

Análisis de las causas que generan el hurto de energía eléctrica en Bogotá

Sara Casado Nieto - Especialización Gerencia de Proyectos.

Heiner Darío Londoño Hernández - Especialización Gerencia de Proyectos.

Andrés Rodríguez Romo - Especialización Gerencia de Proyectos.

Eliana Torres Rodríguez - Especialización Gerencia de Proyectos.

Cristian David Vergara Garzón - Especialización Gerencia de Proyectos.

GRUPO 2

Universidad EAN

Especialización en Gerencia de Proyectos

Seminario de Investigación

Antonio Rodríguez

Junio de 2020

Tabla de contenido

Resumen	4
Introducción	5
Planteamiento del problema (antecedentes y descripción del problema)	6
Formulación del problema (pregunta general de investigación)	11
Objetivo general del proyecto	11
Objetivos Específicos	11
Justificación	11
Marco Teórico	12
Antecedentes	12
Identificación, cálculo y reporte de pérdidas no técnicas dentro del sistema	14
Comportamiento humano y regulación en Colombia	19
Estratificación socioeconómica en Colombia	22
Marco Institucional	24
Metodología general o de primer nivel	25
Definición conceptual y operacional de las variables	29
Población y muestra	31
Metodología particular o de segundo nivel	33
Medición de variables	34
Análisis de resultados	34

	3
Características de la población a la cual se le aplicó el instrumento de encuesta	34
Decretos que favorecen a los establecimientos industriales y comerciales en la reducción del aporte monetario por el servicio de energía	39
Dinámica del entorno	39
Conclusiones	43
Recomendaciones	45
Referencias	46

Resumen

El propósito de esta investigación es identificar las causas del hurto de energía eléctrica en la ciudad de Bogotá. Adicionalmente, se basa en estadísticas, mediciones y datos obtenidos sobre las pérdidas no técnicas en el suministro de energía, el cual consiste en la parte que se pierde en un mercado de comercialización por motivos diferentes al transporte y transformación de la misma. Se considera también, como pérdida no técnica, la electricidad entregada pero no pagada por los usuarios, situación que se traduce en pérdidas financieras directas para el proveedor de energía y traslado al usuario final.

A través de inferencias estadísticas, se identifican las principales causas y características de la población que genera defraudación del fluido eléctrico en la ciudad de Bogotá, evaluando sus motivaciones versus sus condiciones socioeconómicas y dinámica del entorno se pudo identificar que entre menores sean los ingresos, mayor es la cantidad de hurto del fluido eléctrico.

El principal aporte de esta investigación es permitir que cualquier empresa comercializadora de energía eléctrica, use este estudio como herramienta que les permita identificar la caracterización de los usuarios hurtadores, y a su vez, lograr reducir el indicador de pérdidas.

Palabras Claves: hurto de energía, servicios públicos domiciliarios, estratos sociales, pérdidas de energía eléctrica, defraudación en el fluido eléctrico, calidad del servicio, fraude.

Introducción

Las pérdidas de energía por causas no técnicas generan problemas económicos tanto para las empresas generadoras de energía como para los usuarios finales. Por esta razón se realiza esta investigación, evaluando esta problemática en la ciudad de Bogotá y tomando como referencia el comportamiento a nivel mundial. Todo esto con el fin de conocer las causas que motivan a las personas para actuar de esta manera. Se evidencia que globalmente esta problemática está directamente relacionada con el nivel socioeconómico de las personas, ya que entre menores son los ingresos, mayor es la cantidad de hurto. Se estima que en países en vía de desarrollo las pérdidas de energía están en alrededor del 7% y para países desarrollados de 2 a 3% (Mimmi y Ecer, 2010).

Las pérdidas de energía eléctrica por causa no técnica en Bogotá han venido aumentando, llegando a niveles del 6,7% del total generado, (Recovery Operation OCR, 2019), es claro que estos actos vandálicos e ilegales en la ciudad han sido un factor predominante en distintos sectores, mayormente evidenciado en aquellos que presentan más vulnerabilidad.

Lo anteriormente expuesto permite crear una imagen general y numérica sobre esta problemática, teniendo en cuenta que existen conexiones ilegales que no se han denunciado, por lo tanto, las cifras oficiales pueden ser mayores. Se puede enmarcar y estudiar este tipo de hurto desde varios enfoques. En esta investigación se da una perspectiva desde el contexto sociocultural y socioeconómico, utilizando como método de medición una encuesta para usuarios en diferentes zonas de la ciudad de Bogotá.

Para esta investigación se encuestaron a 152 personas con el fin de conocer diferentes variables como es el estrato socioeconómico, ubicación, edad, salario, nivel educativo, número de subsidios recibidos, núcleo familiar, calidad de servicio de energía recibido,

comercializadora, razón con la cual justifican el motivo que los llevó a realizar hurto, etc. Mostrando cuales son los principales factores a resaltar de las respuestas dadas por los encuestados.

Planteamiento del problema (antecedentes y descripción del problema)

El modelo de prestación del servicio de energía eléctrica en la ciudad de Bogotá, al igual que en el resto del país, está segmentada en generación, distribución y comercialización. Aunque en los tres segmentos se evidencian pérdidas energéticas, para esta investigación solo se tendrá en cuenta el segmento de comercialización y además de eso, se focalizará sobre la pérdida de energía eléctrica por causas no técnicas. Con el fin de contextualizar la investigación, se definen las pérdidas no técnicas como la energía que se pierde en un mercado de comercialización por motivos diferentes al transporte y transformación de la energía eléctrica. (Ministerio de Minas y Energía CREG, 2010) Dichas pérdidas no técnicas, son el producto de deficiencias administrativas u operacionales que se traducen en la diferencia entre la energía suministrada al usuario y el rubro económico que se factura realmente.

De acuerdo con la Comisión de Regulación de Energía y Gas, es obligatorio que los entes gubernamentales y privados encargados del suministro de este flujo cuenten con planes definidos de reducción de pérdidas energéticas ya que a partir de 1997 por medio de la resolución CREG 031 los costos asociados a las pérdidas energéticas fueron trasladados al usuario final. Según lo expuesto por la Compañía de Expertos de Mercado desde el 2004 el comportamiento de la demanda de energía por parte del segmento comercial y las pérdidas energéticas han tenido una tendencia inversamente proporcional, favoreciendo a la eliminación de la problemática, el índice de pérdidas a nivel nacional ha demostrado una reducción en promedio de 2 puntos porcentuales anuales. En el caso de la ciudad de

Bogotá, en la cual, el comercializador y operador de red más representativo es Enel-Codensa, el indicador de pérdidas no técnicas se ubica en el 6,7%. (Recovery Operation OCR, 2019).

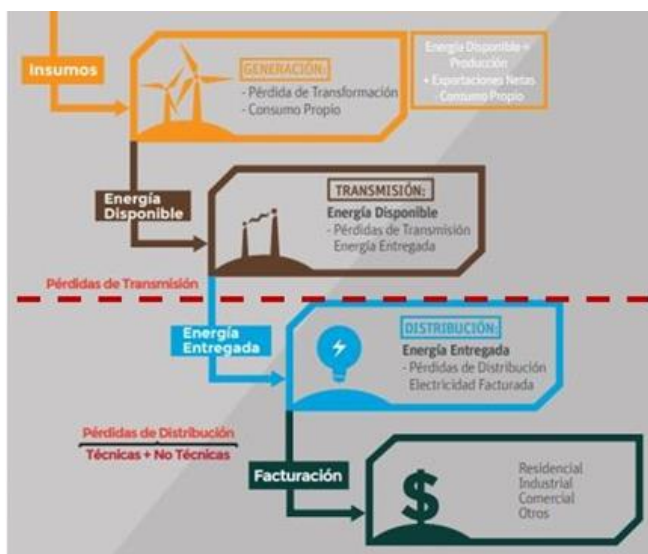


Figura 1: Diagrama pedagógico del sistema de prestación de servicio de energía eléctrica. En él, se resalta la parte inferior para demarcar el segmento que será objeto de investigación (Jiménez, Tomás, & Jorge, 2012).

Con el fin de ubicar al consultor de la investigación en proceso, esta se llevará a cabo en la sección del sistema de distribución de energía eléctrica ubicada por debajo de la línea punteada (ver figura 1), ya que las pérdidas que existen en las dos primeras fases del sistema se le atribuyen a condiciones físicas y administrativas, las cuales no son el foco de la presente investigación. Por el contrario, ésta se centrará en conocer las causas que generan las pérdidas no técnicas que se refieren a la electricidad entregada pero no pagada por los usuarios, situación que se traduce en pérdidas financieras directas para el proveedor de energía y trasladado al usuario final. Este tipo de pérdidas es causado por factores externos a los sistemas (climatológicos o económicos), pero relativos a la gestión de las

empresas y de acuerdo con el Banco Mundial, desde la perspectiva de una empresa eléctrica, las pérdidas no técnicas se denominan frecuentemente pérdidas comerciales, dado que la adecuada medición y facturación de la electricidad es parte integral de la gestión comercial de energía y factores institucionales del sector.

Aunque las pérdidas no técnicas no son el factor que más influye en el indicador general de eficiencia energética, si se evidencia una relación directamente proporcional entre la clasificación del país de acuerdo con los entes internacionales, y el indicador de pérdidas general. Las pérdidas derivadas del hurto y el fraude son consecuencia de una combinación de factores que no siempre depende directamente de la gestión de la empresa eléctrica. Así, estos factores podrían estar asociados a resultados en el aumento de la tarifa (por ejemplo, shocks al precio del petróleo) o de bajos ingresos de la población, entre otras causas que se desarrollaran en esta investigación. Esta situación podría ser permanente o temporal como resultado, por ejemplo, de una crisis económica. Por otro lado, el robo o no pago podría deberse a contextos socioculturales como la baja propensión a pagar por servicios públicos o la imposibilidad de conexión debido a falta de títulos de propiedad, entre otros. Por último, el robo podría ser una respuesta a la percepción de un servicio de baja calidad o de un deficiente monitoreo por parte de las empresas. En cualquier caso, los programas destinados a reducir las pérdidas de electricidad necesitan caracterizar a la población objetivo con el fin de abordar adecuadamente el problema. (Jiménez, Tomás, & Jorge, 2012, p.15).

De acuerdo con lo anterior, el BID resalta la necesidad de conocer la causalidad y caracterización de la población en su informe, lo que alienta a ahondar en investigar en este caso las causas del problema.

La identificación de las pérdidas no técnicas se logra a partir de un proceso conocido como balance energético, lo cual consiste en instalar equipos de medida en las instalaciones eléctricas de la red de forma jerárquica y así segmentar geográficamente las zonas donde el indicador esté sobre el límite permisible. Los grupos técnicos del comercializador realizan revisiones a los grupos de medida con el fin de descartar que la pérdida de energía sea causada por subregistro, producto de un defecto en el instrumento de medición. Las acciones que se ejecutan operativamente para reducir el indicador de pérdida (sea eliminando o justificando) van desde la identificación y corrección de instalaciones que generan subregistro hasta modificaciones en el sistema del comercializador.

De acuerdo con los resultados obtenidos por el comercializador Enel-Codensa a lo largo del último año, en la zona sur occidente de la ciudad de Bogotá y el municipio de Soacha se logra evidenciar que el tipo de cliente es una variable diferenciadora en la focalización de las pérdidas no técnicas. De acuerdo con la figura 1 se puede concluir que el mayor aporte de pérdidas no técnicas lo generan los consumidores industriales (transformadores de materia prima).

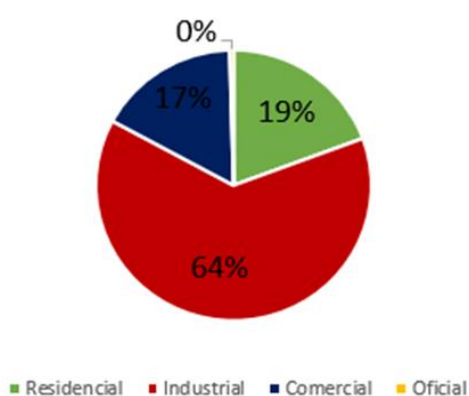


Figura 2: Aporte de pérdidas no técnicas por tipo de cliente, en la figura se puede evidenciar que el nicho de clientes industrial genera más de la mitad de las pérdidas no técnicas evaluadas (DELTEC S.A.

INSPECCIONES TÉCNICAS, 2019).

De acuerdo con el informe memoria anual Codensa del 2017 se evidencia un aumento de pérdidas no técnicas debido a la vinculación de la Empresa de Energía de Cundinamarca, cerrando el año con un indicador del 7,84%. Las pérdidas de energía registradas para Enel-Codensa presentaron anualmente una reducción cercana al 3,05% entre 1997 y 2003, debido en parte a la existencia del régimen sancionatorio para las empresas de servicios públicos domiciliarios de recuperar a través de multas a los clientes que fueran sorprendidos hurtando energía, así como al comportamiento estable de la tarifa cobrada por el servicio, la cual difícilmente permitía a las empresas cubrir sus costos marginales. Sin embargo, a partir de 2001 y hasta 2007, se inicia una etapa de control de las pérdidas, gracias a un entorno regulatorio favorable, teniendo en cuenta que en 2001 se implementa una fórmula tarifaria que permite evaluar el impacto económico de las pérdidas de energía asumida por los comercializadores. (Avendaño y Pulido, 2014).

De acuerdo con un seguimiento realizado por la empresa comercializadora de la ciudad de Bogotá, Enel-Codensa, en los límites de la zona donde presta su servicio se ha detectado que existe una oportunidad clara de reducción de pérdidas energéticas causadas por asentamientos de personas de bajo recursos los cuales no poseen equipos de medida ni un sistema de facturación provisional por la energía consumida (Recovery Operation OCR, 2019).

Tal y como se enunció anteriormente, la CREG como ente encargado de controlar y gestionar las normas que acreditan un sistema de comercialización de energía eficiente ha estipulado decretos que afectan al consumidor debido a deficiencias de control por parte de los comercializadores. Aunque existen modelos de reducción de pérdidas por parte de dichas compañías y siendo Enel-Codensa una de las comercializadoras más eficientes en la aplicación del plan, se requiere identificar las causas socioeconómicas que llevan a los

usuarios finales a modificar las instalaciones eléctricas con el fin de generar subregistro de energía eléctrica y mantener el comportamiento de gestión que ha tenido la compañía.

Formulación del problema (pregunta general de investigación)

¿Cuáles son las principales causas que llevan a los usuarios finales a hurtar el servicio de energía eléctrica en la ciudad de Bogotá?

Objetivo general del proyecto

Determinar por medio de inferencia estadística las principales causas y características de la población que genera defraudación del fluido eléctrico en la ciudad de Bogotá evaluando sus motivaciones versus sus condiciones socioeconómicas.

Objetivos Específicos

- Estudiar las principales características sociales y económicas de sectores de poblaciones que registran mayores pérdidas energéticas de origen no técnico en la ciudad de Bogotá.
- Identificar las principales problemáticas de defraudación de fluidos en diferentes países.
- Identificar la regulación aplicable a la defraudación de fluidos en Colombia.

Justificación

La presente investigación se enfoca en el estudio de las causas del hurto de energía eléctrica y las implicaciones a nivel social y jurídico que puede llegar a tener un usuario o ente prestador de este servicio. Adicionalmente, se basa en estadísticas, mediciones y datos obtenidos sobre las pérdidas no técnicas en el suministro de energía. Es así, como esta investigación, puede ser considerada como una herramienta para los comercializadores que permiten identificar la caracterización de los usuarios hurtadores, y a su vez, lograr reducir el indicador de pérdidas. Dichos controles de pérdidas no técnicas le llevan al comercializador de energía de Bogotá (Enel Codensa) a invertir de su presupuesto cada año aproximadamente 20.146.428.709 pesos colombianos (RECOVERY OPERATION OCR,

2019), dinero que podría ser transferido al proyecto de modernización de los sistemas de transmisión de energía o con el fin de lograr una disminución en el cobro y así evitar incrementos en el rubro por ineficiencias del sistema de prestación del servicio. Por otra parte, esta investigación busca ser una herramienta para lograr reactivar la reducción del indicador de pérdidas no técnicas, estancado desde el 2017 en 7,2% (DELTEC S.A. INSPECCIONES TECNICAS, 2019). Si bien, el hurto de energía es un tema bastante conocido, cuando se presenta una inconformidad, bien sea por parte del usuario o por parte de las empresas prestadoras del servicio queda la incertidumbre de saber cómo proceder, y de los antecedentes que existan al respecto. Por lo anterior, se pretende dar a conocer datos concretos y que puedan servir de referencia para entender esta problemática y a su vez definir algunas causas que generan el hurto de energía.

Dentro de los datos relacionados en la investigación, se identifican los diferentes tipos de usuarios que existen a nivel de consumo energía eléctrica, y de las diferentes maneras que, según su modelo de negocio, utilizan para perjudicar la correcta prestación del servicio.

Marco Teórico

El punto central que nos lleva a esta investigación es determinar las principales causas y características de la población que genera defraudación del fluido eléctrico en la ciudad de Bogotá, para lo cual, se realiza un recorrido de literatura desde la perspectiva técnica, legal y social, así:

Antecedentes

Las conexiones eléctricas ilegales no se evidencian únicamente en Colombia o América Latina, según investigaciones realizadas a nivel mundial se ve que esta problemática va más allá del continente americano. Las pérdidas de energía por robo rondan alrededor del 7% y

10 % para países en vía de desarrollo y entre el 1 y 2 % para países como Estados Unidos y los ubicados en Europa occidental. Existen casos de países como India en donde las pérdidas por robo de energía alcanzan niveles de hasta el 30% del total producido, concluyendo así que esta problemática es directamente proporcional al nivel de pobreza de la población.

Según la comparación entre la capacidad instalada y el robo de energía eléctrica para países como India, México, Pakistán, República Dominicana, Colombia y Brasil, se evidencia que el robo de energía para el año 2006 generó pérdidas alrededor de 25 billones de kilo vatios hora, como se evidencia en las siguientes figuras.

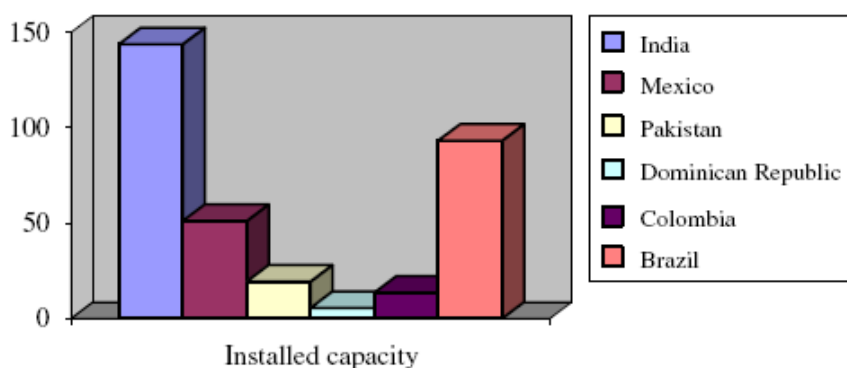


Figura 3: Generación de la capacidad instalada en millones de kilo vatios en el año 2006 (International Energy Annual, 2006a).

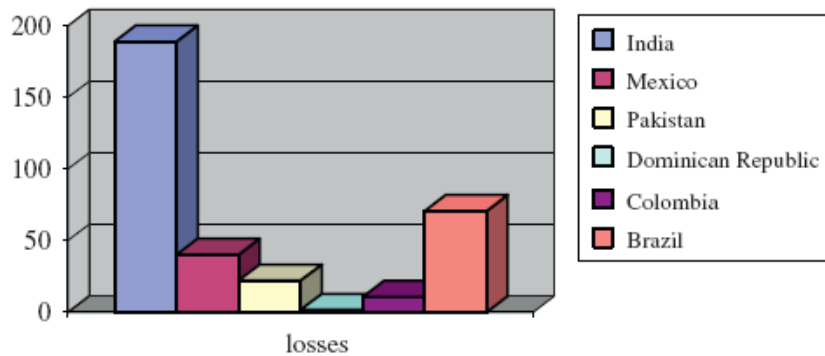


Figura 4: Pérdidas en billones de kilo vatios hora en el año 2006 (International Energy Annual, 2006b).

Esta problemática afecta a todos los continentes, por esta razón, existen varios métodos por los cuales se intenta controlar el hurto, pero en el caso de ciudades como Bogotá estas medidas son violadas constantemente y se deben generar nuevos métodos de control para reducir los índices de robo. Esto se hace por medio de distintos tipos de transformadores que se implementan en las zonas vulnerables a esta problemática, con el infortunio de encontrar que, sin importar el método, buscan la manera de violentar la seguridad de la red.

Identificación, cálculo y reporte de pérdidas no técnicas dentro del sistema

Como base de la investigación, se aclara que las pérdidas no técnicas de energía eléctrica son definidas como “la energía que se pierde en un mercado de comercialización por motivos diferentes al transporte y transformación de la energía eléctrica” (Comisión de Regulación de Energía y Gas, 1997, p.1), lo que indica fácilmente que las variables físicas del sistema, generadoras en parte del déficit, no son tenidas en cuenta dentro del indicador. El ente regulador también declara que por ley, todo operador de red (encargado de la comercialización de la electricidad) debe tener un plan de reducción de pérdidas no técnicas y lo define como: el “conjunto de actividades que debe ejecutar un operador de red para reducir el índice de pérdidas de su sistema y que debe contener como mínimo las etapas de

planeación, implementación, seguimiento y control” (Comisión de Regulación de Energía y Gas, 1997, p.2), ya que cada empresa tiene su potestad para diseñar e implementar dicho requisito legal. La CREG haciendo uso de la resolución 184 del 2010, obliga a los operadores de red a dar cumplimiento al plan definido por ellos, si es que no están dispuestos a afrontar multas estatales. De allí, nace la necesidad por parte de los operadores en poner en práctica medidas eficientes que permitan identificar, eliminar y controlar pérdidas no técnicas generadas de manera administrativa u operacional. A continuación, se exponen una serie de ideas que pueden aportar al cumplimiento general de la presente investigación desde la parte técnica.

Las pérdidas técnicas del sistema eléctrico se pueden controlar siempre y cuando exista innovación en cada una de las etapas, pero los controles para las pérdidas no técnicas son de mayor envergadura, ya que su causa base es la deficiencia para controlar desviaciones administrativas y operacionales que no permiten la facturación correcta de la energía suministrada al usuario final. Estas pérdidas solo se presentan en la etapa de comercialización de energía eléctrica, aunque las variables del sistema causantes de la ineficiencia son relevantes, no son muy conocidas, lo cual lleva a que reguladores, generadores, distribuidores y operadores trasladen parte del costo de sostenibilidad al usuario final soportándose en legislación gubernamental. (Costa, Arderius y Trujillo, 2018).

Una conclusión del análisis realizado en el desarrollo del marco teórico es que la carencia de una estrategia única aumenta significativamente la dificultad para el cumplimiento de la reducción de la magnitud del indicador (Viegas, Esteves, Melicio, Méndez y Vieira, 2017, p.1263), lo que lleva a las compañías a diversificarse en los modelos de detección y así someterse a un riesgo negativo mayor en el cumplimiento de dicho objetivo. Uno de los métodos más estudiados en la última década, se basa en la

implementación de soluciones innovadoras de control de redes y equipos de medida. Aunque la mayor cantidad de las fuentes expuestas por Viegas y Compañía, hacen referencia a la relevancia por la preocupación de las entidades por encontrar una solución que aporte una reducción significativa del indicador, logran concluir que los países desarrolladores son los más interesados en mantener sus indicadores por medio del método anteriormente expuesto. Un claro ejemplo de esto es la implementación de los equipos “Smart” que viene adelantado la empresa Enel-Codensa en la ciudad de Bogotá y municipios aledaños (Recovery Operation OCR, 2019) donde por medio de telemetría GPRS logran evaluar en línea perfiles de carga de los equipos asociados a centros de distribución, y así, detectar variaciones entre la energía suministrada por dicho centro y la energía facturada por los clientes dueños de dichos equipos.

La evolución de los sistemas de detección se ve resaltada en las fuentes consultadas para esta investigación. Un caso a resaltar es el desarrollo de una metodología basada en la implementación de encuestas que llevan a un análisis económico. Todos estos modelos logran impactar positivamente en el camino hacia el cumplimiento de las metas convirtiéndose en fuentes primarias para la creación de políticas privadas o gubernamentales (Viegas, Esteves, Melicio, Méndez y Vieira, 2017, p.1257). La clasificación general de los métodos de detección y control, se establecen en las herramientas utilizadas; como primera categoría se encuentran los métodos estadísticos, basados en una interacción persona a persona donde prevalece la necesidad de recopilar información subjetiva; en segunda categoría se encuentran herramientas de control y detección tecnológicas, un claro ejemplo es el expuesto anteriormente. Y como último bastión de ayuda en cumplimiento del objetivo se encuentra el análisis de vulnerabilidad de redes y equipos. Cada uno de los tipos mencionados tiene sus deficiencias claras. Otro reto

para vencer primordialmente es la eliminación de la barrera de desinformación entre la empresa generadora y la comercializadora. De acuerdo con Messinis, en la mayor cantidad de los países las compañías que cumplen estos roles, son totalmente independientes, por ende, la falta de colaboración (transmisión de información) no permite una gestión eficiente sobre el indicador. Se espera que las próximas investigaciones vayan enfocadas no en la detección de pérdidas no técnicas, si no en la creación de aplicaciones que utilicen múltiples soluciones. (Messinis y Hatzigiorgiou, 2018).

A partir del punto expuesto anteriormente, se establece una conexión con un estudio realizado sobre la detección temprana de pérdidas no técnicas gracias a métodos mixtos enfocados en las inspecciones de los equipos de medida. Sin embargo, dichos métodos no pueden identificar adecuadamente la mayoría de los casos de fraude (Viegasa, Esteves y Vieira, 2017, p.1260). En el marco científico actual, se carece de investigaciones que logren establecer un modelo de detección de pérdidas no técnicas caracterizando a los usuarios finales por variables socioeconómicas, en la última fuente citada, los autores logran jerarquizar los métodos de detección cualitativamente (comparación directa entre costo y beneficio). Un conocimiento de gestión de pérdidas no técnicas ha sido adquirido de forma empírica por las organizaciones. Entre los métodos más empleados se encuentran la estimación del estado, la agrupación, redes neuronales, máquinas de vectores y árboles de decisión (Ramos, Souza, Chiachi, Falcao y Papa, 2011). A partir del 2010 nace un término referente a la vulnerabilidad de los sistemas eléctricos.

“El término vectores de ataque se refiere a la forma en que un individuo puede afectar maliciosamente la red eléctrica o los sistemas con el fin de generar subregistros de energía (Viegasa, Esteves y Vieira, 2017, p.1261)”.

Los planes de reducción de pérdidas combinan de forma continua las estrategias. Administrativamente se manejan algoritmos avanzados que permiten analizar las características de los clientes históricamente y así evidenciar patrones de recurrencia, de esta forma, se puede planear una estrategia de seguimiento. Los clientes focalizados administrativamente son sometidos a revisiones de equipos de medida en busca de reincidencia. Un método mixto (administrativo-operativo) son los balances de energía. Gracias a una serie de datos obtenidos por los equipos de medida de los clientes y macro medidores (equipos de medida de los transformadores) se realiza una comparación entre la energía registrada por el macro medidor (energía entregada) contra la energía facturada por los clientes (León, 2011). La diferencia entre estos datos se le resta la energía no registrada por alumbrado público, ya que no se le puede atribuir al sistema esta energía como pérdida no técnica. El valor final es la pérdida de centro de distribución. Posterior a este análisis se implementa un nuevo método de detección, como es el árbol de decisiones, que se aplica para la detección en terreno de anomalías en equipos de medida, pero lo vital de este método es lograr caracterizar clientes de acuerdo con sus consumos previos (datos) y comportamiento de clientes (Recovery Operation OCR, 2019). Dicha facultad adquirida empíricamente complementa los métodos expuestos en las fuentes consultadas. De acuerdo con las investigaciones tomadas en el contexto técnico de esta problemática, se evidencia que las empresas han evolucionado tecnológicamente en la detención y el control de las pérdidas. Sin embargo, hay una oportunidad para complementar estas investigaciones, enfocándose en la raíz del problema, estudiando el comportamiento humano que es un determinante de las causas que originan que la población realice la defraudación de fluidos.

Comportamiento humano y regulación en Colombia

La esencia del enfoque económico del crimen es la decisión racional de las personas de cometer o no una acción criminal, al comparar los beneficios y los costos de ejercerla. Este planteamiento ha trascendido en la construcción de los marcos normativos de Colombia y el mundo en el desarrollo de políticas públicas y privadas para combatir el comportamiento ilegal. Lo anterior aporta a esta investigación los móviles de comportamiento humano al realizar un hecho delictivo. (Becker, 1958).

Siguiendo con esta línea, “(Cornish y Clarke, 1986) formularon la teoría de la elección racional, ésta habla de que quien comete un delito lo hace tras un proceso de toma de decisiones, que son motivadas por su comportamiento que varía en mayor o menor medida en función del contexto en el que ocurre (Wortley, 1997)”.

“Los conceptos de esta nueva teoría se utilizan para desarrollar la prevención situacional del delito, que busca modificar el ambiente para aumentar el esfuerzo requerido por el delincuente para cometer el delito, incrementar el riesgo de aprehensión y reducir los beneficios que se van a obtener, para así prevenir y/o reducir la delincuencia (Clarke, 1992). (Campoy, P. y Summers, L., 2015), (Los precipitadores situacionales del delito: otra mirada a la interacción persona-ambiente. Revista Criminalidad 57, pp. 41-58)”.

Lo anteriormente expuesto es aplicable en Colombia, motivo por el cual se incluye en este estudio la regulación consultada. “La Ley N° 599 del 24 de junio de 2000 en su artículo 256. Defraudación de fluidos profesa: El que mediante cualquier mecanismo clandestino o alterando los sistemas de control o aparatos contadores, se apropie de energía eléctrica, agua, gas natural, o señal de telecomunicaciones, en perjuicio ajeno, incurrirá en prisión de uno (1) a cuatro (4) años y en multa de uno (1) a cien (100) salarios mínimos legales mensuales vigentes.”

A su vez, y en concordancia con lo anterior, la resolución 108 de 1997, proferida por la Comisión de Regulación de Energía y Gas, en su artículo 54 establece: “En el contrato de condiciones uniformes se deberá establecer en forma clara y concreta, qué conductas del usuario se consideran incumplimiento de éste y dan lugar a la imposición de sanciones pecuniarias por parte de la empresa, la manera de establecer su cuantía y el procedimiento para demostrar dichas conductas y para imponer la sanción a que haya lugar. En todo caso, la actuación deberá adelantarse con la garantía plena del derecho que tiene el usuario a la defensa, y con sujeción a lo que los Códigos Civil y de Comercio y la Ley 142 de 1994, en su artículo 133, prevén en relación con la carga de la prueba”.

Estos manifiestos hacen relación a las sanciones. Cada ente prestador de servicio también establece su reglamentación en cuanto al fraude que puedan encontrar en algún predio que se valga del servicio prestado. De acuerdo con lo anterior, el contrato de condiciones uniformes de Enel-Codensa S.A. ESP en su capítulo 20 hace referencia: “Cuando se encuentran anomalías como el daño de los equipos de medida manipulación de las instalaciones, por golpes, incendios o el hurto de los equipos de medida , conexiones o elementos de seguridad que sean producto de acciones no accidentales, reflejen omisiones al no haber sido notificados por el CLIENTE a la EMPRESA dentro de los siguientes 3 (tres) días a su ocurrencia o incumplan el presente contrato, la EMPRESA, además de cuantificar el valor de la energía dejada de registrar, iniciará el trámite para determinar la viabilidad de aplicar las consecuencias económico-jurídicas derivadas del incumplimiento, previstas en el presente capítulo”.

Así las cosas, las empresas prestadoras de servicios públicos (ESP), desde el año 1997 pueden sancionar acciones de los clientes que estén por fuera de lo establecido en el contrato de prestación de servicios y que de cierta manera está en contra, de una adecuada

prestación del servicio público como lo son el hurto de energía por modificación, manipulación o alteración de equipos y/o violación de elementos de seguridad.

Para el año 2007, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) se pronuncia indicando que las ESP no podrían, ni tienen facultad para imponer alguna sanción. Así mismo, el Gobierno Nacional a través del Plan Nacional de Desarrollo lo ratifica en la Ley 1151 en su artículo 105. Este artículo determina que las ESP (Empresas de Servicios Públicos) deben incluir en sus contratos la sanción pecuniaria a que haya lugar por el incumplimiento de los usuarios y a su vez, se debe especificar la cuantía y el procedimiento de sanción. Todo lo anterior regido por un debido proceso.

En mayo del año 2008, la Corte Constitucional interviene, y basado en su sentencia C-539 socializa como inexecutable el artículo 105 del Plan Nacional de Desarrollo indicando que vulnera el principio de unidad de materia.

Según Laverde, J. (2017), Magister en derecho público, la Ley 1753 del 2015 (Plan Nacional de Desarrollo 2014–2018), en su artículo 208, incrementó en gran medida las multas que la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) tiene a su bien imponer a empresas prestadoras de servicios. Tales multas, pasaron de hasta 2.000 salarios mínimos legales mensuales vigentes (SMLMV) según Ley 142 de 1994 hasta 100.000 SMLMV, monto vigente en la actualidad.

Con base en lo anterior, el rango de sanción de esta ley es amplio y no clarifica un nivel de gravedad para el incumplimiento de esta, por lo que el funcionario que dicte tal sanción es único responsable del valor que imponga al infractor y podría entrar en controversia por no tener valores claros de referencia.

En muchos de los casos en las que la ESP, en sus revisiones periódicas de los medidores del servicio encuentra alguna anomalía, lo primero que deben hacer es informar al cliente y

propietario del predio en donde se hizo el hallazgo. Tal informe no siempre es posible, por lo menos inmediato, debido a la no presencia del dueño del predio, motivo por el cual se presta para una inconformidad en caso de que, al recibir la sanción, el cliente puede indicar que no fue avisado a tiempo y no se le mostró evidencia de la infracción, llámese daño, alteración o manipulación del aparato medidor.

La Comisión de Regulación de Energía y Gas, en su sentencia T-565/09. Expediente T-2.243.890 (agosto 2010) expone un fallo dando como no viable la tutela impuesta por un usuario, quien asegura un indebido proceso y que no fue notificado a tiempo de la sanción y el soporte de la supuesta infracción cometida. Para tal proceso fue evidente la manipulación del medidor y las fallas presentadas en la medición por lo que el fallo fue en contra del usuario. Así pues, la sanción económica fue a criterio de la ESP y así es como se maneja actualmente. Éste, es entre otros casos, uno de los más comunes donde se evidencia fraude por alteración del medidor de energía.

Estratificación socioeconómica en Colombia

En Colombia, de acuerdo con la Constitución política de 1991, se prevé a los servicios públicos domiciliarios como bienes superiores, y se constituyen como derechos mínimos vitales de consumo equitativo de todos los colombianos.

A partir de año 1995 el gobierno colombiano estableció regulaciones y políticas públicas tendientes a implementar modelos para la prestación de servicios públicos domiciliarios, teniendo en cuenta cobertura, calidad y eficiencia del servicio con el fin de mitigar las necesidades de la población vulnerable, definida como: “los individuos expuestos a contingencias económicas, riesgos materiales o tensiones sociales y carentes de capacidades para evitar daños o pérdidas y para asegurar niveles de bienestar aceptables (...) Torres, Claudia Eugenia Toca, 2013, p.390”.

Para lo cual, estableció herramientas que permitieron clasificar dicha población, en estratos que cumplieran con las mismas características, a fin de brindarles apoyo institucional. Es así, como a través del Sistema de Selección de Beneficiarios para Programas Sociales (SISBEN) del Departamento Nacional de Planeación, se organizó a los individuos de acuerdo con su estándar de vida y permitió la selección técnica, objetiva, y equitativa de beneficiarios de los subsidios para el pago de los servicios públicos domiciliarios. Esta herramienta permitió clasificar a la población en situación de pobreza, mediante la asignación de puntajes que van de 0 a 100.

Para las empresas prestadoras de servicios públicos, clasificar a la población por estratos puede generar algunos impactos, entre ellos se destaca, que dichas empresas no tienen que preocuparse por las políticas sociales de los servicios públicos domiciliarios, lo cual les permite concentrarse en su función principal; tener un mercado definido con proyecciones claras de expansión de los servicios; desarrollar cultura ciudadana en torno al uso de servicios públicos, alivianar la carga de las finanzas públicas al poder focalizar una parte del gasto social mediante el subsidio de los estratos altos a los estratos bajos, con los cuales se reduce el déficit fiscal; y en general “cumplir con los mandatos constitucionales, que propugnan por el acceso universal a los servicios públicos domiciliarios y que ordena establecer un sistema tarifario solidario y redistributivo del ingreso, (Landazábal y Sanabria, 2004, p.150)”.

De acuerdo con la información estadística reportada por la operadora eléctrica Enel-Codensa (Recovery Operation OCR, 2019), se observa que en los estratos 1 y 2; es donde se presentan mayores pérdidas energéticas. Esto permite orientar la investigación, hacia la caracterización de la población que componen estos grupos sociales, ya que dentro de estos estratos se puede clasificar a la población en situación de pobreza, población con

desplazamiento forzado y a los desmovilizados de los grupos al margen de la ley. Dentro de estos tres (3) grandes grupos se puede identificar a familias campesinas e indígenas que llegan a la ciudad expulsadas de diferentes zonas del país, y que deben improvisar viviendas e invasiones, conectándose ilegalmente al suministro de energía, sin que el operador pueda controlar dicho consumo y mucho menos instalar un contador de energía debido a que no existe una titularidad del predio.

Así las cosas, en el desarrollo de esta investigación se analiza la población a la que pertenecen estos grupos sociales, su estratificación, acceso a subsidios, además de identificar las posibles variables que más influyen en la defraudación del fluido eléctrico en la ciudad de Bogotá.

Marco Institucional

Enel-Codensa es la comercializadora de energía con mayor participación en el mercado; el porcentaje se encuentra en un 25% ya que posee como clientes finales a más de 3,4 millones de usuarios en la ciudad de Bogotá y en más de 100 municipios de Cundinamarca. Aunque no sea muy conocido en el mercado residencial, en el mercado de grandes superficies y clientes industriales la participación de otras comercializadoras es significativa.

En Bogotá existen múltiples comercializadoras de energía, que por medio de una relación comercial compran el servicio al operador de red, en este caso Enel-Codensa, comercializándolo a otro valor monetario a sus clientes. Dichos clientes requieren una gestión muy diferente debido a que la regulación estatal así lo exige. Este mercado es conocido como mercado regulatorio, en donde los clientes se conocen como fronteras comerciales. La resolución 038 de la Comisión Reguladora de Energía y Gas, explica el trato que se debe dar a dichos clientes. Las compañías prestadoras de energía eléctrica

cuentan con la facultad de moverse en las diferentes etapas del sistema eléctrico ampliando su mercado, es por eso, por lo que no es muy extraño ver que Enel-Emgesa, Emcali o EPM generan y comercializan energía eléctrica a su vez. Dichas fronteras comerciales requieren una participación continua entre el operador de red (gestor de la red eléctrica) y el comercializador donde se garantice que el usuario final no aporte al indicador de pérdida no técnica. De forma empírica se puede afirmar que los clientes conocidos como grandes superficies no aportan al indicador, al menos por hurto, pero existen industrias pequeñas que adquieren servicios con otros comercializadores que poseen controles menos efectivos en este ámbito y así, impactan de gran manera el indicador del operador de red. Comercializadores como Vatia, Enertotal, Ruitoque, entre otros, han acaparado el mercado industrial pequeño en un 12% (Recovery Operation OCR, 2019) en la ciudad de Bogotá lo que genera un riesgo alto en la gestión para el operador de red ya que los clientes vinculados a dichos comercializadores presentan una caracterización de seguimiento para Enel-Codensa.

Metodología general o de primer nivel

De acuerdo a la premisa: “es importante estimar la confiabilidad de cualquier instrumento de medición, ya que, de no hacerlo, se puede caer en la improvisación” (Vargas y Sánchez, 2017) se ha realizado una evaluación bibliográfica que ha llevado de acuerdo a la necesidad de la investigación la decisión de crear un instrumento multi método, por medio de una encuesta etnográfica. En este apartado se expondrá dichos factores que llevan a la toma de dicha decisión.

El instrumento de investigación consiste en una encuesta con una serie de preguntas dispuestas para que den respuesta individuos involucrados previamente en casos de subregistro de energía debido a manipulación de la instalación eléctrica. Se diseñó el

dispositivo de tal manera que, aunque existan variables cualitativas y cuantitativas, la respuesta sea numérica. Esto con el fin de lograr realizar un tratamiento adecuado de la información. El segundo método a utilizar es el etnográfico, siendo esto como el estudio directo de personas o grupos durante el periodo de investigación. Aportando a esta investigación el carácter cualitativo. Dicho método de investigación nació como respuesta a la clasificación de aquellos estudios realizados a grupos de personas que compartían algún tipo de vínculo cultural, de allí su nombre. Con el avance de los años se ha determinado que cualquier grupo puede ser sometido a una investigación con este método, desde una familia, una institución educativa, una fábrica, una empresa o grupo social, entre otros. Se espera que la investigación arroje resultados que aclaren la motivación por la cual los individuos deciden optar por cometer un delito asociado a la defraudación de fluidos ya que “el enfoque etnográfico se apoya en la convicción de que las tradiciones, roles, valores y normas del ambiente en que se vive...generan regularidades que pueden explicar la conducta individual y de grupo de forma adecuada” (Martínez, 2005). Dicho método se vincula perfectamente a la necesidad de la investigación ya que permitirá contribuir a la comprensión de sectores o grupos poblacionales más amplios que tienen características similares. Aunque el método de investigación apunta a una observación pura de los individuos de estudio y se esperaría no implementar ningún tipo de hipótesis previa, la limitación con la que se cuenta referente al tiempo, lleva a diseñar un instrumento menos objetivo y por ende más segmentado.

Siguiendo la estructura del método se expondrá a continuación cada uno de los puntos clave a definir antes de diseñar el instrumento: se debe determinar el nivel de participación en el momento de realizar la encuesta, es fundamental hacer partícipe a la población objetivo por medio de una sensibilización social, ya que se someterán a una encuesta donde

la figura del investigador incitara a la desviación de las preguntas. El investigador hace parte de un ente de control del comercializador, lo cual es fundamental lograr que el instrumento sea visto como una herramienta de diagnóstico para el diseño de una estrategia que posteriormente subsane la problemática bilateralmente. Como segundo paso se debe aclarar la recolección de la información la cual se llevará a cabo de dos formas: la primera es producto de la operación propia del comercializador donde se relacionan una serie de datos cualitativos, esta información es soportada por el sistema comercial de la compañía colaboradora de la presente investigación más un registro fotográfico. La segunda parte será producto de una entrevista escrita asesorada personalmente por un entrevistador quien sin alterar la respuesta del entrevistado le ayudará en la resolución del cuestionario. Como último paso se debe exponer la objetividad de la investigación. El método etnográfico alcanza un gran nivel de objetividad. Esto se debe a su enfoque fenomenológico, a su cuidadosa selección de las muestras que estudia, a la empatía que logra con los sujetos, a su buen nivel de confiabilidad y a su notable validez. “El enfoque fenomenológico posee una refinada técnica que disciplina con rigor la subjetividad. Este enfoque considera las acciones humanas como algo más que simples hechos concretos que responden a las preguntas de quién, qué, dónde y cuándo algo fue hecho” (Vargas y Sánchez, 2017). Lo importante es el significado de la acción para su autor y la importancia que ésta tiene en su personalidad.

Definición de variables

Esta investigación tiene dos pilares fundamentales donde se combinan cada uno de los dos tipos de variables. El primer pilar se llama factor socioeconómico, definido como el conjunto de variables económicas, sociológicas, educativas y laborales por las que se califica a un individuo o un colectivo dentro de un sistema organizacional. El segundo pilar

seleccionado es la dinámica del entorno, lo cual es el conjunto de variables externas a la población que le afectan directa o indirectamente y que lo llevan a la toma de decisiones. Entre los factores externos se encuentran los políticos, tecnológicos y ecológicos en los cuales la población no tiene injerencia.

Las variables a utilizar son de tipo ordinal, para el caso de las cuestiones cualitativas y binarias en el caso en el que se desee evaluar condiciones específicas. En el momento que se apliquen variables cuantitativas se establecerá una fórmula de aproximación de los datos entregados por la población, de tal forma que las variables queden establecidas de tipo discreto.

Definición conceptual y operacional de las variables

Con el fin de contextualizar la investigación se relacionan a continuación las variables definidas dentro de los pilares expuestos anteriormente.

Tabla 1

Relación de las variables definidas en la investigación.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
Calidad de vida	Evaluación multidimensional de circunstancias individuales de vida en el contexto cultural y valórico al que se pertenece	Reporte de los factores socio económicos del individuo que se vio involucrado en un caso de hurto de energía puede definir las características del tipo de población.	Rentabilidad de la unidad doméstica Nivel de estudio del responsable de la cuenta Nivel de dependencia del estado	Diferencia entre los ingresos de la unidad y los costos asociados a su funcionamiento Escala de niveles de estudio Porcentaje de ingresos entregados por el estado	Porcentaje Respuestas fijas de selección de tipo nominal Escala cuantitativa discreta de 0 a 5 Escala cuantitativa continua
Actividad Económica	Son actividades económicas todos los procesos que tienen lugar para la obtención de productos, bienes y/o servicios	Al evaluar la actividad económica del inmueble se puede determinar el consumo energético estimado y la demanda deseada. Esto puede determinar la rentabilidad de un	Núcleos familiares en la unidad Accesibilidad al servicio de energía Clasificación de la actividad económica del inmueble	Relación entre unidad residencial y núcleos familiares Usuarios que acceden de forma legal al servicio Respuesta de selección múltiple con descripción de la actividad económica de acuerdo al marco legal	Cualitativa binaria Código CIU Cualitativa nominal



Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
Dinámica del entorno	destinados a cubrir necesidades y deseos de una sociedad en particular	negocio a partir de la adquisición legal del servicio como materia prima	Aforo del inmueble	Listado de equipos eléctricos asociados a la cuenta, lo cual permite determinar la demanda máxima del inmueble al sistema eléctrico	Potencia activa (kW) Cuantitativa continua
	Llamado contexto transaccional es el más próximo e inmediato a la organización. Es el sector específico de las actividades de la organización y está compuesto por sus clientes o consumidores y proveedores competidores entidades reguladoras.	La dinámica del entorno en esta investigación hace referencia a todos los factores externos sociales y económicos a los cuales se ve sometido el usuario del sistema de energía eléctrica.	Condiciones legales de la prestación del servicio	Respuesta binaria enfocada en el conocimiento de las leyes que favorecen las actividades económicas con respecto al servicio de energía eléctrica	Cualitativa binaria
			Calidad del servicio	Respuesta cualitativa en pro de evidenciar causa de la adquisición del servicio de forma ilegal debido a mal servicio	Escala cuantitativa discreta de 0 a 5
			Limitaciones gubernamentales	La carencia de gestión del comercializador del servicio eléctrico no permite la adquisición del servicio legalmente. A partir de la influencia del entorno totalmente inmediato (agrupaciones de vivienda vecinas) se desea evaluar si se genera un patrón de ilegalidad conjunta	Cualitativa binaria
		Influencia social		Cualitativa binaria	



Población y muestra

En los trabajos de investigación, en estudios de mercado, en control de calidad, entre otros, normalmente no se trabaja con la población completa a menos que se trate de una población muy pequeña, para el caso de esta investigación se realizará sobre una muestra de la población, toda vez que puede salir muy costoso y el tiempo de dedicación puede ser muy extenso si se considera la población en su totalidad. Es por ello, que se realiza un muestreo o análisis probabilístico. Según lo expuesto por Kleeberg y Ramos, 2009, p. 16, todos los elementos tienen la posibilidad de ser elegidos para formar parte de una muestra y debemos contar con el universo de probabilidades al que se le llama marco muestral o marco de muestreo. Tal análisis permitirá estimar características propias del total de la población, ciertamente con un margen de error, pero que podría no ser tan considerable para obtener una idea clara del análisis que se está realizando. OTZEN, T. y MANTEROLA C. (2017).

Por lo anterior, es que se opta por una muestra, sin embargo, para poder calcular adecuadamente una se tienen cuatro opciones dependiendo si la variable es cualitativa o cuantitativa. Si la variable es cualitativa, es porque seguramente se va a tomar como muestra una proporción, y los resultados se van a dar en porcentajes, pero de ser una variable cualitativa, es porque se va a tomar como muestra un promedio.

Para la investigación, se quiere un análisis probabilístico aleatorio simple basado en las pérdidas de energía que se tienen al sur occidente de la ciudad de Bogotá, donde se pueda obtener una proporción de los clientes a los que se le deba realizar una encuesta, la cual permita conocer tendencias o estimar por qué se presentan los robos de energía. La población con la que se cuenta es finita, es decir, que la muestra es de un número conocido

de población, y que corresponde a las visitas de inspección realizadas al suroccidente de Bogotá por una entidad filial de Codensa en este ramo.

De las 4 opciones mencionadas anteriormente, se tienen las siguientes fórmulas:

1. $n = \frac{Z^2 pq}{e^2}$: variable cualitativa (proporción). Población desconocida.
2. $n = \frac{N Z^2 pq}{(N-1)e^2 + Z^2 pq}$: variable cualitativa (proporción). Población conocida.
3. $n = \frac{Z^2 \delta^2}{e^2}$: variable cuantitativa (proporción). Población desconocida.
4. $n = \frac{N Z^2 \delta^2}{(N-1)e^2 + Z^2 \delta^2}$: variable cuantitativa (proporción). Población conocida.

En donde,

n: tamaño de la muestra buscado

N: tamaño de la población

Z: nivel de confianza: es definido por el investigador y hace referencia a la confiabilidad de la muestra a tomar. Para este valor se pueden tomar tablas de niveles de confianza previamente dadas o calculadas. En este caso los valores de referencia son tomados de la guía de incertidumbre e-medida. (Revista Española de Metrología, diciembre 2012).

Tabla 2

Nivel de confianza.

Nivel de confianza (%)	Factor de cobertura
57,74	1
95	1,65
99	1,71
100	1,73

p: probabilidad de éxito.

q: probabilidad de fracaso

e: precisión (error máximo admisible en términos de proporción).

La ecuación para realizar la medición es la número 2, teniendo en cuenta que se conoce la población y se quiere conocer una proporción como muestra. Por lo tanto, se tiene:

$N = 1.888$: visitas o inspecciones realizadas.

$Z = 1.65$ para una confianza del 95%

$e = 5\% = 0.005$

$p = q = 50\% = 0.5$: este valor es debido a que no se tienen encuestas previas o datos que permitan garantizar un éxito en la toma de la muestra, es decir, se tiene la misma probabilidad de éxito que de fracaso. Así las cosas, el resultado de la muestra será el siguiente:

$$n = \frac{N Z^2 pq}{(N-1)e^2 + Z^2 pq} = \frac{1888 * 1.65^2 * 0.5 * 0.5}{(1888-1)0.005^2 + 1.65^2 * 0.5 * 0.5} = 273,0749016$$

$n =$ tamaño de la muestra buscado $= 273,0749016 =$ número de encuestas a realizar.

Metodología particular o de segundo nivel

Para esta investigación se seleccionó la encuesta como instrumento para la recolección de información, la cual ha sido realizada por el equipo investigador y será aplicada a una población filtrada de una base de datos de la empresa comercializadora Enel-Codensa, que ha sido validada y contiene información de usuarios que han presentado casos de pérdida de energía por posible manipulación del tendido eléctrico.

Además de este documento se encuentra la encuesta, que tiene como objetivo recopilar información a través de preguntas que ayuden a determinar las causas que generan hurto de energía en Bogotá. En este instrumento se incluyeron variables cualitativas y cuantitativas. Como se indicó en el anterior punto, se manejará bajo la metodología etnográfica y cualitativa, es decir, se analizará un grupo específico de personas.

La encuesta cuenta con 22 preguntas que se desarrollan en el punto de definición conceptual y operacional de las variables, tales como: calidad de vida, actividad económica y dinámica del entorno. Se busca aplicar la encuesta a 273 personas, con un nivel de confianza del 95% y error estimado del 5% debido a que se han realizado encuestas previas.

Medición de variables

Una vez se ha desarrollado el mecanismo de medición de la encuesta adjunta a esta investigación, se procede a la aplicación del instrumento a las 273 personas de forma presencial. Esto es necesario debido a las características propias de la población identificada. Así las cosas, con los resultados de las encuestas, se tabulan de acuerdo con la valoración numérica dentro de las escalas de medición definidas. Las preguntas abiertas diseñadas se hacen con el fin de detectar puntos problemáticos y comunes para el desarrollo de esta investigación, que de igual manera se sistematiza y tabulan los resultados.

Análisis de resultados

Se estimó una muestra de 273 personas, sin embargo, por ser una encuesta personal y de información de naturaleza confidencial, no todas las personas contactadas dieron su consentimiento para responder la encuesta, razón por la cual el análisis de los resultados se realiza sobre una muestra de 152 personas.

Características de la población a la cual se le aplicó el instrumento de encuesta

Edad.

En la población se encuentra que el 21% del total encuestado está en el rango de edad entre 41 y 45 años, el 18% entre 31 y 35 años, lo que indica que es una población joven ya que tan solo el 11% son mayores de 50 años.

Localidad del inmueble.

Las encuestas se aplicaron en las localidades: Bosa (46), Kennedy (43), Soacha (31), Engativá (21), Fontibón (9) y Puente Aranda (2). Siendo estas, previamente seleccionadas de la base de datos entregada por Codensa con la información de los usuarios que han tenido mayor subregistro de energía.

Acceso legal al servicio.

Del total de los inmuebles registrados, el 84% tienen acceso legal al servicio y el 16% no cuenta con este, lo que indica que, aunque en mayor proporción de hogares cuentan con conexión legal, en algún momento han realizado subregistro.

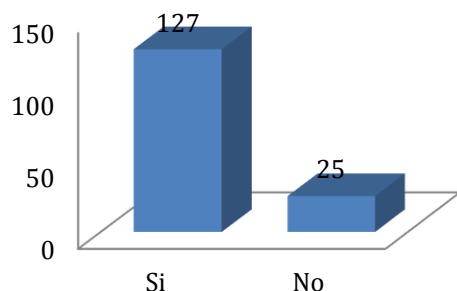


Figura 5: Acceso legal al servicio.

Estrato del inmueble.

De las seis localidades en las que se aplicó la encuesta, el 44% se encuentra en estrato 2, el 32% en estrato 3 y el 22% en estrato 1. Lo que indica que indistintamente del estrato, el hurto de energía está presente.

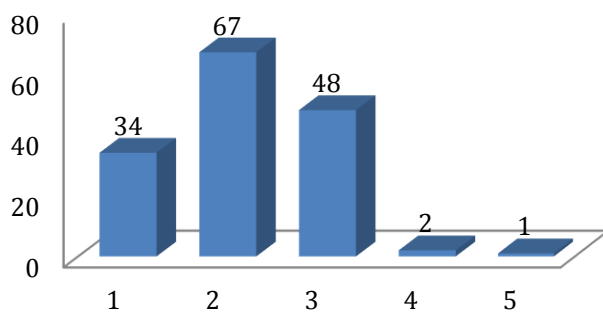


Figura 6: Estrato del inmueble.

Ingresos de los usuarios.

Del total de los encuestados, se pudo identificar que el 14% recibe menos de 1 SMMLV, el 47% entre 1 y 2 SMMLV, el 28% entre 2 y 3 SMMLV, el 12% más de 3 SMMLV. Lo que indica que entre menor sea el ingreso recibido, hay mayor tendencia a realizar subregistro de energía.

Tabla 3

Ingresos de los usuarios.

SMMLV	Cantidad	Porcentaje
Menos de 1 SMMLV	21	14%
Entre 1 y 2 SMMLV	71	47%
Entre 2 y 3 SMMLV	42	28%
Más de 3 SMMLV	18	12%
Total	152	100%

Nivel educativo de los usuarios.

Del total de los encuestados se pudo identificar que el nivel educativo está distribuido de la siguiente manera: primaria 10%, bachillerato 20%, técnico 23%, tecnológico 20%, profesional 24% y posgrado 3%. Lo que indica que el grado de nivel educativo no es un factor determinante que incide en llevar a cabo el subregistro de energía.

Tabla 4*Nivel educativo de los usuarios.*

Nivel educativo	Cantidad	Porcentaje
Primaria	15	10%
Bachillerato	30	20%
Técnico	35	23%
Tecnológico	31	20%
Profesional	36	24%
Posgrado	5	3%
Total	152	100%

Subsidios entregados por parte del gobierno.

El 39% de los encuestados indica que recibe un subsidio del gobierno, dos subsidios el 21%, tres subsidios el 8%, el 32% responde que no recibe subsidio. Lo que indica que el 68% de los encuestados recibe ayudas del gobierno, sin embargo, se ha realizado subregistro de energía eléctrica.

Tabla 5*Subsidios entregados por parte del gobierno.*

Cantidad de subsidios	Encuestados	Porcentaje
0	48	32%
1	60	39%
2	32	21%
3	12	8%
Total	152	100%

Núcleos familiares que residen en el inmueble.

En los hogares entrevistados en el 57% está compuesto por 2 familias en una misma vivienda, el 18% por una sola familia, el 16% son hogares de entre 4 y 5 núcleos familiares. Lo anterior indica que el 82% de los hogares encuestados que han presentado subregistro de energía comparten un lugar de residencia.

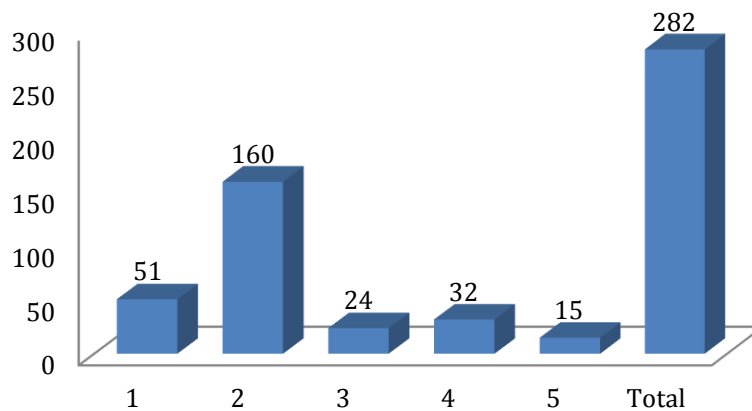


Figura 7: Núcleos familiares que residen en el inmueble.

Servicio residencial o comercial.

El 73% de los encuestados que han realizado subregistro de energía pertenecen al área residencial, el 16% al área comercial y el 11% al área industrial. Aunque la mayor proporción está en el servicio residencial, no se desconoce la participación en el hurto de energía de establecimientos industriales y comerciales que suman entre ellos el 27%.

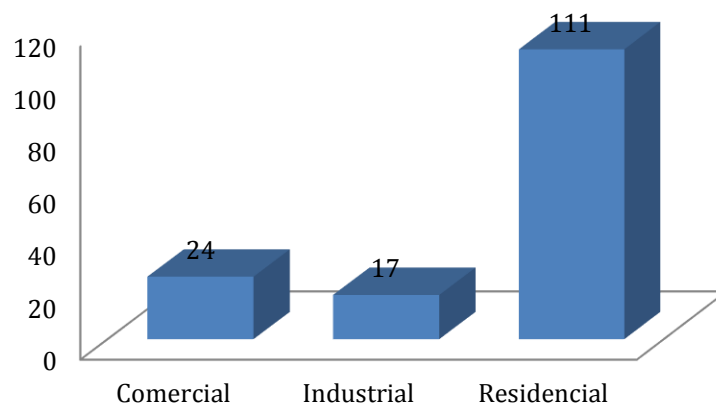


Figura 8: Servicio comercial, industrial o residencial.

Actividad económica CIU.

El 73% de los entrevistados son residenciales y no desempeñan ninguna actividad económica, el 37% restante tienen actividad económica, resaltando la CIU 5629 que es de otros servicios de comida.

Decretos que favorecen a los establecimientos industriales y comerciales en la reducción del aporte monetario por el servicio de energía

El 74% de los entrevistados no conoce los decretos que favorecen a los establecimientos industriales y comerciales en la reducción del aporte monetario por el servicio de energía, mientras que el 26% sí lo conoce.

Tabla 6

Conocimiento de los decretos que favorecen a los establecimientos industriales y comerciales.

Decretos	Encuestados	Porcentaje
No	111	74%
Si	40	26%
Total	151	100%

Dinámica del entorno

Calificación del servicio.

La calificación dada por los usuarios a la calidad del servicio de energía eléctrica suministrado es el siguiente. Siendo 5 el mayor y 1 el menor.

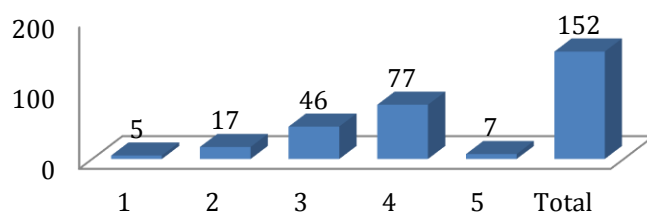


Figura 9: Calificación del servicio por parte del usuario.

Calificación del valor facturado.

El 69% de los encuestados considera que el valor cobrado en su factura de energía eléctrica no está acorde con su consumo, estimando que el subregistro o hurto de energía eléctrica puede estar asociado a la percepción de los usuarios en cuanto a la relación del valor consumido y el valor a pagar.

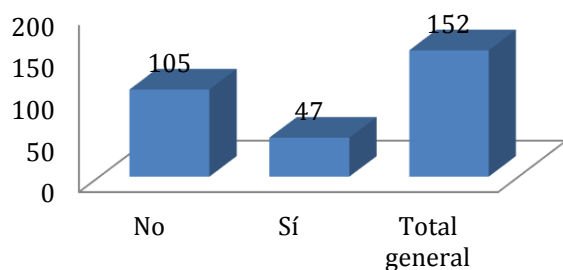


Figura 10: Calificación del valor facturado.

Calificación de la facilidad con la que se adquirió el servicio de energía eléctrica.

El 43% y el 19% de los encuestados consideran que es fácil y muy fácil adquirir el servicio de energía eléctrica y el 16% considera que es difícil adquirirlo.

Tabla 7

Facilidad con la que se adquiere el servicio.

Facilidad	Cantidad de encuestados	Porcentaje
1	6	4%
2	18	12%
3	33	22%
4	66	43%
5	29	19%
Total	152	100%

Apoyo de la comercializadora de energía brindado a los usuarios para su vinculación.

El 54% de los encuestados indica no haber recibido algún tipo de apoyo para su vinculación al servicio de energía y el 46% si lo recibió.

Tabla 8

Apoyo de la comercializadora de energía brindado a los usuarios para su vinculación.

Apoyo Codensa	Cantidad	Porcentaje
No	82	54%
Si	70	46%
Total	152	100%

Frecuencia en la revisión e inspección técnica en la zona.

El 61% de los encuestados considera que la revisión o inspección eléctrica en la zona es poco frecuente y el 16% indica que nunca se realiza.

Tabla 9

Frecuencia en la revisión e inspección técnica.

Frecuencia en la revisión o inspección técnica en la zona	Cantidad de encuestados	Porcentaje
Muy frecuente	35	23%
Nunca	24	16%
Poco frecuente	93	61%
Total	152	100%

Conocimiento de sanciones legales por parte de los usuarios.

El 77% de los encuestados reconoce que el hurto de energía es considerado un delito y por ende acarrea sanciones, lo que indica que, aun conociendo la ley y sus implicaciones legales, las personas han realizado subregistro de energía, es decir, el conocimiento de la ley en este caso concreto no es sinónimo de obstáculo para incidir en el fraude.

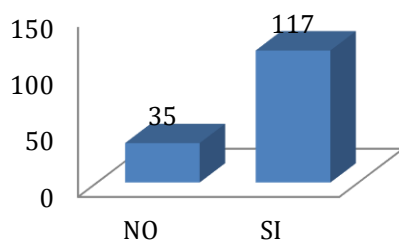


Figura 11: Conocimiento de sanciones legales por hurto de energía.

Conocimiento de casos de robo de energía eléctrica por parte de los usuarios.

El 55% de los encuestados conoce de algún caso de robo de energía eléctrica y el 45% restante niega conocerlo, lo cual indica que es una situación conocida y aceptada en su entorno.

Tabla 10

Conocimiento de casos de robo de energía.

Conocimiento de casos de robo de energía	Cantidad	Porcentaje
No	68	45%
Si	84	55%
Total	152	100%

Razones por las que el usuario justifica el subregistro de energía.

El 27% de los encuestados justifica el hurto de energía, creyendo recuperar de esta manera parte de los recursos perdidos por el mal manejo de los gobernantes; el 26% indica que obedece a un comportamiento normal en el vecindario, el 18% no cuenta con el dinero suficiente para el pago de este servicio, el 13% indica razones de peso para que Codensa no haga desconexión, el 11% por desempleo y el 5% porque el servicio es de pésima calidad y no merece ser pago.

Tabla 11*Justificación del hurto de energía.*

Razones por las que el usuario justifica el subregistro de energía	Cantidad de encuestados	Porcentaje
Considero que hay que recuperar de alguna manera el dinero que el gobierno ha hurtado	41	27%
Desempleo	17	11%
Este comportamiento es normal en el vecindario	39	26%
La prestación del servicio es de pésima calidad que no merece ser pago	8	5%
No cuenta con el dinero suficiente para el pago de este servicio	28	18%
Porque hay una persona enferma en mi casa que depende del servicio de energía y sé que así no pueden hacer desconexión	19	13%
Total	152	100%

Conclusiones

Teniendo en cuenta que el recurso de medición se le practicó a una muestra de población hurtadora de energía, se evidencia que solo el 16% no manipula equipos de medida, sino que no cuentan con la prestación del servicio legalmente, esto también implica que no cuentan con un servicio básico catalogado como un derecho y por ende es obligación de las entidades gubernamentales garantizar este derecho impulsando estrategias de inclusión. Como se expuso anteriormente, existen pérdidas no técnicas administrativas, esto cabe justamente dentro de dicha tipología. Es fundamental que el comercializador conozca de esta necesidad y la intervenga como oportunidad de negocio.

Haciendo a un lado a los usuarios no legales, se evidencia que más del 80% de los hurtadores de energía hacen parte de los estratos socioeconómicos más bajos de la ciudad, lo cual demarca la relación entre ingresos mensuales (también evaluados) y la adquisición de los subsidios por parte del gobierno. Esto demuestra que, aunque el estrato 1 tenga más del 50% de descuento en el servicio de energía, la muestra evaluada (personas a las que se

les aplicó la herramienta) no alcanza a suplir el costo y por ende proceden a realizar manipulaciones en el equipo de medición. El 68% de la población atribuye la causa de la manipulación de instalaciones eléctricas a un comportamiento netamente comunitario, lo cual lleva a concluir que los comercializadores además de mantener estrategias de detección y control, deben instaurar estrategias óptimas de prevención donde el factor social debería ser el pilar. Aunque los indicadores del comercializador y la respuesta de los encuestados concuerdan en que la prestación del servicio está dentro de la percepción de bueno, el costo para los encuestados es muy alto, lo cual fomenta el subregistro de energía. Si los comercializadores buscan soluciones de subsidios a los grandes consumidores, lograrían reducir el indicador de pérdidas y promover el desarrollo económico de la sociedad para la cual sirve. De acuerdo a la investigación, las industrias gran consumidoras de energía no logran rentabilidad en sus negocios y con el fin de reducir costos se ven llevados a cometer el delito de defraudación de fluidos. La falta de cobertura por parte de la compañía con respecto a las estrategias de control de pérdidas no técnicas, promueve a los hurtadores de energía a realizar dichas prácticas fraudulentas. Se le sugiere a los comercializadores focalizar las estrategias de tal forma que las áreas de influencia aumenten con respecto al tiempo de intervención, y así fomentar sensación de control entre los usuarios. Dentro de las estrategias de prevención se recomienda que las empresas fortalezcan sus acciones y presencia de monitoreo en las zonas, además deben fomentar la socialización de las leyes y medidas legales ligadas al suministro de energía y a la desviación de fluidos de forma ilegal, al igual que las medidas con las cuales se encuentran facultadas las comercializadoras de energía para sancionar a aquellos clientes hurtadores. El 23% de los encuestados desconoce el marco legal, aunque el comercializador promueve la

divulgación del contrato de prestación del servicio. Lo anterior evidencia un reto para ser afrontado por las empresas comercializadoras en cuanto a la vinculación de sus estrategias en la creación de programas que acerquen a estos usuarios y se involucre en ofrecer soluciones accesibles para la comunidad asegurando el cumplimiento del plan de reducción de pérdidas energéticas.

Recomendaciones

Para una próxima investigación, se recomienda que la población a evaluar sea más grande ya que permitirá aumentar la confiabilidad de la herramienta utilizada. Por otra parte, se espera también focalizar la herramienta hacia las metodologías utilizadas para la desviación de fluidos ilegalmente, con el fin de realizar un análisis cuantitativo y enfocar las medidas de corrección y prevención con dichos resultados. Se recomienda que los instrumentos de evaluación sean promovidos por personal ajeno a la comercializadora, ya que se evidenció en esta investigación cierta subjetividad en las respuestas por parte de los usuarios ilegales de energía. Es fundamental para una investigación futura desarrollar el marco teórico sobre estrategias de prevención y gestión social para la eliminación de los subregistros de energía eléctrica.

Referencias

Avendaño, K. y Pulido, A. (2014). *El hurto de energía eléctrica y cambios regulatorios en zonas de Cundinamarca: una mirada desde la economía del crimen* [Tesis de magister economía]. Bogotá, Colombia: Universidad Pontificada Javeriana.

DELTEC S.A. Inspecciones Técnicas. (2019). *Informe de gestión mes diciembre 2019*. Bogotá, Colombia.

Jiménez, R., Serebrisky, T. y Mercado, J. (2012). *Dimensionando las pérdidas de electricidad en los sistemas de trasmisión y distribución en América Latina y el Caribe*. Washington D.C, Estados Unidos. Recuperado de:
<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Electricidad-perdida-Dimensionando-las-p%C3%A9rdidas-de-electricidad-en-los-sistemas-de-transmisi%C3%B3n-y-distribuci%C3%B3n-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf>

Ministerio de Minas y Energía CREG. (2010). *Resolución n° 184 de 2010*. Bogotá, Colombia.

Recovery Operation OCR. (2019). *Informe de gestión OCR*. Bogotá, Colombia.

Mimmi, L. y Sencer, E. (2010). *An econometric study of illegal electricity connections in the urban favelas of Belo Horizonte*. Brasil. Recuperado de:

<https://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2141/record/display.uri?eid=2-s2.0-79958219311&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=fb6a7caa6d5e5d0f65b63e345f6660a4&sot=autdocs&sdt=autdocs&sl=17&s=AU-ID%286506087086%29&relpos=7&citeCnt=15&searchTerm=>

Yurtseven, Çaglar. (2015). *The causes of electricity theft: An econometric analysis of the case of Turkey*. Turquía. Recuperado de:

<https://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2141/record/display.uri?eid=2-s2.0-84949537031&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=The+causes+of+electricity+theft&nlo=&nlr=&nls=&sid=14381ce7a9ff6356d3f8a32d6a49fa5a&sot=b&sdt=b&sl=46&s=TITLE-ABS-KEY%28The+causes+of+electricity+theft%29&relpos=26&citeCnt=15&searchTerm=>

Abdel, Y. y Ayyash, I. (2019). *Analyze the Loss of Electricity in Palestine. Case Study: Ramallah and Al-Bireh Governorate*. Palestina. Recuperado de:

<https://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2141/record/display.uri?eid=2-s2.0-85075066700&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Analyze+the+Loss+of+Electricity+in+Palestine.+Case+Study%3a+Ramallah+and+Al-Bireh+Governorate&st2=&sid=4c63f75d2ffa3923d32d5bd278820997&sot=b&sdt=b&sl=106&s=TITLE-ABS-KEY%28Analyze+the+Loss+of+Electricity+in+Palestine.+Case+Study%3a+Ramallah+and+Al-Bireh+Governorate%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=>

Soma, S. Lingfeng, W. y Vijay, D. (2010). *Electricity theft: Overview, issues, prevention and a smart meter based approach to control theft*. Estados Unidos. Recuperado de: <https://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2141/record/display.uri?eid=2-s2.0-78650414061&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Electricity+theft%3a+Overview&st2=&sid=5dbb18156431989c92b8096a29e7a5c7&sot=b&sdt=b&sl=42&s=TITLE-ABS-KEY%28Electricity+theft%3a+Overview%29&relpos=12&citeCnt=124&searchTerm=>

Comisión de regulación de Energía y Gas. (1997). *Resolución N° 031*. Bogotá, Colombia.

Costa, M., Daví, D. y Trujillo, E. (2016). *The economic impact of electricity losses. Energy Economics*. Barcelona, España.

DELTEC S.A. INSPECCIONES TECNICAS. (2019). *Informe de gestión mes diciembre 2019*. Bogotá, Colombia.

Leon, C., Biscarri, F., Monedero, I., Guerrero, J., Biscarri, J., & Millán, R. (2011). *Integrated expert system applied to the analysis of non-technical losses in. Expert Systems with Applications*.

Mahaz Simoes, P. F., Castro, R., Flora, R., & Moreira, J. F. (2020). Analysis and short-term predictions of non-technical loss of electric power. *Socio-Economic Planning Sciences*. Recuperado de:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038012119301910>

Messinis, G., & Hatziargyriou, N. (2018). *Review of non-technical loss detection methods. Electric Power Systems Research*.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA CREG. (2010). *Resolución n° 184 de 2010*. Bogotá, Colombia.

Passos Junior, L. A., Oba Ramos, C. C., Rodrigues, D., Pereira, D., Nunes de Souza, A., Pontara da Costa, K., & Papa, J. (2016). *Unsupervised non-technical losses identification through. Electric Power Systems Research*.

Ramos, C., Souza, A., Chiachi, G., Falcao, A., & Papa, J. (2011). *A novel algorithm for feature selection using Harmony Search. Computers and Electrical Engineering*.

Viegas, J., Esteves, P., Melicio, R., Mendez, V., y Vieira, S. (2017). *Solutions for detection of non-technical losses in the electricity grid: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/317394677_Solutions_for_detection_of_non-technical_losses_in_the_electricity_grid_A_review

- Viegas, J., Esteves, P., & Vieira, S. (2017). *Clustering-based novelty detection for identification of non-technical losses. Electrical Power and Energy Systems.*
- Campoy, P. y Summers, L. (2015). *Los precipitadores situacionales del delito: otra mirada a la interacción persona-ambiente. Revista Criminalidad.* Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/288181829_Los_precipitadores_situacionales_del_delito_Otra_mirada_a_la_interaccion_persona-ambiente
- Laverde, G., Miranda, C., y Arce, A. (2011). *La teoría racional del crimen. Aplicaciones de Gary Becker en Bogotá, Criterio Libre.* Recuperado de:
<https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/criteriolibre/article/view/1233/956>
- Pulido, Á., y Avendaño, K. (2017). *El hurto de energía y cambios regulatorios en zonas de Cundinamarca: una mirada desde la economía del crimen. Equidad y Desarrollo,* (28). Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6070472>
- Becker, G. (1968). *Crime and punishment: An economic approach.* Recuperado de:
<https://www.nber.org/chapters/c3625.pdf>
- Cornish, D. B. & Clarke, R. V. (1986). Nueva York. *The reasoning criminal: Rational choice perspectives on offending.*

Wortley, R. (1997). *Reconsidering the role of opportunity in situational crime prevention*.

En G. Newman, R. V. Clarke & S. G. Shoham (Eds.). Rational choice and situational crime prevention (pp. 65-81). Aldershot: Ashgate Publishing.

Campoy, P. y Summers, L. (2015). *Los precipitadores situacionales del delito: otra mirada a la interacción persona-ambiente*. Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/288181829_Los_precipitadores_situacionales_del_delito_Otra_mirada_a_la_interaccion_persona-ambiente

Laverde, J. (2017). *Multas en materia de servicios públicos: nuevas normas, viejas arbitrariedades*. Recuperado de:

<https://www.ambitojuridico.com/noticias/analisis/constitucional-y-derechos-humanos/multas-en-materia-de-servicios-publicos-nuevas>

Plan Nacional de Desarrollo. (2014-2018). *Ley 1753 del 2015. Artículo 208*.

Plan Nacional de Desarrollo. *Ley 1151 del 2007. Artículo 105*.

Avendaño, K. y Pulido, Á. (2014). *El Hurto de energía Eléctrica y Cambios Regulatorios en Zonas de Cundinamarca: Una Mirada Desde la Economía del Crimen*. Bogotá, Colombia. Recuperado de:

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/14851/AvendanoOrdonezKatherineMayerly2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Comisión de Regulación de Energía y Gas. (1997). *Resolución CREG No. 108 de 1997*.

Congreso de Colombia. (1994). *Ley 142 de 1994*.

Comisión de Regulación de Energía y Gas. (2000). *Ley N° 599 Penal Colombiana*.

Sentencia T-565/09. Expediente T-2.243.890. (2010). Recuperado de:

<http://apolo.creg.gov.co/publicac.nsf/1aed427ff782911965256751001e9e55/228bc11cfde2f7aa0525785a007a74ec?OpenDocument>

Consejo de Estado - Sala Plena Contenciosa Administrativa - SECCIÓN CUARTA. (2005).

Sentencia n° 11001-03-27-000-2003-00090-01 (14297). Recuperado de:

<https://consejo-estado.vlex.com.co/vid/-410737358>

Torres, C. *Estudios Gerenciales* 29 (2013). Recuperado de:

<https://bdbiblioteca.universidadean.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edselp&AN=S0123592314000758&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Landazábal, N. (2004). Recuperado de:

<http://journal.ean.edu.co/index.php/Revista/article/view/300>

López, M. (2011). *Salarios, vida cotidiana y condiciones de vida en Bogotá durante la primera mitad del siglo XX*. Recuperado de:

<http://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2124/eds/detail/detail?vid=0&sid=2949f4db-5f9a-4420-94bd-1c5d099d52eb%40sdc-v-sessmgr01&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZSZzY29wZT1zaXRI#AN=edsj bk.j.ctt1c3sp15&db=edsj bk>

García, C. (2013). *Propuesta de medición para toma de decisiones sobre el consumo de energía eléctrica*. Recuperado de:

<http://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2124/eds/detail/detail?vid=0&sid=a4f52085-57de-48d8-8fe4-24b881567ec0%40sdc-v-sessmgr02&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZSZzY29wZT1zaXRI#AN=95509717&db=a9h>

De Lourdes, E. y Sánchez, M. (2017). *CONFIABILIDAD DE UN INSTRUMENTO DE MEDICIÓN QUE PERMITE CONOCER EL COMPROMISO DEL CAPITAL HUMANO CON EL AHORRO DE ENERGÍA*. Recuperado de:

<http://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2124/eds/detail/detail?vid=0&sid=da5826cf-cbf6-4a59-a419-9713299c4230%40sdc-v-sessmgr02&bdata=Jmxhbmc>

Supo, J. Instrumentos de Medición en la Investigación Científica. Recuperado de:

https://www.youtube.com/watch?v=q-w_rCVgsm8

Perez, M. (2012). *Estimación de incertidumbres*. Recuperado de:

https://www.uv.es/meliajl/Docencia/WebComplementarios/GuiaGUM_e_medida.pdf

Otzen, T. y Manterola C. *Técnicas de muestreo sobre una Población a Estudio*. Int. J.

Morphol, 2017. Recuperado de:

<https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>