



## XIX SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

### Título

**Homologación de Pararrayos con Dispositivo de Cebado (PDC) en Cuba, una experiencia comenzada hace más de 20 años.**

### Title

*Earlier Streamer Emission terminals (E.S.E.) homologation in Cuba, an experience that began more than 20 years ago.*

**Autor:** Ing. Orelvys Prado Sañudo. Especialista Principal APCI GSI UEB Centro Oeste.  
Santa Clara, CUBA, [orelvys@apci.cu](mailto:orelvys@apci.cu)

### Resumen

El presente trabajo analiza la conveniencia de la decisión tomada en 1997, en la República de Cuba, de autorizar su uso en el país de los Pararrayos con Dispositivo de Cebado, a través de un proceso de homologación. Tal acción fue protagonizada por el Cuerpo de Bomberos, en la figura de la Agencia de Protección Contra Incendios (APCI), a quien se le dio la tarea de estudiar y profundizar en el conocimiento de tales tecnologías.

Tras 24 años de aquella decisión este documento analiza los antecedentes, las razones que llevaron a su homologación, los requisitos de homologación, así como el proceso de normalización. Para completar se tiene en cuenta el análisis de resultados realizado por la APCI a partir de los datos e información propios sobre los PDC proyectados e instalados en Cuba, para lo cual se consideró el número de dispositivos instalados, el cálculo de la frecuencia esperada de rayos promedio, la distribución promedio anual de descargas a tierra y las dimensiones de un edificio típico.

Se analiza también la importancia económica que para nuestro país ha tenido la gran diferencia de costes por sistema de protección instalado, cuando se comparan los precios de sistemas pasivos con sistemas PDC, especialmente cuando se trata de protección en áreas extensas y complejas, lo que ha permitido realizar un número mucho mayor de instalaciones con la inversión disponible.



**Abstract:**

*This paper analyzes the convenience of the decision taken in 1997, in the Cuban Republic, to authorize the use in the country of Lightning Rods with Early Streamer Emission (E.S.E. rods), through a process of homologation. Such action was carried out by the Fire Department, in the figure of the Fire Protection Agency (APCI), who was systems given the task of studying and deepening the knowledge of such technologies.*

*After 24 years of that decision, this document analyzes the antecedents, the reason that led to its homologation, the homologation requirements, as well as the standardization process. To complete, the analysis of results carried out by the APCI based on the data and information taken from the ESE's systems projected and installed in Cuba, for which the number of devices installed was considered, the calculation of the expected frequency of lightning strikes, the average annual distribution of ground discharges, and the dimensions of a typical building.*

*The economic importance that the great difference in cost per installed protection system has had for our country is also analyzed, when the prices of passive systems are compared with ESE systems, especially when it comes to protection in large and complex areas, which has allowed to carry out a much larger number of installations with de same investment.*

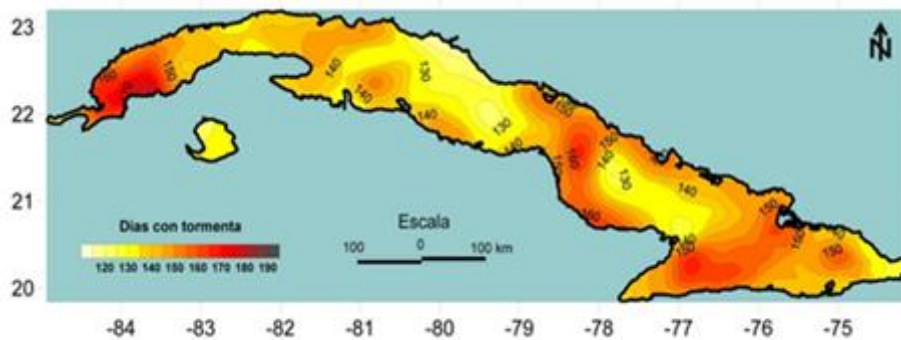
**Palabras Clave:** Pararrayos; Pararrayos con Dispositivo de Cebado, Homologación; Protección contra Rayos.

**Keywords:** *Lightning's rods; E.S.E. rods; Homologation process; Lightning Protection*

## **1. Introducción**

La seguridad integral frente al rayo tiene una importancia de primer orden en Cuba, debido al elevado número de días tormentas por año, lo que hace a la isla uno de los países con mayor incidencia de rayos en el mundo, y, en consecuencia, donde el índice de muertes y daños es mayor.

Adicionalmente a estos ya altos indicadores, en los últimos años Cuba ha experimentado un aumento del orden de 40 días tormentas (nivel ceráunico) en prácticamente todos los territorios. De este modo se alcanzan valores entre 110 y 170 días con tormenta anual, distribuidos a lo largo de toda su geografía. La figura que sigue muestra la distribución de este indicador, según el estudio más reciente [1] realizado en la isla, en el año 2020.



**Fig. 1** Distribución espacial del número promedio anual [1] de días con tormenta (nivel ceráunico) para Cuba (carta base escala 1:250000)

Pese al control y seguimiento, que de manera institucional se hace de la protección contra rayos, estos constituyen hoy día la primera causa de muerte por fenómeno natural, razón por la que sigue siendo una prioridad la debida atención a este fenómeno.

## 2. Antecedentes

En el año 1995, se crea la Agencia de Protección contra Incendios (APCI), entidad perteneciente al Sistema de Protección contra Incendios de la República de Cuba y cuyo eslogan en su Manual de Identidad es *“la única decisión sabia”*. Lo anterior apunta directamente a los objetivos de la protección, destacándose que la mejor opción no es combatir el incendio, sino protegerse contra su ocurrencia, tomando las medidas que correspondan para tal consecución.

Dos años más tarde, en 1997, al no existir una reglamentación necesaria para los trabajos relacionados en la protección contra rayos, el Cuerpo de Bomberos, a través de la APCI, tomó la decisión de establecer el necesario ordenamiento ante el importante número de Pararrayos con Dispositivo de Cebado (PDC's) que se venían instalando en Cuba desde



hacia algunos años, debido a la gran demanda de protección frente a este fenómeno meteorológico tan frecuente y destructivo en nuestro país.

Para ello organizó y ejecutó, un proceso de homologación de los captadores de este tipo, lo cual serviría para regular la comercialización y el uso en el país de aquellos, exigiendo a tales dispositivos; que cumplieran con las exigencias de calidad establecidas, que procedieran de fabricantes reconocidos y que contaran además con los ensayos de laboratorios correspondientes, además de los requisitos establecidos en las normas vigentes en esta temática, principalmente la norma española UNE 21186, ante la inexistencia de normas cubanas al respecto.

Por otro lado, y debido a la desactualización de las normas propias [2] para el uso de sistemas pasivos de protección contra el rayo, se venía desde entonces utilizando la norma internacional [3].

### **3. El proceso de normalización. La norma cubana NC 1185**

Este proceso de homologación no bastó para resolver la problemática relacionada con el uso de tecnologías de protección contra el rayo, se hacía evidente la necesidad de una norma nacional muy práctica que unificara todos los criterios y tecnologías de protección, tanto los sistemas pasivos y/o convencionales, como sistemas activos (PDC's).

Ambos sistemas se habían venido utilizando en la protección contra el rayo en Cuba, con resultados satisfactorios en su uso, aunque reconociendo que los de tecnología PDC's constituían la mayoría de instalaciones ejecutadas. Tal preferencia a los sistemas activos fue debido, en lo fundamental, a dos razones: por un lado, la diferencia de costos por instalación entre ambas tecnologías y, por otro, a la dificultad de aplicar los criterios técnicos de las normas [4][5], a edificaciones existentes, con espacios limitados y restricciones arquitectónicas. En tales edificaciones se hace muy complejo, y costoso, lograr una solución que garantice el cumplimiento de los requerimientos que se indican en las mismas, quizás más pensadas para nuevos edificios.

Tal norma nacional sería de uso intensivo por **projectistas** en general, así como por aquellos dedicados a estos sistemas especializados, **instaladores** (empresas debidamente Certificadas por la APCI), **fiscalizadores** (autoridades competentes como Cuerpo de



Bomberos y APCI), así como por **usuarios finales** (entidades en las cuales se ejecutan los sistemas de protección contra el rayo).

Debido a lo anterior, se logra elaborar el borrador de la pretendida norma, acción que tuvo la participación de un grupo de expertos de la APCI, del Cuerpo de Bomberos, de especialistas de diversas entidades gubernamentales, empresas públicas de proyectos e instalación, así como grandes usuarios. Tal documento fue aprobado por el CTN #13, de protección contra incendios, presentado a la Oficina Nacional de Normalización (ONN), y refrendado por esta como norma cubana a través de la Resolución No. 111 de 2017 de la directora general de la ONN [7]. Resultaba entonces la **NC 1185: 2017 Protección contra rayos - Seguridad integral frente al rayo** [8] (Obligatoria), que sustituyendo a la NC 96-02-09: 1987, representaba un importante paso en la normalización y ordenamiento de tales sistemas.

#### **4. Revisión de la norma NC 1185**

Al cabo de más de un año de vigencia de la NC 1185:2017, y estando ya en uso por gran parte de los especialistas del país relacionados con este tema, se solicita la revisión del referido documento por el presidente del Comité Técnico de Normalización No. 64 "Pararrayos", sugiriendo que los apartados referentes a la instalación de PDC's pasaran a ser informativos, en alegación a que:

- ✓ el uso de los PDC's no se contemplaba en los requerimientos de las normas NC – IEC 62305,
- ✓ con la utilización de los PDC's se incrementaban los daños a los equipos electrónicos dentro de las edificaciones y,
- ✓ no existía un fundamento teórico que justificara el funcionamiento de los PDC's, aunque reconocía la existencia de miles de instalaciones de ese tipo en Cuba con resultados satisfactorios, y con una favorable relación costo de instalación – beneficios, dada la poca existencia de eventos no deseados.

Posterior a esto se llevó un proceso de revisión por parte del Comité Técnico de Normalización No. 13 (CTN # 13) del Cuerpo de Bomberos, así como otros especialistas competentes de entidades, organismos estatales y centros de estudios e investigación universitarios, quienes coincidían en su gran mayoría sobre el mantenimiento de la norma



**III Convención Científica Internacional 2021**  
**Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas**  
**La Innovación, contribuciones, desafíos y perspectivas para el Desarrollo Sostenible**

en su forma original, no existiendo motivos reales de modificación del texto, basándose para ello en la experiencia positiva con el empleo de este tipo de dispositivos a lo largo de más de 20 años.

Como conclusión de dicho proceso de revisión, el Comité Técnico de Normalización No. 13 (CTN # 13) y la Oficina Nacional de Normalización (ONN), realizan una reunión el lunes 29 de julio de 2019, con la presencia y participación de la APCI, Cuerpo de Bomberos de la República de Cuba, los Ministerios del Interior, de las Fuerzas Armadas, del Turismo, del Comercio Interior, de Salud Pública, de Energía y Minas y de Comunicaciones, la Universidad Central de Las Villas, así como empresas estatales de proyecto, instaladoras y grandes usuarios finales, que por unanimidad solicitaron el mantenimiento de la norma. Como resultado de este proceso la ONN decidió mantener la norma con el mismo número y nombre original, NC1185 del 2020 Protección contra Rayos – Seguridad Integral frente al Rayo, publicada en enero de 2020 [9], atendiendo a:

- ✓ La experiencia positiva del uso en Cuba, en la protección frente al rayo, de todo tipo de edificaciones mediante PDC's sin incidentes significativos de fallos,
- ✓ La falta de base técnica o empírica sobre el planteamiento de que el uso de PDC's incrementaba los daños a los equipos electrónicos dentro de las edificaciones.
- ✓ La no existencia de contradicción técnica con otras normas existentes en el país, así como
- ✓ El riguroso proceso establecido por la APCI para el control y uso de estos dispositivos, referentes a la Homologación de Productos, la Certificación de entidades y el personal de estas.

Este último aspecto abarca la realización de proyectos, la instalación y mantenimiento de los Sistemas de Protección contra el Rayo. Incluye también la Certificación de Recepción y Puesta en Explotación de los mismos una vez concluidos, así como la Verificación posterior de su instalación. Todo lo anterior garantiza un seguimiento y control posterior de las condiciones de seguridad establecidas previamente, proceso que abarca desde el diseño, la evaluación, los productos utilizados, hasta la puesta en servicio.



## 5. Resultados

Posterior a este análisis, y para corroborar la eficacia de la decisión tomada en 1997 de Homologar los PDC's en Cuba, se toman datos referenciales de un interesante trabajo [9], en el cual se expone comparativamente la cantidad de sistemas pasivos y PDC's en Cuba, así como la incidencia de efectos negativos en ambas, atendiendo a los años acumulados de servicio del total de instalaciones. La tabla que sigue pertenece a dicho estudio.

Nº total instalaciones	Instalaciones con PDC	Instalaciones pasivas	Incidencias en instalaciones con PDC	Incidencias en instalaciones con pasivos	Años acumulados de servicio del total de instalaciones
9271	8433	838	19	5	101981

**Fig. 1.** Distribución de instalaciones de SPCR en Cuba. [10],

En los registros expuestos anteriormente, se han encontrado un total de 24 incidencias, lo que constituyen aproximadamente un 0.26% del total de las instalaciones. De estas incidencias, 19 se han producido en SPCR basados en PDC's, lo que supone un 0.23 % sobre el total de instalaciones con PDC's y 5 en SPCR convencionales, esto es un 0.6 % sobre el total de instalaciones con SPCR convencionales, o sea, el número de incidencias en las instalaciones con PDC's es menor que en las instalaciones pasivas.

En el análisis de las incidencias, se han encontrado dos tipos de ellas:

- Daño en la estructura: los daños identificados incluyen pequeñas grietas, así como desperfectos de escasa importancia en cubiertas y esquinas.
- Daño en el terminal captador: tienen que ver con la rotura del captador, quedando fuera de servicio, aun cuando fue capturada la descarga, derivada a tierra, sin que se produjeran daños en la estructura.

En el caso particular de la provincia de Villa Clara, se puede afirmar que hasta octubre de 2011 existían 790 instalaciones protegidas con Pararrayos con Dispositivo de Cebado (PDC's), lo que se correspondía con el 11.38 % del total de los instalados en Cuba. Hasta esa fecha sólo se reportaron dos incidentes de daños, ambos en la zona hotelera de la cayería norte, con alta incidencia de rayos y numerosas instalaciones hoteleras protegidas





todas con PDC's. Uno en el Hotel Villa Las Brujas, pero que luego en el análisis realizado para la compañía de seguro se demostró que el impacto directo fue en el propio captador PDC y los daños asociados, fueron provocados por efectos secundarios (sobretensiones), en ese momento no implementado el sistema de protección interno. El otro incidente se produjo en el Hotel Ensenachos, provocando la ruptura de una decoración exterior del Lobby en el Edificio Principal, ubicada dentro del volumen protegido por el pararrayos. El reporte de averías comprobó que no se cumplió la altura de montaje de seis (6) metros por encima de la cubierta a proteger, con lo cual la zona protegida no era la correcta. Ambos eventos, como se aprecia, no apuntan a fallos en los elementos de captura.

## **6. Diferencia de costos de instalación entre tecnologías de protección contra el rayo**

Durante mucho tiempo se ha evidenciado una drástica reducción de costes, tanto en materiales como en labores de instalación, en el uso de los sistemas con PDC's.

En lo que sigue se presenta el resultado de un estudio, y consiguiente análisis comparativo, para una instalación real. Los datos se toman de dos ejemplos de la misma instalación, es decir, empleando una u otra tecnología.

Para dicho análisis se tuvo en cuenta;

- ✓ la cantidad de materiales a emplear para soluciones idénticas en cuanto a dimensiones de la estructura a proteger ( $A$  (largo)  $\times$   $B$  (ancho)  $\times$   $H$  (altura)),
- ✓ las garantías de Nivel de Protección contra el Rayo (Externo, Interno y SPAT), con tecnologías de protección contra el rayo pasivas o convencionales y PDC's,
- ✓ el hecho de que fueran instalaciones reales, trabajadas y licitadas para su instalación en el 2016.

El estudio comparativo ofrece un coste de 38 494.92 USD para el sistema pasivo o convencional, mientras el sistema activo, con el empleo de PDC's, alcanza los 6 134.69 USD. De lo anterior resulta en una disminución de 32 360.23 USD en costos directos de materiales empleados.

El cálculo completo debería incluir el coste de los trabajos de instalación, lo cual sería significativamente superior también en el caso de los pasivos, debido a que mucha mayor





cantidad de material implicaría lógicamente mayor cantidad de labores en obra, y por tanto mayores importes de mano de obra, transporte y aseguramientos en general.

El ejercicio comparativo de costes, manteniendo las garantías y calidad de la protección, propició la aprobación de la variante con PDC's, la misma que en la actualidad está en uso, sin existir evidencias de eventos no deseados en las mismas.

## **7. Conclusiones.**

Tras el análisis de la información colectada en todos estos años, acerca de los sistemas y tipos de ellos instalados, así como todo el desarrollo normativo experimentado, tenemos a bien concluir sobre los siguientes aspectos:

- i. La decisión, en 1997, de homologar los Pararrayos con Dispositivo de Cebado en Cuba fue acertada a la vista de los resultados de protección obtenidos.
- ii. Considerando todo este tiempo transcurrido, 24 años, conviene ratificar la consolidación de la práctica y la eficacia de esta tecnología.
- iii. El evidente menor coste por instalación de PDC's, en relación con los sistemas pasivos o convencionales, ha permitido incrementar significativamente el número de edificaciones protegidas en nuestro país. En el ejemplo comentado arriba, la reducción de costes, solo en materiales, es del 84 %.
- iv. En términos generales, el costo de una instalación de tipo convencional frente a una de tipo activo, de acuerdo a la extensión y complejidad de las estructuras a proteger, oscila entre dos y diez veces superior.
- v. El número de instalaciones protegidas con PDC's ha crecido aproximadamente un 60% en los últimos 10 años, sin reportes de eventos indeseados.



## 1. Referencias.

- [1] Escudero, Lourdes Álvarez y Montejo, Israel Borrajero, Revista Cubana de Meteorología, Vol. 26, No. 2, Abril -Junio 2020, ISSN: 2664-0880.
- [2] Protección contra Incendios, NC 96-02-09: Protección contra Descargas Eléctricas Atmosféricas. Clasificación y Requisitos Generales, Obligatoria, 1987.
- [3] Comité Electrotécnico Internacional, IEC 1024-1-1 Protección de Estructuras, Parte 1: Principios Generales: 1993-08.
- [4] International Electrotechnical Committee, "IEC62305-1: Protection against lightning – Part 1, 2006. International Electrotechnical Committee, "IEC62305-2: Protection against lightning – Part 2, 2006. International Electrotechnical Committee, "IEC62305-3: Protection against lightning – Part 3, 2006. International Electrotechnical Committee, "IEC62305-4: Protection against lightning – Part 4, 2010.
- [5] Oficina Nacional de Normalización, "NC IEC 62305-1: 2016. Protección contra Rayos — Parte 1: Principios Generales, NC IEC 62305-2: 2009. Protección contra Rayos — Parte 2: Gestión del Riesgo, NC IEC 62305-3: 2016. Protección contra Rayos — Parte 3: Daño Físico a Estructuras y Riesgo Humano y IEC 62305-4: 2010 Protección contra Rayos - Parte 4: Sistemas Eléctricos y Electrónicos en Estructuras".
- [6] Comité Técnico de Normalización No. 13 (NC/CTN # 13), Protección contra Incendios.
- [7] Oficina Nacional de Normalización, Resolución No. 111 de 13 julio de 2017 de la directora general de la ONN, aprobación de Normas Cubanas.
- [8] Oficina Nacional de Normalización, NC 1185: Protección contra Rayos - Seguridad Integral frente al Rayo, Obligatoria, 2017.
- [9] Castillo, Yasser Gálvez, Agencia de Protección contra Incendios, Cuba, "Experiencia positiva de la protección externa contra el rayo en Cuba: validación empírica de los pararrayos con dispositivo de cebado", 2020.