

# PARTE 1: Estudio a largo plazo en relación con el desempeño de los captadores con dispositivos de cebado en una región de gran actividad cerámica

Z. A. Hartono e I. Robiah

*Lightning Research Pte. Ltd.*

*Correspondencia: 457 Jalan B11, Taman Melawati*

*53100 Kuala Lumpur, Malasia*

*Correo electrónico: zahartono@ieee.org, robiah@ieee.org*

**Resumen – El nivel de gran actividad cerámica en Malasia convierte a ese país en el lugar ideal para probar en campo los captadores de rayos. El uso generalizado de captadores con dispositivos de cebado (ESE, por su sigla en inglés) permitió estudiar su desempeño en condiciones de descargas atmosféricas reales. Los datos de daños por impactos de rayos que habrían tardado décadas en recolectarse en regiones de poca actividad cerámica pueden realizarse sólo en cuestión de unos pocos años. Mediante el método de predicción de intercepciones de descargas atmosféricas desarrollado por los autores, fue posible obtener fotografías previas y posteriores a los impactos de los edificios afectados. La falla de estos captadores ESE para interceptar impactos de rayos cercanos implica un riesgo inaceptable para la seguridad pública. Una versión anterior de este estudio fue presentada ante la *National Fire Protection Association (NFPA – EE.UU.)* en 1999 como parte de una revisión de la eficacia de los captadores ESE.**

**Palabras clave:** captadores o captores con avance de cebado (ESE, por su sigla en inglés), puntas Franklin, intercepción de rayos.

## 1. Introducción

El nivel de gran actividad cerámica en Malasia convierte a ese país en el entorno ideal para la realización del estudio del desempeño real de los captadores con avance de cebado (ESE) en condiciones de descargas atmosféricas reales. Los captadores ESE son los sucesores de los captadores radioactivos cuyo uso fue prohibido en muchos países desde fines de la década del '80. Se afirma que los captadores ESE son capaces de ofrecer un radio de protección de hasta 100m alrededor de las estructuras sobre las cuales están instalados.

Dicho estudio se inició a fines de la década del '80, después de observarse que habían caído rayos en la mayoría de los edificios equipados con dispositivos ESE. El uso de fotografías antes y después de los impactos en edificios con este tipo de captadores comenzó a principios de la década del '90, después de que algunos profesionales académicos y del campo de la ingeniería de Malasia dudaron del uso de las primeras fotografías de edificios dañados por rayos. Estas fotografías ofrecían evidencia directa del desempeño de los captadores ESE en condiciones de descargas atmosféricas reales. La primera fotografía exitosa posterior a un impacto fue tomada en agosto de 1993,

sólo nueve meses después de haber tomado la fotografía anterior al impacto. En promedio, la duración entre las fotografías previa al impacto y posterior a éste es de aproximadamente 2 años.

El estudio fue llevado a cabo en numerosos edificios altos y bajos que tenían instalados captadores convencionales y no convencionales (ESE). La mayor parte del estudio fue realizado sobre edificios localizados en las proximidades de Kuala Lumpur y Shah Alam, dos ciudades donde anualmente se producen un promedio de 250 días con tormentas eléctricas.

Los estudios de casos presentados ante la NFPA ofrecieron evidencia irrefutable de los impactos de rayos en los edificios después de la instalación de captadores ESE. Indican que la presencia de varios captadores ESE en el mismo edificio o en edificios adyacentes, igualmente resultaron en impactos de rayos en uno o varios de esos edificios.

Durante los últimos años se ha incrementado de manera significativa el número de casos donde el lugar del daño de un rayo (o punto de impacto) tuvo lugar muy cerca del terminal captador ESE. La proximidad tan cercana de los puntos de impacto de los captadores sugiere que su eficacia está por debajo de la del terminal captador convencional (es decir, la punta Franklin) posicionado en forma correcta.

Estudios realizados en edificios equipados con puntas Franklin también exhibieron puntos de impacto similares cuando dichas puntas no estaban instaladas en las posiciones de mayor riesgo. Basado en esta comparación, llegamos a la conclusión de que no se obtiene ventaja alguna con el uso de captadores ESE para proteger el edificio contra impactos de rayos directos.

## 2. Estudios acerca de la eficacia de captadores ESE.

Se han llevado a cabo numerosos estudios para verificar las afirmaciones efectuadas por los fabricantes de captadores ESE.

Un estudio de prueba en un laboratorio de alta tensión en relación con las puntas radioactivas y de corona realizado por Bouquegneau [1] demuestra explícitamente que no hubo influencia alguna en la probabilidad de impacto.

En un estudio llevado a cabo por Mackerras y otros [2] sobre el desempeño en campo de las puntas radioactivas, se informó acerca de varios casos de fallas, con los puntos de impacto dentro de la zona de protección afirmada de los dispositivos ESE.

En otro estudio realizado por los mismos autores, Mackerras y otros [3] en relación con los captadores ESE, un análisis sencillo demuestra que los bordes de un edificio no estarán protegidos por este tipo de captadores. El estudio fue presentado ante el Grupo de Trabajo 33.01.03 de CIGRE "Intercepción de rayos" para el encuentro técnico que tuvo lugar en Milán, Italia, en mayo de 1995.

En un estudio llevado a cabo por Hartono y otros [4], [5] que utiliza los datos de campo reales recolectados en relación con la distribución de daños por impactos de rayos en edificios, varios edificios equipados con estos dispositivos ESE no escaparon a los impactos de rayos directos. Algunos de estos datos también fueron presentados ante el mismo grupo de trabajo de CIGRE, según se mencionó anteriormente.

Para comprender mejor este tema, Rakov y Uman [6] proporcionan un análisis integral y crítico de estos captadores ESE.

### 3. Estudios de casos de impactos de rayos en edificios equipados con captadores ESE.

El estudio fue llevado a cabo tomando fotografías previas al impacto de todos los lados de los edificios que tenían instalados captadores ESE. Después, se inspeccionaron visualmente dichos edificios una vez cada período de pocos meses a fin de determinar si se habían producido daños recientes por impactos de rayos. Se tomaban fotografías de cualquier punto nuevo de impacto cada vez que se detectaban y esas fotografías se archivaban a los propósitos de este estudio.

Una comparación de los puntos de impacto indica que tienen forma y tamaño similares, aunque no idénticos. Parecían depender del número de impactos recibidos, de la intensidad de la corriente del rayo, de la forma de la estructura y de la composición de los materiales de la parte impactada. Se observó que los daños a muros de ladrillos eran más graves que los producidos en el hormigón armado.

Los siguientes estudios de casos muestran algunos ejemplos de fotografías previas al impacto y posteriores a éste de edificios dañados por descargas atmosféricas tomadas recientemente. Los estudios de casos destacan la gran proximidad de algunos impactos de rayos en los captadores ESE; lo que demuestra que son incapaces de proteger los edificios, según afirman sus fabricantes.

#### Estudio de caso No. 1: Royal Selangor Club (RSC) Edificio anexo en Kiara Hill, Kuala Lumpur

En este edificio se instaló en 1998 (Figura 1) un terminal captador ESE australiano montado en un poste de 5 m. El techo principal tiene una longitud aproximada de 40 m y el terminal captador está instalado en el centro, de acuerdo con el diseño del método de volumen de colección (CVM, por su sigla en inglés).

Si bien se afirma que el terminal captador tiene un rango de protección que supera los 50 metros, se informó que cayó un rayo y que dañó la fachada, que se encontraba a una distancia aproximada de 20 metros (Figura 2).



Figura 1: Fotografía del edificio del RSC tomada en 1998. En dicho edificio se instaló un terminal captador ESE de fabricación australiana.

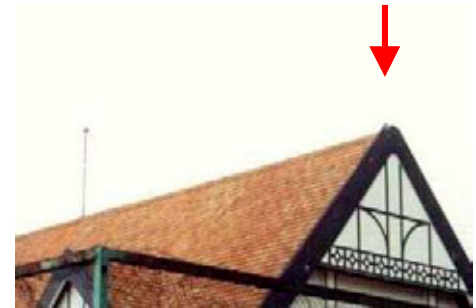


Figura 2: Fotografía del edificio del RSC tomada en 2001. Un rayo cayó y dañó el edificio, según puede observarse a la derecha.

#### Estudio de caso No. 2: Edificio Wisma Tanah, Kuala Lumpur

Este edificio administrativo del gobierno tiene instalado desde 1999 un terminal ESE de fabricación francesa en un poste de 5 m afianzado con cables. En dicho edificio también se instalaron puntas Franklin, aunque localizadas a una distancia aproximada de 0,5m de las esquinas del edificio (Figura 3).

En 2003, se observó que un rayo había impactado en la esquina del edificio que estaba a 10 m aproximadamente y a 8 m por debajo del terminal captador (Figura 4).

Se afirmó que el pararrayos cumplía con la norma francesa NFC 17-102 desarrollada por los fabricantes de este tipo de captadores. La norma había recibido duras críticas a nivel nacional por parte de una agencia científica francesa, INERIS [7], que descubrió que los fundamentos de la norma no eran sólidos y que los fabricantes de captadores ESE no habían probado el producto a fin de verificar la norma. El informe de INERIS también incluía el informe de la NFPA sobre captadores ESE, publicado en 1999.



Figura 3: Fotografía del edificio Wisma Tanah tomada en el 2000, que tenía instalado un terminal captador ESE de fabricación francesa.



Figura 4 Fotografía del edificio Wisma Tanah tomada en 2003. El edificio había sido impactado por un rayo, como puede verse a la derecha

### Estudio de caso No. 3: Edificios de departamentos Setapak Ria

Estos edificios tenían instalados captadores ESE de fabricación francesa cuando se tomaron las fotografías, en 1997. Los edificios tienen techos de capas múltiples y los captadores estaban localizados centralmente en el techo más alto de cada edificio de departamentos.



Figura 5: Fotografía de edificio de departamentos Setapak Ria que muestra terminal captador ESE de fabricación francesa y el punto de impacto



Figura 6: Fotografía del otro edificio de departamentos Setapak Ria que muestra otro terminal captador ESE de fabricación francesa y el punto de impacto.

Un relevamiento reciente demuestra que cayeron varios rayos en los edificios. Una inspección visual indica que algunos de los puntos de impacto tuvieron lugar en el mismo techo en que estaban localizados los captadores (Figuras 5 y 6).

En esos casos, los puntos de impacto se encontraban dentro de un radio de 10 m de donde estaban instalados los captadores, en el centro del techo.

### Estudio de caso No. 4: Edificios de departamentos Villa Putri, Kuala Lumpur

Estos edificios de dos niveles, unidos y de 170 metros de altura, tenían instalados captadores ESE de fabricación australiana en postes de 5 m. Se colocó un terminal captador por edificio de departamentos, localizado centralmente en el techo (Figura 7).

El bloque de departamentos más alto tiene una estructura de techo superior de hormigón armado y forma cuadrada con esquinas redondeadas, mientras que el bloque de departamentos más bajo, estructuras de techo semicirculares central e inferior. De acuerdo con el fabricante de estos captadores, dichas estructuras de techos tienen una intensificación del campo mucho menor en virtud de sus formas y, por lo tanto, es menor el riesgo de intercepción de descargas atmosféricas.



Figura 7: Fotografía de los departamentos Villa Putri que muestran dos captadores ESE de fabricación australiana instalados en los techos de dos niveles.

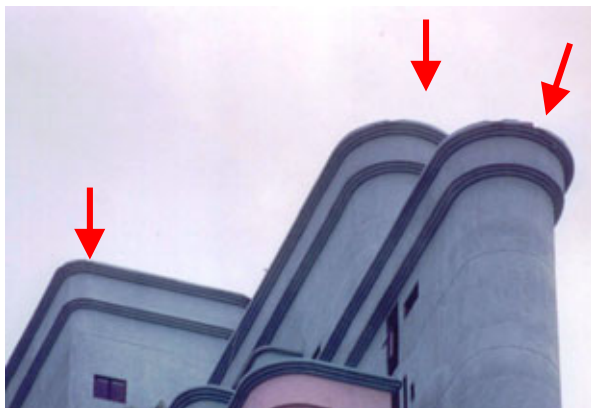


Figura 8: Primer plano del departamento que muestra algunos de los múltiples puntos de impacto acumulados en el período de cinco años desde la instalación de captadores ESE en el edificio.

Por otro lado, el terminal captador está diseñado para brindar una mayor intensificación del campo, lo cual podría resultar en la captación satisfactoria de impactos de rayos.

Sin embargo, en el período de cinco años, se observó que se habían producido siete puntos de impacto en los bordes redondeados de los techos superior, medio e inferior. Dichos puntos de impacto indican claramente la inexistencia de la mayor protección afirmada por el fabricante (Figura 8).

#### 4. Estudios de casos de impactos de rayos en edificios equipados con puntas Franklin.

Los estudios demuestran que, en prácticamente todos los casos de daños por descargas atmosféricas en edificios que tienen instaladas puntas Franklin, éstas habían sido colocadas a cierta distancia de los puntos de impacto, es decir, de los lugares de alto riesgo.

En los casos en que la localización de las puntas Franklin fue en el punto de intercepción antedicho y en

que los derivadores estaban correctamente posicionados e instalados, no se observaron daños por descargas atmosféricas.

Las posiciones del terminal captador desempeñan un papel crucial en el diseño de un sistema convencional eficaz de protección contra descargas atmosféricas. Este hecho ha sido destacado por Darveniza [8] y propuesto en el borrador de las normas de protección contra descargas atmosféricas australianas/Nueva Zelanda.

#### Estudio de caso No. 5: Edificios de la escuela secundaria Damansara, Kuala Lumpur

Estos edificios tenían instalado un sistema convencional; sin embargo, las puntas Franklin y los derivadores no estaban posicionados en los lugares de alto riesgo conocidos, es decir, en los bordes de la cumbrera y del techo a dos aguas.

Según lo esperado, los puntos de impacto tuvieron lugar en los lugares predichos (Figuras 9 y 10). La falla de las puntas Franklin para interceptar la corriente del rayo tiene que ver más con la posición errónea de las puntas que con el dispositivo en sí.



Figura 9: Fotografía de un punto de impacto en el extremo de la cumbrera del techo a dos aguas. La instalación de la punta Franklin debería haber sido justo sobre el extremo de la cumbrera, en lugar de colocarla a una distancia aproximada de 1 m.



Figura 10: Fotografía de un punto de impacto en el borde de inclinación del techo a dos aguas. El derivador del terminal captador también tendría que haber sido instalado en los bordes del techo a dos aguas.

### Estudio de caso No. 6: Departamentos ICOM, Shah Alam.

De manera similar a los edificios de la escuela mencionados anteriormente, las puntas Franklin no fueron posicionadas en los lugares de alto riesgo conocidos. Debido a que la construcción de estos edificios data de más de una década, muchos de los bloques de departamentos recibieron impactos de rayos prácticamente en el mismo lugar, es decir, en los extremos de cubreras del techo a dos aguas. En algunos casos, los bloques de departamentos adyacentes exhiben los mismos puntos de impacto (Figs. 11 y 12).

Estos daños podrían haberse evitado si las puntas Franklin hubieran sido instaladas justo en la parte superior de los extremos de la cubrera. De esta forma, las recomendaciones mencionadas en el borrador de la norma australiana/Nueva Zelanda representan un paso significativo hacia una aplicación más eficaz de los captadores convencionales y deben ser consideradas seriamente.



Figura 11: Fotografía de dos bloques de departamentos adyacentes que muestran puntos de impacto similares. En ambos casos, la instalación de las puntas Franklin fue a una distancia de 0,5 m de los extremos de la cubrera.



Figura 12: Primer plano de otro bloque de departamentos que muestra el punto de impacto y la punta Franklin instalada al lado. Para una protección eficaz, la punta debe estar posicionada inmediatamente arriba de los extremos de la cubrera y lugares de alto riesgo similares.

### 5. Conclusiones.

El presente estudio ofrece la evidencia directa requerida para demostrar que los captadores ESE no brindan la protección mejorada que afirman sus dueños.

El estudio destaca los siguientes hechos:

(a) La tecnología ESE de protección contra descargas atmosféricas no es fiable desde los puntos de vista científico y técnico, en virtud de que algunos de los edificios equipados con uno o varios de esos dispositivos sufrieron impactos de rayos repetidamente en un período de tiempo dado.

(b) La mejor protección afirmada por los fabricantes de captadores ESE es infundada, en virtud de haberse observado que algunos de los lugares con daños por rayos estaban a una distancia muy cercana unos de los otros y, en muchos casos, a una altura inferior a la posición del terminal captador ESE.

Este estudio también demuestra que para que el terminal captador convencional sea eficaz en la protección del edificio de los daños causados por rayos, debe estar posicionado correctamente. Debido a que se conocen las partes vulnerables del edificio, la instalación de un terminal captador en esos lugares garantizará la intercepción satisfactoria de la corriente del rayo.

### 6. Bibliografía.

- [1] Bouquegneau, C., "Laboratory tests on some radioactive and corona lightning rods" [Pruebas de laboratorio sobre algunas puntas captadoras radioactivas y en corona], Conferencia Internacional No. 18 sobre Protección contra Descargas Atmosféricas, Munich, 1985.
- [2] Mackerras, D. Darveniza, M. y Liew Ah Choy, "Standard and non-standard lightning protection methods" [Métodos estándar y no estándar de protección contra descargas atmosféricas], Journal of Electrical and Electronic Engineering [Publicación de Ingeniería Eléctrica y Electrónica], Australia, 7, 133-140, 1987.
- [3] Mackerras, D. Darveniza, M. y Liew Ah Choy, "Critical review of claimed enhanced lightning protection properties of ESE air terminals for lightning protection of buildings" [Análisis crítico de las propiedades de mayor protección contra descargas atmosféricas de los captadores ESE afirmadas para la protección de edificios], informe presentado ante el Grupo de trabajo 33.01.03 de CIGRE, mayo de 1995.
- [4] Hartono, Z. A. y Robiah, I., "A method of identifying the lightning strike location on a structure" [Método de identificación del lugar de impacto de un rayo en una estructura], Conferencia Internacional de Compatibilidad Electromagnética, Kuala Lumpur, 1995.  
<http://www.elek-kor.com.pl/pdf/narozniki/pdf>
- [5] Hartono, Z. A. y Robiah, I., "The Collection Surface Concept as a Reliable Method for Predicting the Lightning Strike Location" [El concepto de superficie colección como método confiable para la predicción del lugar de impacto de un rayo], Conferencia Internacional No. 25 sobre Protección contra Descargas Atmosféricas, Rodas, Grecia, septiembre de 2000.  
[http://www.hvlab.ee.upatras.gr/iclp2000/proceedings/328\\_3.pdf](http://www.hvlab.ee.upatras.gr/iclp2000/proceedings/328_3.pdf)
- [6] Uman, M. A. y Rakov, V. A., "A Critical Review of Non-conventional Approaches to Lightning Protection" [Análisis crítico de enfoques no convencionales de protección contra descargas atmosféricas], Boletín de la American Meteorological Society [Sociedad Meteorológica]

- lógica Estadounidense], diciembre de 2002  
[http://plaza.ufl.edu/rakov/Uman&Rakov%20\(2000\).pdf](http://plaza.ufl.edu/rakov/Uman&Rakov%20(2000).pdf)
- [7] Gruet, P., “Etude des Paratonnerres a Dispositiv d’Amorcage: Ministere de l’Amenagement du Territoire et de l’Environment”, Institut National de l’Environnement Industriel et des Risques, octubre de 2001.  
<http://www.ineris.fr/recherches/download/PDA.pdf>
- [8] Darveniza, M., “The Placement of Air Terminals to Intercept Lightning in Accordance with Standards Revisited” [Nuevo enfoque en la colocación de captadores para interceptar rayos, conforme a las normas], Conferencia internacional No. 26 sobre Protección contra rayos, Cracovia-Polonia, septiembre 2002.  
<http://www.power.nstu.ru/conference/ICLP%202002/Proceedings/10a03.pdf>
- [9] Borrador para la opinión pública, norma australiana/Nueva Zelanda, protección contra rayos, (Revisión de la norma AS/NZS 1768 - 1991), pág. 33.  
<https://committees.standards.com.au/COMMITTEES/EL-024/C0044/DR02359-DR.pdf>