

0337

DOCUMENTO TÉCNICO

09 JUN 2026

Análisis estadístico para la determinación de los porcentajes de la medida

1. Objeto

El presente documento tiene por objeto establecer los lineamientos técnicos mediante los cuales se estima el porcentaje de exigencia de la medida prevista en el artículo 4 del proyecto de resolución: "Por la cual se reglamentan los lineamientos mínimos que conlleven a garantizar que los edificios de uso residencial y comercial cuenten con una acometida de electricidad para carga o repostaje de vehículos eléctricos y se dictan otras disposiciones".

En este sentido, el documento inicia con un glosario técnico que incorpora definiciones establecidas en la Ley 1964 de 2019, el Decreto 1077, la Ley 675 de 2001 y el Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas -RETIE. Posteriormente, se explica la construcción de la base de datos correspondiente al periodo 2010-2024 y se describe el procedimiento mediante el cual se predijeron los datos faltantes para los años 2025-2030, con el fin de consolidar una base robusta para la distribución y estimación de los porcentajes de acometidas.

En el último apéndice se presenta la estimación de la ecuación, así como las variables que componen el modelo que determina los porcentajes de acometida.

2. Glosario técnico

Para la correcta aplicación de estos lineamientos se tendrán en cuenta las definiciones generales que están establecidas en la Ley 1964 de 2019, el Decreto 1077 de 2015, la Ley 675 de 2001 y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE, los cuales se desarrollan a continuación¹:

Acometida: Derivación de la red local que conecta la instalación eléctrica a la red de distribución, que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general. En aquellos casos en que el dispositivo de corte esté aguas arriba del medidor principal, para los efectos del presente Reglamento, se entenderá la acometida como el conjunto de conductores y accesorios entre el punto de conexión eléctrico al sistema de uso general (STN, STR o SDL) y los bornes de salida del equipo de medición.

Bienes privados o de dominio particular: Inmuebles debidamente delimitados, funcionalmente independientes, de propiedad y aprovechamiento exclusivo, integrantes de un edificio o conjunto sometido al régimen de propiedad horizontal, con salida a la vía pública directamente o por pasaje común.

Bienes comunes: Partes del edificio o conjunto sometido al régimen de propiedad horizontal pertenecientes en proindiviso a todos los propietarios de bienes privados, que por su naturaleza o destinación permiten o facilitan la existencia, estabilidad, funcionamiento, conservación, seguridad, uso, goce o explotación de los bienes de dominio particular.

¹ Las siguientes definiciones, tomadas de leyes, decretos y resoluciones, tienen como propósito establecer un lenguaje común que facilite la comprensión y la presentación de este documento.

Canaletas: Son canales con cubiertas removibles o con bisagras, para albergar y proteger cables eléctricos y en los cuales se colocan los conductores después de que la canalización haya sido instalada como un sistema completo.

Canalizaciones: Canales de materiales metálicos o no metálicos, diseñados para alojar alambres, cables o barras.

Conjunto: Desarrollo inmobiliario conformado por varios edificios levantados sobre uno o varios lotes de terreno, que comparten, áreas y servicios de uso y utilidad general, como vías internas, estacionamientos, zonas verdes, muros de cerramiento, porterías, entre otros. Puede conformarse también por varias unidades de vivienda, comercio o industria, estructuralmente independientes

Construcción: Edificación realizada o financiada por una entidad pública sobre el predio fiscal ocupado.

Destinación económica de los inmuebles: Es la clasificación que otorga la autoridad encargada de la gestión catastral, para fines estadísticos a cada inmueble en su conjunto-terreno, construcciones o edificaciones, en el momento de la identificación predial, de conformidad con la actividad predominante que en él se desarrolle.

Destinación económica habitacional: Es la clasificación que se da al inmueble cuyo destino corresponda a vivienda, en la cual se incluyen parqueaderos, garajes y depósitos ligados a la vivienda, cuente o no con reglamento de propiedad horizontal.

Edificio: Construcción de uno o varios pisos levantados sobre un lote o terreno, cuya estructura comprende un número plural de unidades independientes, aptas para ser usadas de acuerdo con su destino natural o convencional, además de áreas y servicios de uso y utilidad general. Una vez sometido al régimen de propiedad horizontal, se conforma por bienes privados o de dominio particular y por bienes comunes.

Enajenación directa: Corresponde al trámite preferente en favor del ocupante y sin sujeción a las normas de contratación estatal, en las condiciones establecidas en el parágrafo primero del artículo 277 de la Ley 1955 de 2019, y los artículos 9 y 14 de la Ley 2044 de 2020.

Estación de carga rápida: Sistema que provee energía para la carga rápida de las baterías de vehículos eléctricos y que cuenta con una potencia de salida superior a 50 kilovatios.

Estación de carga lenta: Equipo que provee energía para la carga lenta de baterías de vehículos eléctricos y que tiene una potencia de salida entre 7 kilovatios y 49 kilovatios.

Hogar: Se entiende por hogar el conformado por una o más personas que integren el mismo núcleo familiar, los cónyuges, las uniones maritales de hecho, incluyendo las parejas del mismo sexo, y/o el grupo de personas unidas por vínculos de parentesco hasta tercer grado de consanguinidad, segundo de afinidad y primero civil que compartan un mismo espacio habitacional. Así mismo, se entiende por hogar el que se encuentre conformado por menores de edad cuando ambos padres hayan fallecido, estén desaparecidos, privados de la libertad o hayan sido privados



0337

09 JUN 2026

de la patria potestad; en estos últimos eventos, el trámite se realizará a través del tutor y/o curador en acompañamiento del defensor de familia, cuando sea el caso.

Mejora: Edificación efectuada por una persona natural o jurídica sobre un predio fiscal, que puede o no tener destinación económica.

Movilidad Sostenible: Se entenderá por movilidad sostenible aquella que es capaz de satisfacer las necesidades de la sociedad de moverse libremente, acceder, comunicarse, comercializar o establecer relaciones sin sacrificar otros valores humanos ecológicos básicos actuales o futuros. Es decir, debe incluir principios básicos de eficiencia, seguridad, equidad, bienestar (calidad de vida), competitividad y salud, de conformidad a lo dispuesto por el World Business Council for Sustainable Development.

Vehículo de cero emisiones: Vehículo automotor impulsado por cualquier tecnología de motorización que, en virtud de la generación de su energía para propulsión, no emite emisiones contaminantes al aire ni gases de efecto invernadero.

Vehículo eléctrico: Un vehículo impulsado exclusivamente por uno o más motores eléctricos, que obtienen corriente de un sistema de almacenamiento de energía recargable, como baterías, u otros dispositivos portátiles de almacenamiento de energía eléctrica, incluyendo celdas de combustible de hidrógeno o que obtienen la corriente a través de catenarias. Estos vehículos no cuentan con motores de combustión interna o sistemas de generación eléctrica a bordo como medio para suministrar energía eléctrica.

Zona de Parquímetro: Zonas debidamente demarcadas y señalizadas, destinadas para el estacionamiento de vehículos en las vías públicas, previo pago de una tasa de uso a la administración distrital o municipal.

3. Construcción de la base de datos (2010-2024)

Para estimar la cantidad de vehículos eléctricos registrados en los municipios de Colombia, se realizó una revisión exhaustiva de diversas fuentes de información. Entre estas se consultaron los boletines de vehículos eléctricos publicados por la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) y los datos disponibles en el portal de Datos Abiertos del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – MINTIC.

El objetivo consistió en construir una base de datos consistente que reflejara la cantidad de vehículos eléctricos registrados en los municipios y distritos del país. A partir de esta revisión, se consolidó una base que recopila los registros entre los años 2010 y 2024, abarcando una muestra aleatoria de 121 municipios.

4. Predicción de faltos faltantes del (2025-2030)

Con el fin de contar con una base de datos robusta que permitiera desarrollar estimaciones confiables, se implementó un modelo de predicción para proyectar el número de vehículos eléctricos en cada municipio entre los años 2025 y 2030.

Para ello, se probó en Python un modelo que empleó datos de entrenamiento y de validación, utilizando los datos observados entre 2010 y 2024 sin modificar ni imputar valores. La predicción de los años faltantes permitió estimar con mayor precisión los porcentajes futuros de adopción de vehículos eléctricos. El código empleado para esta estimación se incluye al final del documento.

0337

09 JUN 2026

5. Distribución y estimación de los porcentajes de acometida

A partir del total de vehículos eléctricos registrados entre 2010 y 2025, se identificó un rango de valores entre 1 (mínimo) y 32.761 (máximo), siendo este último el valor proyectado para 2030.

Con base en estos datos, se evaluaron distintas metodologías para distribuir y estimar los porcentajes de acometidas eléctricas por municipio. Las pruebas estadísticas realizadas permitieron identificar la manera idónea de incorporar el principio de gradualidad, según el cual el porcentaje exigible de acometida aumenta progresivamente conforme se incrementa el número de vehículos eléctricos registrados en cada municipio o distrito.

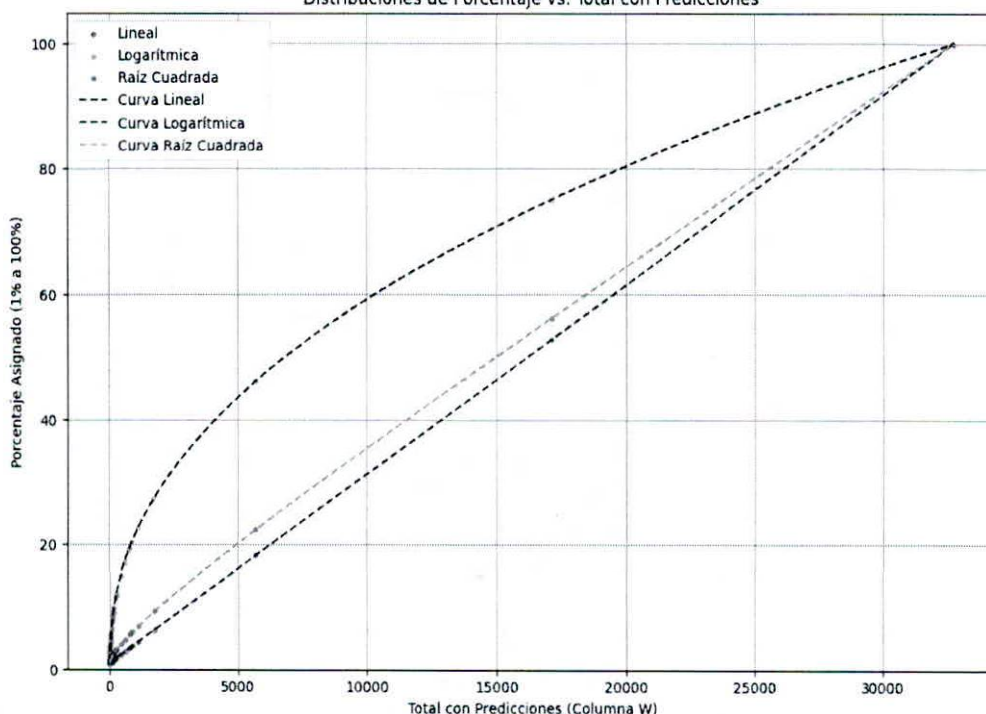
Esta metodología asegura una implementación proporcional, diferenciada y sostenible, ajustada a las realidades territoriales y al nivel de desarrollo del sector de movilidad eléctrica, evitando la adopción automática de parámetros de otros contextos que podrían no ser compatibles con las particularidades normativas, técnicas y socioeconómicas del país.

Se realizaron pruebas estadísticas comparativas entre distribuciones lineales, logarítmicas y de raíz cuadrada con el fin de identificar la transformación más adecuada para representar la relación entre el número total de vehículos eléctricos y el porcentaje estimado de parqueaderos. A continuación, se presentan sus resultados:

A continuación, se presentan los resultados de estas pruebas:

Imagen 1: Comparativa por distribución

Distribuciones de Porcentaje vs. Total con Predicciones



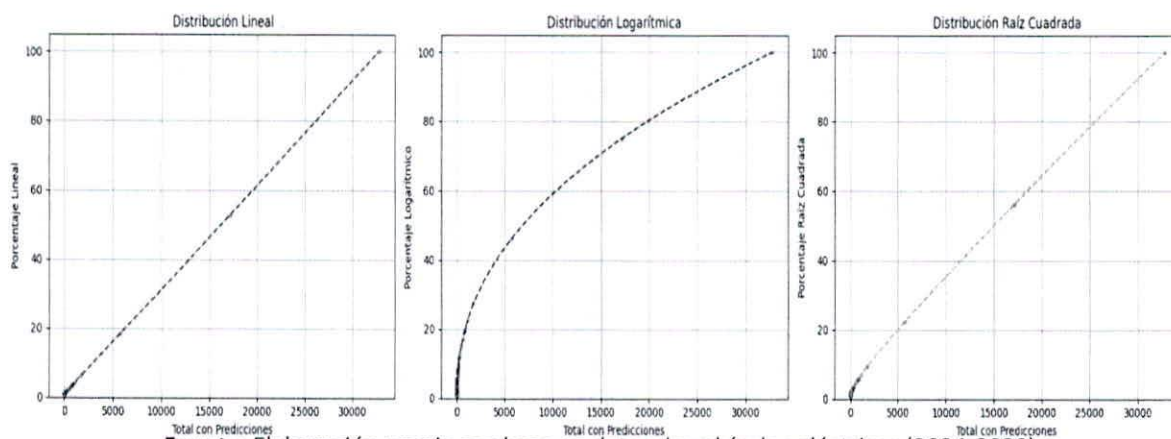
Fuente: Elaboración propia con base en datos de vehículos eléctricos (2024-2030)



0337

09 JUN 2026

Imagen 2: Distribución lineal, logarítmica y raíz cuadrada



Fuente: Elaboración propia con base en datos de vehículos eléctricos (2024-2030)

6. Evaluación de la bondad de ajuste de las distribuciones

Se evaluó el coeficiente de determinación (R^2) para los tres tipos de distribución: lineal, logarítmica y de raíz cuadrada, con el fin de identificar cuál presentaba un mejor ajuste entre el total de vehículos eléctricos y el porcentaje estimado de acometidas eléctricas.

Los resultados fueron los siguientes:

- R^2 para Distribución Lineal: 1.0000
- R^2 para Distribución Logarítmica: 0.8675
- R^2 para Distribución Raíz Cuadrada: 0.9954

Si bien la distribución lineal presenta el mayor ajuste estadístico ($R^2 = 1.0000$), al revisar la coherencia de los porcentajes estimados se evidencia que no reproduce adecuadamente el comportamiento real de la progresión de los datos, especialmente en los rangos intermedios y superiores.

En consecuencia, se optó por la distribución de raíz cuadrada, que aunque presenta un R^2 de 0.9954, ofrece una representación más coherente con el crecimiento esperado en la infraestructura de acometidas eléctricas. Esta distribución permite capturar de manera realista las diferencias relativas entre municipios con pocos y con muchos vehículos eléctricos.

0337

09 JUN 2026

7. Ecuación de la distribución de raíz cuadrada en la estimación de los porcentajes

La distribución de raíz cuadrada se expresa mediante la siguiente fórmula:²

Ecuación: estimación de los porcentajes

$$\text{Porcentaje} = \left[1 + (\sqrt{X} - 1) \cdot \frac{9}{\sqrt{M} - 1} \right]^2$$

Donde:

X: es el valor original por convertir (cantidad de vehículos eléctricos en un municipio)

M: el valor máximo posible en el conjunto de vehículos eléctricos

\sqrt{X} : raíz cuadrada de *X*, para las diferencias entre valores grandes y pequeños

9: se da $\sqrt{100} - \sqrt{1} = 10 - 1 = 9$ el rango de transformación entre 1% y 100%

8. Ejemplo práctico de un municipio

$$\text{Porcentaje} = [1 + (\sqrt{X} - 1) * (9 / (\sqrt{M} - 1))]^2$$

Donde:

$$X = 147$$

$$M = 32761$$

$$\sqrt{147} \approx 12.124$$

$$\sqrt{32761} \approx 181.009$$

Cálculo:

$$\text{Porcentaje} = [1 + (12.124 - 1) * (9 / (181.009 - 1))]^2$$

$$= [1 + (11.124) * (9 / 180.009)]^2$$

$$= [1 + 11.124 * 0.049997]^2$$

$$= [1 + 0.5562]^2$$

$$= (1.5562)^2 \approx 2.4227$$

Resultado: Porcentaje \approx 2.42%

²**Nota: 1.** Se utiliza 1 como valor mínimo debido a que $\sqrt{0}$ genera un rango no intuitivo. El rango de salida permanece entre 1% y 100%.

2. Esta ecuación contempla únicamente el número de vehículos eléctricos registrados en una jurisdicción específica.

3. Se identificó que el Registro Único Nacional de Tránsito – RUNT constituye el medio idóneo para contar con un registro actualizado, año a año, de las variables de crecimiento y matrícula de vehículos eléctricos.

La parte motiva de la Resolución 3545 de 2009 señala que, de acuerdo con el Contrato No. 033 de 2007, el RUNT es un "(...) sistema de información que permite registrar y mantener actualizada, centralizada, autorizada y validada la información sobre los registros automotores, conductores, licencias de tránsito, empresas de transporte público, infractores, accidentes de tránsito, seguros, remolques y semirremolques, maquinaria agrícola y de construcción autopropulsada y de las personas naturales o jurídicas que prestan servicios al sector". Esta definición resulta compatible con el objeto de la iniciativa.

En consecuencia, y dado que el RUNT constituye la herramienta nacional vigente, actualizada y centralizada que permite obtener con mayor eficacia los insumos requeridos para establecer la exigencia proyectada en la propuesta normativa, se considera pertinente que sobre dicha base se realice el cálculo de la exigencia a que se refiere la propuesta presentada.