

Herramientas informáticas para la Gestión de la Confiabilidad y los Activos

Diego Alejandro González Lizcano¹, Edwin Bladimir Torres Corredor²
Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad de La Salle¹. RH GROUP SAS²
Bogotá, Colombia

Carrera 2 No.10 – 70. PBX: (571) 3535360 Ext. 2529¹. Calle 20 No. 82 – 52. PBX: (571) 7439959²
E.mail: diegoagonzalez47@hotmail.com¹ – edblatoco@gmail.com²

Resumen

Ceñidos a los nuevos avances de tratamiento ofimático y procesamiento de Big Data, se presentan aplicativos de estas nuevas herramientas guiadas hacia la gestión de activos. En este caso flotas de transporte y descargas atmosférica, las anteriores con muy altos retornos financieros en la operatividad de las organizaciones.

Aplicativo de análisis atmosférico para líneas eléctricas aéreas

Impactos del rayo

La identificación de las mayores zonas de Convección Profunda Tropical del planeta: Sur América Tropical, Centro África y Continente Marítimo (Sur Este de Asia y Australia) [1]; así como mediciones directas desarrolladas por estaciones experimentales en el territorio colombiano [2], demuestran que la actividad atmosférica en el territorio colombiano es una de las más activas del mundo. Los cambios estacionales, así como el comportamiento de los mapas de orografía, influyen en la aparición de descargas naturales atmosféricas. Sin mencionar su característica rápida y aleatoria de manifestarse en cualquier lugar aparente de la tormenta [3].

Impactos negativos en sistemas de potencia

Esto impacta negativamente en los sistemas aéreos de transmisión y distribución eléctrica.

La causa que más se repite de falla es la incidencia de descargas atmosféricas en los circuitos aéreos o a cercanía de estos [4].

En la Fig 1, se puede notar que la causa más repetida de falla de un sistema de transmisión ubicado en el trópico, son las descargas atmosféricas

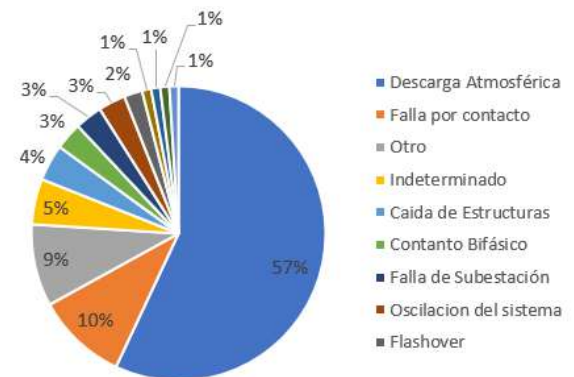


Fig 1. Fallas causadas en sistemas de transmisión de alto voltaje. Editada de [4]

Por estas razones se han formalizado normativas frente a la protección contra rayos. requerimientos estipulados en la Norma Técnica Colombiana NTC 4552, igualmente mencionada en el Anexo General RETIE resolución 9 0708 de agosto 30 de 2013 [5], [6]. Aunque encaminar los proyectos con la norma técnica, busca cuidar los activos dentro de la organización con un diseño normativo eficiente. Es también la Gestión de Activos un hito relevante para combatir la amenaza, pues la flexibilidad de un sistema, y el dimensionamiento de la capacidad de su activo,

puede entregar alternativas para afrontar contingencias [7].

Avances tecnológicos de la caracterización de la actividad atmosférica

Durante las últimas décadas, se han desarrollado nuevos métodos para la caracterización de la actividad atmosférica. Se han consolidado métodos de medición directa, ideal para registrar con relativa precisión la forma y polaridad de las ondas electromagnéticas; mostrando características del fenómeno del rayo como la ubicación geoespacial, la polaridad del rayo y la densidad de corriente al momento de su manifestación [1], [2], [8].

Esta nueva manera de caracterizar la actividad atmosférica en las zonas del territorio colombiano, entrega una gran cantidad de datos tanto históricos como futuros. El trabajo ofimático de estos datos, dirigido a los sistemas eléctricos de distribución y transmisión, puede entregar una base informativa relevante en la toma de decisiones para afrontar maniobras de contingencia ante tormentas, optimizar maniobras para el mantenimiento de los activos del sistema, ser base informativa para estudios de protección de sobretensiones, puestas a tierra, dimensionamiento de cable de guarda, entre otras.

Desarrollo ofimático para el procesamiento de Big Data

Se debe plantear un mecanismo de organización de la información. La finalidad con el tratamiento de los datos de la actividad atmosférica es conocer cuantas incidencias de

rayos tuvo cada circuito a lo largo de un periodo histórico o bien en un día particular donde se desató una tormenta. Tomando en cuenta que este lapso donde se realizará la estadística varía dependiendo de las necesidades que busca el usuario que ejecuta la aplicación.

Celdas en programación

Las *Celdas* son un tipo de dato con contenedores, donde cada contenedor puede *contener* cualquier tipo de dato (Matrices, listas de texto, números, otras celdas, etc). Siendo una de las características más relevantes la multidimensionalidad que pueden tener las *Celdas*.

```
C = 2x3 cell array
    {[ 1]}    {[ 2]}    {[ 3]}
    {'text'}  {5x10x2 double} {3x1 cell}
```

Fig 2. Ejemplo de *Celda* 2x3, de mathworks.com

Esta característica que ofrecen las *Celdas* ayuda a guardar en un mismo tipo de dato información estocástica de la incidencia atmosférica, pues cada circuito analizado tendrá un número diferente de torres y así mismo las torres tendrán un número estocástico de incidencias atmosféricas.

Identificación y depuración de errores

El dispositivo que genera los registros de la actividad atmosférica con el que se trabaja, guarda los datos de cada registro cuando existe una incidencia atmosférica en zonas previamente delimitadas del territorio censado. Como se ve en la Fig 3, se puede registrar varias veces el mismo rayo en un reporte, en este ejemplo, el rayo dispuesto se registró 2 veces en un mismo reporte.



Fig 3. Esquema ejemplo, error por Solapamiento de zonas. Elaboración propia

Para depurar los datos erróneos, fue necesario emplear un proceso de eliminación de registros repetidos en la matriz de información de los registros atmosféricos. Empleando para ello 2 punteros, un puntero lento llamado i y otro puntero rápido llamado j , comprendidos en 2 ciclos *While* anidados.

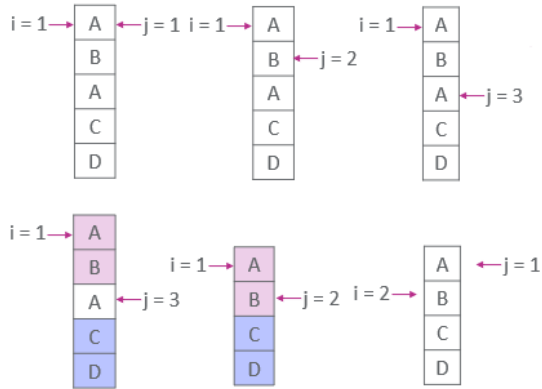


Fig 4. Esquema del proceso de eliminación de datos repetidos. Elaboración propia

Cuando todos los parámetros de cada registro al que apunta el puntero rápido corresponden con los parámetros del registro al que apunta el puntero lento; se generan 2 moldes antes y después del registro repetido encontrado, luego estos 2 moldes se unen para formar una nueva matriz de datos eliminando el registro no deseado.

Búsqueda de características asociativas relevantes

Ya con la información acondicionada para su tratamiento, es necesario identificar características propias de la base de datos, que se pueda asociar a los circuitos eléctricos que se analizarán. Sabiendo que cada registro guarda la información geoespacial de cada rayo, y con la premisa de contar con la ubicación geoespacial de cada torre de cada circuito analizado, se procede a hallar la distancia a la cual un rayo registrado incidió en cada torre del sistema.

Para esto se utiliza la función de *Hervasine* [9]. Que permite medir la distancia entre 2 puntos, conociendo su latitud y longitud, como se muestra en la ecuación (1):

$$hav\left(\frac{D}{R}\right) = hav + \cos(\varphi_1) \cos(\varphi_2) hav(\Delta\lambda) \quad (1)$$

Donde:

R es el radio de la esfera

φ_1 es la latitud del punto 1

φ_2 es la latitud del punto 2

$\Delta\lambda$ es la diferencia de longitudes

Para términos de programación, y tomando en cuenta que el radio de la esfera corresponde al radio de la tierra. La fórmula (1) queda estructurada como la fórmula (2):

$$\begin{aligned}
& \text{Distancia} \\
& = 6371 \\
& * \text{acos}(\cos(RLat1) \cos(RLat2) \cos(RLng2 - Rlng1) + \sin(RLat1) \sin(RLat2))
\end{aligned} \quad (2)$$

Donde las variables que se mencionan con una *R* en su inicio son la latitud y la longitud de los puntos cuestionados en valores de radianes. Como se menciona párrafos atrás, cada circuito tiene un numero de torres distinta, y cada torre tiene un numero estocástico de incidencia de rayos; Es aquí donde las *Celdas* cumplen su trabajo al guardar datos de diferente tipo en una misma estructura, aunque estos sean de dimensiones distintas. Por lo que se propone generar una celda de los registros de rayos incidentes en cada torre, de cada circuito, como se muestra en la Fig. 5.

		1	...	i	...	totalT
String →	Circuito	"CirX"	...	"CirY"	...	Cir_Final
String →	Torre	"CirX-1"	...	"CirY-8"	...	To_Final
M Double →	MRayos	[..]	...	[..]	...	M_Final

Fig 5. Celda principal, consolidado de rayos en torres

Como se evidencia, la celda planteada consta de 3 filas y *TotalT* columnas, que corresponde al numero total de torres de todos los circuitos analizados. En la primera fila se guarda el nombre del circuito al cual pertenece la torre que se analiza, en la segunda fila se guarda en nombre de la estructura que se analiza y en la tercera fila se guarda la matriz de los rayos incidentes en esa torre alrededor del radio seleccionado. Esto permite guardar matrices de registro de incidencia de rayos en cada torre, en una misma estructura de dato que tiene como rótulos el nombre de la estructura y del circuito al que pertenece.

Facilidades en la presentación de la información

Lo primero que se busca es la exportación de la información recolectada a entornos amigables

de trabajo más generalizado, como *Excel*. Al poseer la matriz de registros de rayos en cada torre de cada circuito, se pueden generar tablas de *Excel* de cada uno, generando entonces un archivo *Excel* por cada circuito registrado y un archivo adicional con la cuenta total, llamado *Criticidad*

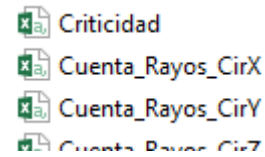


Fig 6. Resultado Cuenta de rayos obtenida, Elaboración propia

Beneficios del análisis atmosférico para líneas aéreas

La caracterización de la actividad atmosférica en lapsos específicos de tiempo beneficia en una gran medida las justificaciones de mantenimiento y confiabilidad en un sistema de potencia.

Densidad atmosférica histórica

Conocer la densidad atmosférica histórica de los circuitos ayuda jerarquizar cada uno por la cantidad de incidencia que posee, esto ayuda a priorizar proyectos de, por ejemplo, la coordinación de aislamiento por sobretensiones. Ahora, distinguir la frecuencia de incidencia atmosférica en los circuitos analizados y su variación espaciotemporal con la que se manifiesta; entrega la posibilidad de realizar maniobras de prevención. Si un circuito que operativamente es esencial en el proceso es también propenso a incidencias atmosféricas en cierta época del año, buscar alimentación eléctrica alternativa para suplir este proceso es una buena decisión.

Caracterización de tormentas

Otra manera de analizar la actividad atmosférica es tomando el lapso de análisis para un día de tormenta. Al analizar solo los rayos que cayeron en un día específico, y usando de manera optima las funciones facilitadas por la

aplicación, se pueden sustentar mejor la planeación de maniobras de mantenimiento para cambio de aisladores flameados. Una función relevante es la grafica 3D de densidad atmosférica en los circuitos; pues, por ejemplo, no es igual de peligroso 4 rayos incidentes a 600m de la torre, de densidad de corriente de 4kA, a un rayo incidente a 20m de la torre con una densidad de corriente de 30kA.

Aplicativo para el gerenciamiento del Plan Estratégico de Seguridad Vial.

Introducción

La suma de los fallecimientos y los lesionados desde el año 2002 a 2012 suman 62.000 muertos y 443.000 heridos de gravedad en accidentes de tránsito los cuales dan un promedio de 16 víctimas diarias. Los accidentes en Colombia así mismo la organización mundial de salud en el año 2013 mediante un estudio sobre la situación mundial de seguridad vial, reconoce que más de 1.24 millones de personas fallecen anualmente y diariamente alcanzan los 3000 fallecidos, el primer paso que debe dar una sociedad para combatir esta problemática declarada un problema de salud pública es reconocer a las víctimas y admitir que las causas que ocasionan estos eventos en su mayoría son completamente evitables, y aceptar que las organizaciones deben incluir y adoptar políticas con responsabilidad no importa su tamaño, esto debe estimular una conciencia de prevención vial y comportamientos seguros en la vía tanto como peatón, conductor, pasajero o acompañante; se pretende empoderar a las empresas a desarrollar de acuerdo con el marco legislativo Big Data con análisis de los resultados que permitan evidenciar los puntos críticos para así interpretar los resultados y reformular planes de acción para consecución de resultados en materia de seguridad vial.

Desarrollo normativo seguridad vial en Colombia.

Debido a este panorama y de acuerdo con el desarrollo normativo presentado en Colombia, se han desarrollado requerimientos por parte del ministerio de transporte la resolución 1282 de 2012, la resolución 2273 de 2014, la resolución 1565 de 2014, el decreto 1906 de 2015 y la resolución 1231 de 2016 que enmarcados en un contexto internacional se pueden enmarcar en la norma ISO3900, la cual especifica los requisitos de un sistema de gestión de la seguridad vial (SV) con el fin de ayudar a organizaciones que interactúen con el sistema vial

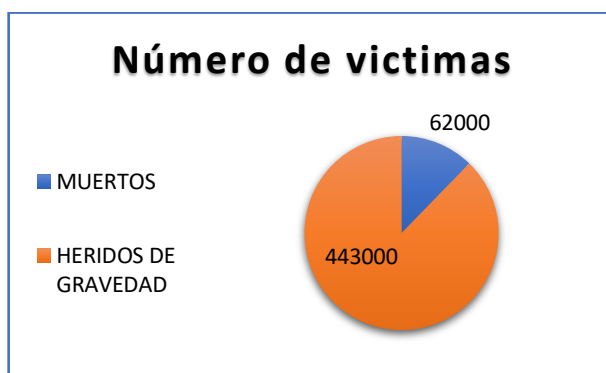


Fig 7. Panorama de accidentalidad vial en Colombia.

Inicialmente la ley 1503 de 2011 se dio a la tarea de promover los hábitos y conductas seguras en las vías y se dictan otras disposiciones, posteriormente la resolución 1282 de 2012, consiste en la adopción de un plan nacional de seguridad vial en el periodo de 2001 a 2016, de acuerdo con la ley 105 literal E artículo 2 donde se definen los rectores del transporte, y se define como prioridad la seguridad de las personas, en el sector transporte y resuelve: líneas de acción estratégicas para esta implementación y ejecución del plan nacional de seguridad vial.

La resolución 2273 de 2014 ajusta este plan nacional de seguridad vial 2001 – 2016 y se dictan otras disposiciones de acuerdo con el plan nacional de salud pública en el decenio de

2011 – 2020 (ONU plan mundial de seguridad vial) la cual resuelve: ampliar los periodos a 2021 y define los pilares estratégicos, programas y acciones para fortalecer la seguridad vial.

La resolución 1565 de 2014 finalmente adopta la guía metodológica para la formulación de un Plan Estratégico de seguridad vial con plazos iniciales a diciembre de 2014.

El decreto 1906 de 2015 modifica decreto 1079 y amplia plazos a junio de 2016, la resolución 1231 de 2016 expide el documento guía para correcta evaluación de los planes estratégicos de seguridad vial con el cual da la trazabilidad adecuada para la planeación de indicadores de gestión que permitan evidenciar los resultados por cada pilar contemplado en la resolución 1231 de 2016. Finalmente, mediante el decreto 1310 de 2016 se modifica el decreto 1079 de 2015 ampliando los plazos a diciembre de 2016.

Estandarización con la norma ISO 39001

De acuerdo con la normatividad vigente internacionalmente se adopta como modelo de seguimiento la norma ISO 39001 ya que esta permite suministrar a las organizaciones un sistema de gestión específico para reducir y eliminar los riesgos de accidentes existentes por la movilidad vial la cual se basa en el ciclo de mejora continua o ciclo Deming el cual consiste en planificar, hacer, verificar y actualizar de manera autocrítica involucrando a la alta gerencia de las organizaciones y sus diversas áreas para la formulación efectiva de indicadores de gestión.

Pilares establecidos de aspectos normativos

El marco de la seguridad vial se refiere a los siguientes pilares básicos: 1. Fortalecimiento de la gestión institucional. 2. Comportamiento humano. 3. Vehículos seguros. 4. Infraestructura segura. 5. Atención a víctimas.



Fig 8. Pilares establecidos como líneas de acción.

Desarrollo ofimático para el procesamiento de Big Data

Basado en los pilares a desarrollar por la metodología normativa cada uno de los pilares resume unos lineamientos que generan un volumen de información que merecen el tratamiento de Big Data como lo son:

Factores de movilidad

Se analizan y evalúan mediante metodologías y sistemas satelitales como son; Análisis de velocidad, análisis de frenadas bruscas, aceleraciones por vehículos y por conductor.

Plan de mantenimiento vehicular

Se deben generar alertas de mantenimiento por horas de operación y/o kilometrajes, así como cronogramas de intervenciones previas por sistemas y subsistemas basados en la taxonomía de los activos móviles; gestión integral de repuestos, programas obligatorios de inspecciones diarias para verificación de estados de los activos (la resolución 1565 establece inspecciones básicas por sistemas y por activos esta información es sensible para la toma de decisiones y establecimiento de indicadores).

Procesos de selección de conductores y capacitaciones vigentes

Se deben generar archivos documentales sobre las competencias de cada uno de los

conductores y sus procedimientos de selección, así como sus históricos de comparendos y paz y salvos de estos.

Atención a víctimas

Se deben generar indicadores de gestión que permitan realizar análisis comprobables para determinar la eficiencia del PESV

Auditorías internas y externas con trazabilidad y documentación comprobable.

Esta condición de ser un mecanismo auditable y sujeto a mejora continua permite plasmar información de referencia para establecer panorama de resultados por lapsos de tiempos, para evaluación de resultados en materia de seguridad vial.

Facilidades en la presentación de la información.

De acuerdo con toda la información que genera adoptar un modelo de seguimiento para fortalecer la seguridad vial de las organizaciones se encuentran áreas de oportunidad para el desarrollo de herramientas Ofimáticas (a veces también llamado burótica, automatización de escritorios o automatización de oficinas, designa al conjunto de técnicas, aplicaciones y herramientas informáticas que se utilizan en funciones de oficina para optimizar, automatizar, mejorar tareas y procedimientos relacionados).

Conclusiones

La alta densidad atmosférica que posee el territorio colombiano es una causa especialmente relevante para realizar varios análisis relevantes dentro de la gestión de los activos, en pro de mantener la confiabilidad del Sistema de potencia.

El trabajo de los datos atmosféricos guiados a líneas eléctricas permite: conocer la criticidad del sistema, construir información de la densidad de incidencia atmosférica detallada

para circuito específico, conocer el top de torres afectadas con la visualización de los rayos que incidieron en estas. Entregando gran información para análisis de aislamiento, maniobras de mantenimiento para cambio de aisladores o maniobras de contingencia para afrontar tormentas.

Es obligatorio y normativo de vital importancia y conocimiento adoptar un PESV que permita mitigar los impactos de los accidentes en vía.

Es fundamental y de obligatorio cumplimiento alinear los sistemas de gestión de las organizaciones sin importar el número de vehículos a adoptar un PESV y alinearlos a la norma ISO 39001 para garantizar una mejora continua y un sistema autocrítico que permita identificar factores de riesgo para minimizar y evitar los posibles eventos en las carreteras nacionales.

Bibliografía

- [1] D. A. Horacio Torres, Hipotesis de investigaciones sobre variación espacial y temporal en los parámetros del Rayo, Bogotá D.C, 2000.
- [2] O. T. y. o. H. Torres, Experimental station to measure directly lightning parameters in tropical zone.
- [3] D. A. H. T. J. Inampué, Severe Thunderstorms in the Colombia and Venezuela High Lightning Active Areas, Natal, Brazil, 2017.
- [4] J. G. a. J. I. D Araguren, Lightning strikes on Power Transmission Lines and Lightning Detection in Colombia, Natal, Brazil, 2017.
- [5] ICONTEC, «Norma Técnica NTC Colombiana 4552-1,2 y 3. Protección contra descargas eléctricas atmosféricas,» 2008.
- [6] M. d. M. y. Energía, «Anexo General del RETIE Resolución 9 0708 de agosto 30 del 2013,» 2013.

- [7] ISO, «ISO 55000, 55001 y 55002, Gestión de Activos,» 2014.
- [8] O. T. F. A. G. P. y. o. H. Torres, «Design, construction and calibration of three devices to measure directly lightning parameters».
- [9] A. I. Díaz, «Trabajo de catedra: Calculadora Geoespacial,» 2012.
- [10] CONGRESO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA, «Ley 1503 de 2011. Hábitos, comportamientos y conductas seguras en la vía,» 2011.
- [11] ISO, «ISO 39001, 55000, 55001 y 55002, Gestión de Activos,» 2014.
- [12] MINISTERIO DE TRANSPORTE, «Resolución 1282 de 2012. Adopción de plan nacional de seguridad vial 2001-2016,» 2012.
- [13] MINISTERIO DE TRANSPORTE, «Resolución 2273 de 2014. Plan nacional de seguridad vial 2001-2016,» 2016.
- [14] CONGRESO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA, «Ley 105 de 1993. Líneas de acción estratégicas para implementación y ejecución,» 1993.
- [15] MINISTERIO DE TRANSPORTE, «Resolución 1231 de 2016. Documento guía para la evaluación del PESV,» 2016.
- [16] CONGRESO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA, «Decreto 1906 de 2016. Aumenta el plazo a junio de 2016,» 2016.
- [17] CONGRESO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA, «Decreto 1330 de 2016. Aumenta el plazo a diciembre de 2016,» 2016.

Edwin Bladimir Torres Corredor

Ingeniero mecánico Fundación Universidad de América 2013 TP en Diseño de máquinas; desarrollador de sistemas de gestión de mantenimiento de tracto camiones, desarrollo de sistemas de seguimiento control tubería sector petrolero, desarrollador de software contable, facturación y cartera. Desarrollador de sistemas de gestión y control de información para PESV y HSEQ. Ingeniero mecánico con experiencia en soluciones de transporte carga y

tracto camiones. Control de proyectos y supervisión general de mantenimiento, manejo de bases de datos y análisis de información mecánica automotriz y diésel tracto camiones y maquinaria pesada.

Edwin Bladimir Torres Corredor.

Teléfono

3018733

--

3005694201

3165662538

Dirección

Calle 79 # 61 – 25 Int 202

edblatoco@gmail.com

Bogotá

Colombia

Diego Alejandro González Lizcano

Estudiante Decimo Semestre de Ingeniería Eléctrica y Séptimo Semestre de Ingeniería en Automatización; Monitor, Programación Estructurada en C++ 1er semestre del 2018; Monitor, Teoría General de Circuitos 1er y 2do semestre del 2016, 1er semestre del 2017, Universidad de La Salle. Practicante de Mantenimiento Eléctrico, Campamento Quifa, Frontera Energy Colombia Corp. Desarrollador de la aplicación Lighting Check, Tratamiento y análisis de información atmosférica para líneas eléctricas de transmisión y distribución. Numero Radicación: 1-2018-112461, y Numero Registro: 13-71-26.

Diego A. González L.

Teléfono

7850827

--

3213586252

Dirección

Carrera 93c # 60 – 18 Sur

Carrera 2 # 10 – 70

diegoagonzalez47@hotmail.com

Bogotá

Colombia

