de golf?

Durante una tormenta se debe evitar:

Árboles solitarios

Campo abierto y orillas de bosques

Contacto con metal (palo de golf)

Las cabañas de protección solo ofrecen seguridad si tienen protección contra rayo

**Si...**

Si no hay un refugio y/o el carro está demasiado lejos

**Entonces...**

Póngase en **CUCLILLAS**

Uno de los sitios más peligrosos durante una tormenta es un campo de golf



## ¿Cómo protegerse un pescador o cazador?



¡Aunque acabe de morder un pez, suéltelo, deponga la caña de pescar y busque un lugar seguro en tierra firme!



Durante una tormenta los pescadores en el agua se encuentran en sumo peligro, son la carnada perfecta para los rayos

¡Los cazadores deben abandonar inmediatamente las garitas de observación o vigilancia!



Las garitas fijadas a árboles o instaladas sobre ellos deben tener instaladas protección contra rayos



## ¿Qué tan seguro está en el automóvil?

El vehículo **protege** eficientemente sus ocupantes como **jaula de Faraday**.



No abandonar el carro, mientras hayan truenos en menos de 5 segundos después del rayo

Si tiene tiempo antes de la tormenta recoja la antena de radio.

Es mejor buscar un parqueadero y esperar que se aleja la tormenta eléctrica en vez de seguir conduciendo el automóvil.

La luz del rayo puede cegar al conductor y hacerlo perder el control del vehículo





Si...

¿Qué tan seguro está usted en una tienda de campaña o una casa remolque?

Usa una colchoneta aislante

No tocar la estructura de la tienda durante la tormenta

Evita acampar al lado de: postes o mástiles, en la orilla del bosque o debajo de árboles solitarios

Entonces...

El **riesgo** al estar en una tienda de campaña se puede **mitigar**

En el caso de las **casas remolques o rodantes con chasis metálico** actúan como **jaula de Faraday** al igual que el automóvil. Por lo tanto usted se encuentra protegido dentro de ellos.



¿Qué se hace en un barco durante una tormenta?

Nunca permanezca en la cubierta

No debe tocar objetos metálicos

Y...

Antes de la tormenta es conveniente tomar medidas de seguridad desde antes del comienzo de la tormenta.



Por ejemplo prolongar las líneas de guarda que protegen los mástiles y chimeneas metálicas hasta la superficie del agua con el fin que puedan servir de puesta a tierra.

## ¿Cómo protegerse en una tabla de surf?

En tablas de surf **no es posible** protegerse contra rayos.



¡Surfear durante una tormenta significa peligro de muerte!

Apenas se perciba que se acerca una tormenta debe acercarse a la orilla y **buscar protección**.

Si no le alcanza el tiempo acueste el mástil con la vela y póngase en **CUCLILLAS** en la tabla.



Con estas medidas aunque no se evita el peligro es posible disminuirlo

## ¿Qué tan seguro es un avión en una tormenta?

El impacto de un rayo en un avión en tierra o aire por regla no le hace nada, porque el **casco del avión protege** los pasajeros según el **principio de Faraday**.

Generalmente son más peligrosas las turbulencias durante una tormenta que el mismo rayo.

Por lo tanto pilotos experimentados vuelan alrededor de frentes de tormenta a una distancia segura.

# ¿Qué tan peligroso es hablar por teléfono durante una tormenta?

**Es muy peligroso**, puede ocasionarle la muerte o lesiones muy graves.



Sin embargo si el sistema telefónico cuenta “con seguridad DEHN” entonces puede hablar con toda confianza durante una tormenta

# ¿Puedo ver televisión durante la tormenta?

**Si...**

Su vivienda cuenta con un sistema integral de protección contra rayos y sobretensiones

**Entonces...**

Puede ver sus programas favoritos sin riesgos.



Los dispositivos de protección disipan la sobretensión de forma segura.



Recomendamos el dispositivo de protección DEHNgate.



Puede ser muy peligroso si no cuenta con las medidas de protección integral contra rayos SIPRA.



## ¿Puedo usar el computador durante una tormenta?

**Si...**

Tiene instalado dispositivos de protección de sobretensión específicos para:

- Conductores de señalización
- Suministro de corriente
- Tomas de antenas



Protección contra impacto indirecto de rayo

**Y...**

Tiene un sistema de protección externa contra rayos



Protección contra impacto directo de rayo



**Entonces...**

Puede trabajar en el PC o navegar por Internet con tranquilidad aun en situaciones climáticas extremas.



Puede ser muy peligroso si no cuenta con las medidas de protección integral contra rayos SIPRA.

## ¿Cuándo se hace peligroso el ducharse o bañarse?



Es peligroso **durante** una **tormenta eléctrica**, por eso es mejor no entrar a la ducha en esas condiciones.

## Si...

los ductos de agua metálicos no están incluidos en el sistema de puesta a tierra según la norma.

## Entonces...

En caso de impacto de rayo al menos una parte de la corriente de rayo podría buscar su camino por los ductos metálicos y llegar hasta la persona en la ducha.



Es necesario un Sistema Equipotencial instalado por un experto. En la barra equipotencial se conectan todas las partes metálicas de la casa al Sistema de Puesta a Tierra.



## Si...

Presenta:

- Molestias para ver y escuchar y presión alta
- Parálisis de nervios y músculos
- Pulso casi imposible de detectar
- Pupilas muy dilatadas
- Respiración lenta



Para comprobar la respiración: movimiento visible del tórax, ruidos de respiración perceptibles al oído, respiración perceptible por contacto con la mejilla



Es probable que la víctima tenga un paro cardiaco si está inconsciente y presenta posibles calambres

## Entonces...

Se **precisa ayuda rápidamente**: Informe al servicio de emergencia (Marque 123).

**Y...**

Comience **inmediatamente** con los **primeros auxilios**



**¿Qué  
medidas  
rápidas pueden  
salvar la vida de una  
víctima de  
rayo?**

**Si...**

Está consciente

**Entonces...**

Manténgalo despierto

No entre en pánico

No le quite la mirada

Tranquilice al herido



Siga estas instrucciones hasta que lleguen el médico o enfermeros

**Si...**

Está inconsciente

**Entonces...**

Acuéstelo de medio lado

Controle constantemente respiración y pulso

## Si...

No tiene ni pulso ni ritmo cardiaco

## Entonces...

Acuéstelo en el suelo boca arriba

Inicie inmediatamente el RCP



RCP: Reanimación Cardio Pulmonar

Incluye masaje cardiaco y respiración boca-boca:

Con las manos cruzadas presionar el esternón unos 5cm 30 veces, entonces aplicar respiración boca-boca 2 veces (30:2)

Se puede suspender cuando:

El accidentado presenta movimientos

El equipo médico se encarga de la reanimación

Respiración espontánea del tórax

Un médico lo ordene



¡No espere los primeros auxilios hasta que llegue la ambulancia!

# 5

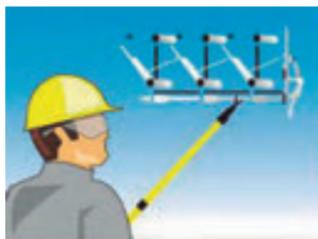
## Reglas de Oro

### para trabajo eléctrico

Los profesionales de la electricidad estamos comprometidos con la seguridad en el trabajo por eso siempre aplicamos estas **cinco reglas**:

1 ➤

Cortar en forma efectiva las fuentes de tensión y neutro



2 ➤

Bloquear en posición de apertura los aparatos de corte





Verificar  
ausencia de tensión <3



Poner a tierra  
y en cortocircuito <4



Delimitar  
y señalizar  
la zona de trabajo <5



Las personas deben estar capacitadas para  
prevenir accidentes de origen eléctrico

# ELECTRICIDAD: EFECTOS



Corriente (mA)	Resultado
1 - 3	No ofrece peligro de mantener el contacto permanentemente. Ninguna sensación o efecto.
8	Aparecen hormigueo desagradable, choque indoloro y un individuo puede soltar el conductor ya que no pierde control de sus músculos. Efecto de electrización.
10	Contracción muscular en manos y brazos, efectos de choque doloroso pero sin pérdida del control muscular, pueden aparecer quemaduras. Efectos de tetanización.
15 - 20	Este efecto se agrava
25 - 30	La tetanización afecta los músculos del tórax provocando asfixia.
> 30	Con menor o mayor tiempo de contacto aparece la fibrilación cardiaca la cual es mortal. Son contracciones anárquicas del corazón.



Los valores de la intensidad de corriente se encuentran en miliamperios



Tetanización: anulación de la capacidad de accionamiento voluntario de los músculos, contrayéndolos involuntariamente

# EQUIPOS DE SEGURIDAD



## ¿QUÉ OBJETIVOS SE CONSIGUEN?

**Proteger** a las **personas** que trabajan en instalaciones eléctricas contra los accidentes que puedan ocurrir, manteniéndolos a salvo y permitiendo **cumplir** con las **5 reglas de seguridad**.

## ¿POR QUÉ SON NECESARIOS?

Cuando se trabaja en instalaciones eléctricas existen factores de riesgos tales como:

- Contaminación
- Defectos técnicos
- Mala operación
- Objetos extraños

Además los trabajadores están expuestos a:

- Arcos eléctricos
- Caídas
- Electrocución
- Heridas
- Pinchazos

## **¿CONTRA QUÉ PROTEGE?**

Lesiones  
Quemadura  
Heridas  
Muerte

## **¿QUÉ PARTES DEL CUERPO NECESITAN MAYOR PROTECCIÓN?**

Cabeza  
Manos  
Ojos

## **¿CUÁLES RIESGOS MINIMIZA?**

Eléctrico  
Mecánico  
Térmico

## **¿CUÁLES SON LAS NORMAS QUE LO HACEN NECESARIO?**

### ***5 Reglas de Seguridad***

EN 50110-1, DIN VDE 0105-100

### ***Arcos Eléctricos***

IEC 61482

### ***Requisitos Eléctricos***

EN 50365

### ***Riesgo Mecánico***

EN 166, EN 177, EN 397

### ***Riesgo Térmico***

EN 407:2004, EN 388:2003, EN 166, EN 177, EN 397

# ELECTRICIDAD: PELIGROS

**#1** No es perceptible por los sentidos



**#2** Al tacto puede ser mortal



**#3** Al detectarla puede ser demasiado tarde



Solamente produce olor cuando en un corto circuito se descompone el aire apareciendo ozono



Es ESENCIAL estar debidamente aislado al trabajar con la electricidad



El cuerpo humano actúa como circuito entre dos puntos de diferente potencial



No es la tensión la que provoca los efectos fisiológicos sino la corriente que atraviesa el cuerpo humano



**¿SABÍAS QUÉ?**

# ¿SABÍAS QUÉ?

-  Alrededor de 100 rayos alcanzan la Tierra cada segundo.
-  El espesor de los rayos es menor que 2,54 cm.
-  En promedio, un rayo mide 1,5 km y el más extenso fue registrado en Texas y alcanzó los 190 km de longitud.
-  Cada día hay activas unas 2000 tormentas en el mismo momento en distintos lugares del planeta.
-  Cada año se registran 16 millones de tormentas con rayos.
-  Aun estando a 16 km del centro de una tormenta y con cielos despejados encima de ella, puede caer un rayo.
-  Los zapatos de hule no te protegen de recibir la descarga eléctrica de un rayo.
-  Toda la energía de todo tipo que consume el planeta en 7 años se encuentra contenida en un rayo.
-  Los rayos se consumen unos 600 millones de toneladas de hidrógeno, que se convierten en helio.
-  En promedio, los aviones reciben al menos un impacto de rayo por año.
-  Los lugares con más rayos por km cuadrado están principalmente en África.



## Herman Carepa Gaviria

El 24 de octubre del 2002 durante un entrenamiento del equipo de futbol Deportivo Cali una descarga eléctrica provocada por un rayo causo una tragedia recordada con dolor hasta el día de hoy.

Tres jugadores resultaron gravemente afectados: Herman "Carepa" Gaviria falleció inmediatamente, Giovanny Córdoba murió tres días después y Carlos Álvarez fue el único que pudo sobrevivir.



Florida es el estado de la Unión Americana más peligroso en lo concerniente a los rayos. Sin embargo, en términos per cápita, Nuevo México es el estado más peligroso.

Alaska es el estado menos peligroso, con ningún caso reportado de muertes causadas por rayos.



## Bena Tshadi

República Popular de El Congo

Los once futbolistas del **Bena Tshadi**, murieron durante un partido en 1998 alcanzados por un rayo. Los jugadores del Basanga, el equipo contrario, resultaron ilesos, debido a que sus zapatos eran con puntas (estoperoles) de goma, a diferencia de los del Bena Tshadi, que eran de metal. República Popular de **El Congo**

3.696 defunciones se registraron en los EE.UU. entre 1959 y 2003.

Los  
Rayos  
Pueden  
Matar

También pueden causar problemas cardíacos al que es alcanzado por uno. Las lesiones van desde quemaduras graves y daño cerebral permanente a la pérdida de memoria y cambios de personalidad.

Aproximadamente el 10% de las víctimas de rayos mueren y el 70% sufre graves efectos a largo plazo.

1 000 personas mueren al año a causa de los rayos.

En Estados Unidos, mueren 76 veces más personas por caídas de rayos que por ataques de tiburones.

# SITIOS DE INTERÉS

Listado de los sitios web más representativos e interesantes relacionados con la protección contra rayos y sobretensiones:

	<p><b>DEHN</b>          Infórmese sobre el reconocido fabricante Alemán DEHN + SÖHNE</p>	<p><a href="http://www.dehn.es">http://www.dehn.es</a></p>
	<p><b>DPS COMPARAR</b>          Compare DPS's y sus características para escoger la mejor opción</p>	<p><a href="http://www.dpscomparar.com">http://www.dpscomparar.com</a></p>
	<p><b>EDIFICIOS</b>          Encuentre recursos para hacer valer sus derechos ¡Edificaciones Seguras!</p>	<p><a href="http://www.edificios.com.co">http://www.edificios.com.co</a></p>
	<p><b>ELECTROPOL</b>          Contacte a los especialistas en protección contra rayos y sobretensiones</p>	<p><a href="https://www.electropol.com.co/">https://www.electropol.com.co/</a></p>
	<p><b>IDEAM</b>          Acceda a información hidrológica, meteorológica y ambiental de Colombia</p>	<p><a href="http://www.ideam.gov.co">http://www.ideam.gov.co</a></p>
	<p><b>NASA</b>          Observe y descargue fotografías satelitales en tiempo real</p>	<p><a href="http://trmm.gsfc.nasa.gov">http://trmm.gsfc.nasa.gov</a></p>
<p><b>SCITE</b></p>	<p>Indague sobre la actividad eléctrica atmosférica en Colombia</p>	<p><a href="http://www.scite.unal.edu.co">http://www.scite.unal.edu.co</a></p>
	<p><b>WEATHER CHANNEL</b>          Entérese del clima actual y sus pronósticos a nivel mundial</p>	<p><a href="http://www.weather.com">http://www.weather.com</a></p>

EL CANAL PARA SABER  
TODO SOBRE LOS RAYOS



[youtube.com/viviendoconrayos](https://www.youtube.com/viviendoconrayos)



[viviendoconrayos.blogspot.com](http://viviendoconrayos.blogspot.com)



<https://twitter.com/viviendorayos>



[www.facebook.com/pages/Viviendo-con-Rayos/](https://www.facebook.com/pages/Viviendo-con-Rayos/)

# **LIBRO RECOMENDADO**

*Manual de protección contra rayos*



DEHN + SÖHNE

Para conocer en profundidad la técnica de protección contra rayos les recomiendo este libro:

**BLITZPLANER: Manual de protección contra rayos**  
Es el **Manual de protección contra rayos**, que debe tener todo profesional de la electricidad:

Abarca toda la técnica desde la óptica de aplicación de las normas técnicas internacionales IEC 62305 y normas relacionadas.

Posee alto contenido técnico orientado a la práctica, el cómo se hace o cómo resolver y con qué solucionar.

Ofrece al lector abundante información sobre conceptos fundamentales y principios básicos a la protección integral contra rayos y sobretensiones.

Se presenta en un atractivo formato que aporta numerosas tablas, fotografías e información gráfica que complementa e ilustra los contenidos técnicos de los diferentes capítulos que lo conforma

## Contenido



Diseño de un sistema de protección contra rayos  
Ejemplos de aplicación  
Estado de la técnica para la instalación de sistemas de protección contra rayos  
Protección de sistemas eléctricos y electrónicos contra LEMP  
Protección externa contra rayos  
Protección interna contra rayos  
Selección, instalación y montaje de dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS)  
Sistema de protección contra rayos  
Valores característicos de la corriente de rayo

# Presentación

Autor: DEHN + SÖHNE  
Formato: LIBRO IMPRESO  
ISBN: 978-39813770-4-0  
Cubierta: Tapa Dura  
Páginas: 309  
Alto: 25 cm  
Ancho: 18 cm  
Idiomas: Español e Inglés



¡Descarga **GRATIS** en formato PDF!  
<http://www.electropol.com.co/blog/descargar-blitzplaner/>



Si desea adquirir una copia de este libro puede contactarnos a:

**comercial@electropol.com.co**

# FABRICANTE RECOMENDADO



DEHN + SÖHNE

#1 DEHN  
es calidad



La calidad no solamente tiene que ver con las materias primas, es una filosofía. Hacer las cosas bien es una mentalidad, y esto lo he visto en DEHN & SÖHNE.

Nunca en **18 años** que estamos usando sus productos hemos tenido un reclamo o encontrado un defecto de fábrica.

Como resultado me da mucha **confianza** debido a que manejamos **protección y seguridad**, los cuales son un **asunto muy serio**. En otras palabras son **algo de vida o muerte**.

Yo confío en la calidad DEHN, todos los productos **cumplen los más estrictos estándares de calidad** y poseen certificaciones reconocidas en los cinco continentes.

## #2 DEHN tiene experiencia

DEHN fue **fundada en 1911**, cuenta con más de 100 años de experiencia. Y recuerden la frase “La experiencia no se improvisa”.

Además pocas empresas están **dedicadas y focalizadas exclusivamente en protección contra rayos**. Es una pasión que veo en los fundadores, la familia DEHN, los aprecio por eso; su experiencia nos ha permitido aprender.

No solo he visto experiencia en el manejo de aplicaciones especiales de protección contra rayos, me refiero al tema de **investigación y desarrollo de soluciones**. Es asombroso conocerlos en este campo, sus **patentes se utilizan en todo el mundo**.

Han logrado consolidar un **equipo humano científico** que está ahí, haciendo aportes e innovación en el tiempo. ¡Felicitaciones!

# #3 DEHN lo tiene todo

**Suplen todas las necesidades** para completar un proyecto integral contra rayos y sobretensiones, estoy hablando de **más de 4.500 referencias de productos**.

Por ejemplo cuentan con una **línea completa en DPS** con todas las tensiones y toda la gama en:

- AC y DC
- Telecomunicaciones
- Oil & Gas

También todo en cuanto a:

- Protección externa contra rayos
- Sistemas de puesta a tierra
- Herramientas para maniobra con tensión

Uno puede diseñar con confianza cualquier proyecto, y suplir cualquier necesidad.

## #4 DEHN enseña

El conocimiento sobre un arte es muy valioso y quiero agradecer a DEHN quien de manera generosa me ha enseñado durante estos 18 años.

Sus seminarios son realmente destacados y me mantienen **actualizados permanentemente** con respecto a:

Cualquier cambio normativo

Nueva tecnología

Nuevo descubrimiento

Nuevas aplicaciones

DEHN enseña

## #5 DEHN lo comprueba

Me impresionaron los laboratorios **de pruebas de rayo y sobretensión de DEHN, únicos en el mundo.**

Pero más me impresionó que lo usaran para comprobar todos los productos que fabrican. No lanzan al mercado una aplicación hasta estar completamente seguros de su desempeño.

# #6 DEHN lo hace



Hoy la industria conoce el outsourcing, la maquila, la fabricación en China, Asia o cualquier país donde es más económica la mano de obra.

No obstante DEHN no se dejó seducir por ese fenómeno y hasta hoy ha continuado produciendo en su **única planta en Neumarkt Alemania, con mano de obra altamente cualificada y de experiencia.**

Eso le imprime un nivel extraordinario de calidad y competitividad a todos sus productos.

# #7 DEHN lo investiga ?

i + d + i

Comenzar con el estudio de una necesidad del mercado

Investigar una posible solución

Crear un prototipo, perfeccionarlo y probarlo

Construir un proceso de fabricación continuo, certificarlo, y ponerlo en las manos del cliente

Todo esto se logra cuando el músculo **de investigación y desarrollo está bien formado** y cuenta con el talento humano necesario.

## #8 DEHN lo desarrolla

Conocí en el año 2001 la fábrica en Neunmarkt y me impresionó:

El nivel de tecnología usado

Los procesos de fabricación en serie automatizados y robotizados

Los cuales han cambiado en la medida que nacen nuevos productos, entonces tienen que cambiar las máquinas.

Precisamente eso ha hecho DEHN, quien no para de innovar en este tema.

## #9 DEHN lo patenta

Tengo que manifestarlo públicamente: cada año DEHN está lanzando nuevas tecnologías nuevos inventos nuevos desarrollos.

Es de resaltar que todo se logra en la medida que se es dueño de la patente.

# #10 DEHN lo respalda



La trayectoria de la compañía DEHN, con más de 100 años, evidencia solidez.

Pero es más que eso es la gente que me ha estado atendiendo estos 18 años son los mismos, es el trato comercial, relaciones duraderas en el tiempo eso significa respaldo.



Visitar  
página

Descúbralo usted mismo en este recorrido por la fábrica:  
<http://youtu.be/O4tFjV0t03w>



DEHN ofrece soluciones de protección

# ¿POR QUÉ ESCOGERNOS?



**ELECTROPOL®**  
Especialistas contra rayos y sobretensiones

- #1 Profesionales:** Contamos con personal calificado y comprometido con el mejoramiento continuo
- #2 Especialistas:** Soluciones más efectivas en menos tiempo
- #3 Tecnología:** Innovación + Vanguardia de nuestros productos
- #4 Respaldo:** Cuando ocurra algún problema o eventualidad estamos presentes
- #5 Soporte:** Apoyo técnico para obtener no resultados promedios sino extraordinarios
- #6 Certificaciones:** No hay improvisación, hay procesos. Y los procesos dan tranquilidad
- #7 Experiencia:** Estamos mejor preparados para resolver sus problemas
- #8 Infraestructura:** Podemos entregar el producto o servicio en el momento correcto
- #9 Personalización:** Ajustamos nuestros productos y servicios a sus necesidades específicas
- #10 Legalidad:** Cumplimos las normas legales, haciendo las cosas correctamente

[www.electropol.com.co](http://www.electropol.com.co)



## Nacimiento<sup>1995</sup>

Nacimos el 8 de septiembre en Barranquilla, Colombia

Con el objeto de importar y comercializar productos eléctricos para protección integral contra rayos, equipos de medición eléctricos y equipos de seguridad industrial.



## Primeros Pasos<sup>1996</sup>

Para implementar nuestros primeros proyectos contamos con la consultoría del departamento técnico de DEHN IBÉRICA.

Posteriormente decidimos consultar directamente con el departamento técnico de DEHN & SÖHNE ALEMANIA.

## 2000 Representación Exclusiva

DEHN & SÖHNE nos otorga la representación exclusiva para Colombia.

Desde entonces somos responsables por el soporte técnico de productos y garantías de la marca DEHN.



## 2004 Departamento Técnico

Creamos nuestro propio departamento técnico, en donde se desarrollan los proyectos y asesorías a los clientes de Colombia.

## RUC2011

El Consejo Colombiano de Seguridad nos inscribe en el Registro Uniforme de Evaluación del Sistema de Gestión de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente para Contratistas del Sector de Hidrocarburos.

## 2013 Certificación SGI

Recibimos la certificación por parte de Bureau Veritas bajo ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, OHAS 18001: 2007.

Con el alcance “Comercialización y diseño de sistemas de protección contra rayos y sobretensiones”.

## ACTUALIDAD

Hemos avanzado en desarrollo técnico, infraestructura, servicio y experiencia; convirtiéndonos en especialistas en la protección contra rayos y sobretensiones.

Por ello implementamos proyectos para importantes clientes de los segmentos más representativos del mercado.

# NUESTRO VALOR AGREGADO



**ELECTROPOL**<sup>®</sup>  
Especialistas contra rayos y sobretensiones

Usted recibe nuestro valor agregado al producto en las siguientes formas:

- #1 Asesoría personalizada y en sitio
- #2 Acompañamiento de proyectos
- #3 Verificación de la instalación del producto
- #4 Soporte de productos
- #5 Consultoría permanente (Seguridad DEHN)
- #6 Prevención mediante estudios de riesgo por rayo
- #7 Ingeniería de detalles
- #8 Manual de procedimientos
- #9 Cubrimiento geográfico
- #10 Garantía de productos

[www.electropol.com.co](http://www.electropol.com.co)



# ELECTROPOL®

Especialistas contra rayos y sobretensiones

+16

Profesionales

Compartimos  
el conocimiento



18 años  
Experiencia

HECHO EN  
ALEMANIA

soporte técnico

Estamos para  
ESCUCHARTE

ISO 9001: 2008  
ISO 14001: 2004  
OHSAS 18001: 2007

BUREAU VERITAS  
Certification

N° 236767 / N° 236768 / N° 236769



Chat en línea

Línea 01 8000 510 161

Catálogos en línea

[www.electropol.com.co](http://www.electropol.com.co)

# NUESTROS SERVICIOS



## Ingeniería

Análisis de riesgo  
Apantallamiento  
Detalles de ingeniería  
Especificaciones DPS



## Capacitación

Conferencias  
E-Learning  
Seminarios  
Talleres



Visitar  
página



**ELECTROPOL**<sup>®</sup>  
Especialistas contra rayos y sobretensiones



## Diagnostico

Mediciones  
SIPRA



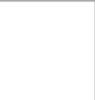
## Consultoría

Asesoría de proyectos  
Sistemas específicos  
Videoconferencia



Alquiler de  
herramientas

[www.electropol.com.co](http://www.electropol.com.co)

 **PRODUCTOS**



# TOP 5 CIMENTACIÓN



## TOMA DE COMPENSACIÓN

DE POTENCIAL \* Presión de prueba 0,5 bar

Libre de corrosión  
Sellada con prueba  
de presión O-ring\*

Tapa de plástico Snap-on

Tomillos:

M10: 35 mm (rosca: 40 mm)

M12: 15 mm (rosca: 20 mm)

### Aplicaciones

Para la conexión equipotencial de protección y / o compensación de potencial del conductor de derivación por ejemplo, al refuerzo de los edificios. Además está fabricada con terminales de puesta a tierra para la instalación fija en el concreto.

**Referencias recomendadas** 478011, 478019

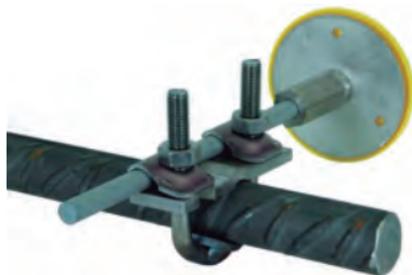
Fabricada en acero

Tipo U

Resiste corriente de cortocircuito de 65 kA

Arreglos: (II) = paralelo

(+) = Transversalmente



# GRAPA DE CONEXIÓN EN U

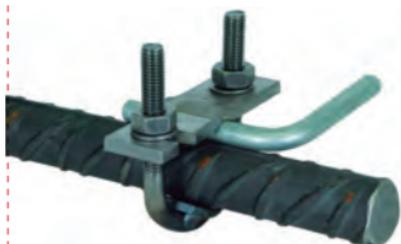
DE DOBLE SUJECIÓN

### Aplicaciones

Abrazaderas para conectar el refuerzo de acero estructural al conductor de derivación.

Para conductores redondos o terminales de conexión a tierra fija con fijación simultánea en el acero estructural.

**308046 Referencias recomendadas**



Fabricada en acero  
Tipo U  
Resiste corriente de  
cortocircuito de 65 kA

## U GRAPA EN CONEXIÓN

### Aplicaciones

Abrazaderas para conectar el refuerzo de acero estructural al conductor de derivación.

Referencias recomendadas **308045**

Tornillo: M12x65 mm  
Opciones:

Acero inoxidable  
Acero al carbono  
Diámetros:

8-16 / 15-25 mm  
3,0 / 2,0 mm



PARALELO  
DOBLE DIÁMETRO

## GRAPA CONEXIÓN CRUZ

### Aplicaciones

Grapa de conexión para uso universal como una cruz, abrazadera T y en paralelo, para la conexión de varillas de tierra o barras de refuerzo, en tres partes.

Referencias recomendadas **308041, 308040**

Fabricado en acero  
Tornillo de compresión para máxima  
fijación

Tornillo: M10x60 mm

Arreglos:

(+/II) 6-22 / 6-10 mm

(+) 6-22 / 40 mm



## GRAPA DE COMPRESIÓN

PARA GRANDES DIÁMETROS

### Aplicaciones

Para la conexión de los conductores redondos o terminales de conexión a tierra fija con fijación simultánea en el acero de estructural o de refuerzo.

Referencias recomendadas **308035**

# TOP10



## EXTERNA



Soporte  
**36**  
mm

Resistente  
a rayos  
**UV**

Referencia: 204003

**DEHN**snap®



Alternativa  
con adoquín  
de  
**1Kg**

Resistente  
a rayos

**UV**

**BASE**  
PLÁSTICA **PARA**  
**ADOQUÍN**

**Referencia: 253051**

Comprobada para  
**100 kA** rayo

**Gran**  
resistencia  
mecánica

**Referencia: 390051**



**GRAPA**  
MULTIFUNCIÓN



**KIT** PUNTA  
CAPTADORA

**Base + Grapa + Punta**  
varias longitudes

**Referencias:**

**297015 + 392060 + 483154/S**



# ALAMBRÓN ALUMINIO 6201



Referencia: 860927



**Compatible**  
con varios metales

**Lámina**  
separadora de  
conductores



**Resistentes**  
a la **corrosión**  
galvánica

**GRAPA**  
CON  
**SEPARACIÓN**  
**GALVÁNICA**

Referencia: 459129



**Punta**  
captadora  
**aislada**  
con distancia  
de separación

**Varias**  
alternativas  
de **tamaño**  
y **soportes**

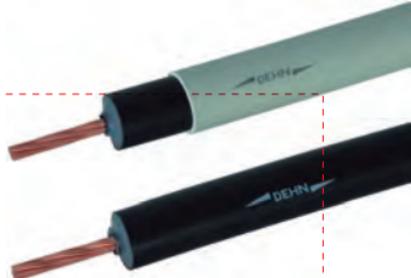
◀ **MÁSTIL**  
 **AISLADO**

Referencia: 105440

# HVI

®long-Leitung

Referencia: 819136



ELIMINE  
RIESGO DE  
CHISPAS



# CABLE CUI

Cable aislado

ELIMINA  
EL RIESGO  
DE TENSIONES  
de toque en los bajantes de  
protección contra rayos

Referencia: 830 208



*Para  
compensación  
de potencial*

*Varias  
Alternativas*

# SPARK GAP

Incluye  
zonas Clasificadas  
**Ex**

Referencia: 923100

# TOP10 INTERNA

*Mínimas necesidades de espacio  
Resistentes a vibraciones y golpes (Vds)*

## **PROTECCIÓN CONTRA RAYOS Y SOBRETENSIONES**

Descargadores combinados, para proteger contra:

Rayos  
Sobretensiones

Para instalarlos en:  
Subestaciones eléctricas  
Tableros generales  
Tableros de distribución



DEHNvenCI®

Referencia: 951205

Clase I + II  
Fusible previo integrado  
Descargador combinado con  
tecnología RADAX Flow  
Wave Control Function

Clase I + II  
Coordinación energética Tipo 1  
+ Tipo 2 + Tipo 3  
Wave Control Function

Referencia: 951405



DEHNventil®  
M TNS 255 (FM)

Clase I + II  
Coordinación energética  
Tipo 1 + Tipo 2 + Tipo 3  
Wave Control Function

Referencia: 941400



DEHNshield® TNS 255



Clase I + II  
Coordinación energética  
Tipo 1 + Tipo 2 + Tipo 3  
Wave Control Function

Referencia: 961115

## DEHN**bloc**® M 1 150 FM

Clase I  
Fusible previo integrado  
Instalar directamente sobre  
la barra de Protección PE

Referencia: 900220



## DEHN**bloc**® Maxi 255 S

Clase I  
Para aplicaciones D.C.

Referencia: 971126



## DEHN**secure**® M

## PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

Ideal para:

Tableros de distribución residenciales y oficinas

Tableros de automatización y control



Clase I  
200 kA  $I_{imp}$  10/350  $\mu$ s. por polo

Referencia: 900230

## DEHNsolid®

Clase II  
120/208 V  
no requiere fusibles previos

Referencia: 952323



## DEHNguard® M TT 150



Clase III

Referencia: 953209

## DEHNrail® M 2P 150 FM



Tecnología ActiVsense  
Tecnología LifeCheck  
Voltaje de 0 hasta 180 Voltios  
Para protección de señales de datos

Referencia: 920349

BLITZDUCTOR® XTU

# GLOSARIO

**AC:** Alternating current (inglés), Corriente alterna (español)

**BCP:** Business Continuity Planning

**DC:** Direct current (inglés), Corriente directa (español)

**DPS:** Dispositivo de Protección contra Sobretensiones

**I+d+i:** Investigación, Desarrollo, Innovación

**IEC:** International Electrotechnical Commission

**Jaula de Faraday:** Es una caja metálica que protege de descargas eléctricas, ya que en su interior el campo eléctrico es nulo.

**LEMP:** Lighting Electromagnetic Impulse (inglés), Impulsos Electromagnéticos de Rayo (español)

**LPZ:** Lightning Protection Zones (inglés), Zonas de Protección contra Rayos (español)

**NTC:** Norma Técnica Colombiana

**RCP:** Resucitación Cardiopulmonar

**Resiliencia:** Capacidad de recuperarse de un desastre y levantar la contingencia

**RETIE:** Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

**SEMP:** Switching Electromagnetic Pulse (inglés), Impulsos Electromagnéticos de Conmutaciones (español)

**SIPRA:** Sistema Integral de Protección contra Rayos

**WCF:** Wave Control Function (inglés), Coordinación energética con equipo final (español)

**ZCIT:** Zona de Confluencia Intertropical

# BIBLIOGRAFÍA

## **Traducción del Nuevo Mundo de las Santas Escrituras**

Watch Tower Bible and Tract Society of Pennsylvania  
1987

## **Perspicacia para comprender las Escrituras**

Watch Tower Bible and Tract Society of Pennsylvania  
1991

## **Blitzplaner: Manual de protección contra rayos**

DEHN & SÖHNE  
2007

## **Tierras: Soporte de la seguridad eléctrica, 4ta Edición**

Casas Ospina, Favio  
2008

## **Protección contra rayos, 2da Edición**

Torres Sanchez, Horacio  
2010

## **Overtoltage protection of low voltage system, 2nd Edition**

Hasse, Peter  
2000

**Elektromagnetische Verträglichkeit in der Elektroinstallation:  
Planung, Prüfung, Errichtung**

Schmolke, Herbert – Chun, Erimar – Soboll, Reinhard –  
Walfort Johannes  
2007

**Schutz von IT-Anlagen gegen Überspannungen**

Ackermann, Gerhard – Hönl Robert  
2006

**DIN VDE 0100**

Krefter, Karl-Heinz  
2006

**Überspannungsschutz in Verbraucheranlagen:  
Auswahl, Errichtung, Prüfung**

Raab, Veiko  
2003

**Blitzableiter planen und montieren**

Geist, Hans-Joachim  
2002

**EMV – Blitzschutz von elektrischen und elektronischen  
Systemen in baulichen Anlagen**

Hasse, Peter – Ulrich Landers, Ernst – Wisinger, Johannes  
– Zahlmann, Peter  
2007

**Handbuch für Blitzschutz und Erdung**

Hasse, Peter – Wiesinger, Johannes – Zischank, Wolfgang  
2006

# Contactenos



## Colombia

Armenia	7357576
Barranquilla	3856525
Bogotá	7447844
Bucaramanga	6972466
Buenaventura	2978446
Cali	4850225
Cartagena	6933017
Cúcuta	5955706
Girardot	8886973
Ibagué	2771331
Manizales	8918844
Medellín	6049436
Montería	7894650
Neiva	8631871
Pasto	7374436
Pereira	3401423
Popayán	8368033
Santa Marta	4365080
Sincelejo	2765428
Tunja	7473860
Valledupar	5898494
Villavicencio	6849231
Yopal	6333796



## Panamá

Ciudad de Panamá  
+507 8365052



## República Dominicana

Santo Domingo  
+1 (829)9548292

### **ELECTROPOL LTDA.**

[www.electropol.com.co](http://www.electropol.com.co)  
[info@electropol.com.co](mailto:info@electropol.com.co)

Línea Nacional: 01 8000 510 161  
PBX: 575 3782522 - 575 3784079  
Cel.: 57 310 6302917

#### **Encuétranos en:**

[facebook.com/electropolcolombia](https://facebook.com/electropolcolombia)  
[youtube.com/electropolcolombia](https://youtube.com/electropolcolombia)  
twitter @electropol  
[youtube.com/viviendoconrayos](https://youtube.com/viviendoconrayos)

#### **Encuentre noticias sobre rayos en:**

<http://viviendoconrayos.blogspot.com/>

Carrera 42H N° 87 – 67 Barranquilla, Colombia

