

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

### **ANÁLISIS DE LAS PÉRDIDAS DE POTENCIA Y ENERGÍA EN LAS LÁMPARAS Y SUS COMPONENTES Y DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO ELÉCTRICO**

**ROBINSON ANDRÉS AYALA LÓPEZ**

**DIRECTOR: PATRICIA ELIZABETH OTERO VALLADARES**

**CODIRECTOR: HUGO NEPTALÍ ARCOS MARTÍNEZ**

**Quito, marzo 2020**

## **AVAL**

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Robinson Andrés Ayala López, bajo nuestra supervisión.

---

**PATRICIA ELIZABETH OTERO VALLADARES**  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

**HUGO NEPTALÍ ARCOS MARTÍNEZ**  
**CODIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Yo Robinson Andrés Ayala López, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración dejo constancia de que la Escuela Politécnica Nacional podrá hacer uso del presente trabajo según los términos estipulados en la Ley, Reglamentos y Normas vigentes.

---

ROBINSON ANDRÉS AYALA LÓPEZ

## **DEDICATORIA**

*Dedico el presente trabajo con mucho amor a mi Madre y hermana, Marcia y Carolina por ser pilar fundamental de mi vida, ya que sin su apoyo incondicional, paciencia y comprensión no lo habría logrado. Gracias por todo mis amores.*

***Robinson Andrés***

## **AGRADECIMIENTO**

*A mis padres por darme la vida, especialmente a mi bella madre Marcia por su sacrificio, consejos y esfuerzo por regalarnos lo más valioso que es la educación y por motivarnos a ser cada día mejor a mi hermana y mi persona, nuestros logros son y serán gracias a ti.*

*A mi aburrida, Caro gracias por comprenderme, enseñarme, soportarme y quererme a tu manera. Te admiro y te amo hermanita.*

*A la Escuela Politécnica Nacional por la formación profesional recibida y a todos los profesores de la Facultad de Ingeniería Eléctrica por los conocimientos brindados en cada una de sus clases.*

*A Víctor Emilio Calle García por su profesionalismo, tiempo y guía en el desarrollo de este estudio, por su amistad, paciencia, confianza y gran calidad humana.*

*A Patricia Elizabeth Otero Valladares por su aporte y ayuda para la presentación de este proyecto de titulación.*

*A mis amigos EPN, Alejandro Trejo, Ángel Gallo, Colón Gutiérrez, Anita Chicaiza, Adrián Ramírez, Alexis Guamán, Luis Alfredo Pozo., Jefferson Guamaní, Alexis Ortiz, Jorge Luis García y Stephany Guerrón por el apoyo brindado en el transcurso de la carrera.*

*A mis amigos, Paúl Yar, Héctor Yar, Antonella Huera, Dayana Escobar, Estefanía Pérez, Sonia Aguilar, Wenndy Castro, Eduardo Gómez, Edwin Salcedo, Anderson Rodríguez, Lenin Rodríguez, Jhonny Echeverría, Yair Vela, Alexis Bolaños, José Trejo, Lennin Ayala, Jonathan Ayala, por su amistad y motivación para ser profesional.*

*A la Agencia de Regulación y Control de Electricidad por el apoyo brindado y por permitirme realizar este estudio dentro de sus instalaciones.*

*A la Dirección de Estudios Eléctricos y Energéticos – ARCONEL, a los profesionales Emilio Calle, Santiago Flores, Diego Salinas, Fernando Salinas, Andrea Torres, Sara Dávila, Christian Junia, Andrés Chiles, Iván Sánchez, Ana López, Alexandra Maldonado, Marisol Díaz, César Tipán, Gumer Sáenz y Luis Yajamín por su amistad, constante apoyo y por los momentos compartidos durante el trascurso de desarrollo y escritura de este proyecto de titulación.*

*A la Coordinación de Planificación y Gestión Estratégica – ARCONEL, a Santiago Aguilar, Santiago Guillen, Sofia Bautista, Alejandro Guerrero, Gabriela Moreno, Ángel Coronel, Cristian Proaño, Fausto Heredia, Jenny Paspuel, Daniel Quishpe, Carlos Núñez, Nixon Cuenca, Juan Carlos Bolaños, Carlos Fernández, Dajony Rivas, Lorena Logroño, Carolina Cáceres y Mery Mosquera por su amistad.*

**Robinson Andrés**

# ÍNDICE DE CONTENIDO

AVAL .....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
RESUMEN .....	XII
ABSTRACT .....	XIII
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. OBJETIVOS .....	1
1.2. ALCANCE .....	2
1.3. MARCO TEÓRICO.....	3
1.3.1. ANTECEDENTES .....	3
1.3.2. HOMOLOGACION DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN (UP).....	7
1.3.2.1. Descripción Nemotécnica para Estructuras. ....	7
1.3.2.2. Descripción Nemotécnica para Alumbrado Público (AP). ....	9
1.3.2.3. Descripción Nemotécnica para Alumbrado Ornamental (AO). ....	11
1.3.3. LUMINOTECNIA .....	13
1.3.3.1. Sistema de Iluminación.....	13
1.3.3.2. Luminarias.....	14
1.3.3.3. Lámparas .....	15
1.3.3.3.1. Lámpara de Sodio .....	16
1.3.3.3.2. Lámpara de Mercurio .....	16
1.3.3.3.3. Lámpara Led .....	17
1.3.3.3.4. Lámpara de Inducción .....	17
1.3.3.3.5. Lámpara de Halogenuros Metálicos .....	18
1.3.3.4. Sistemas de Control .....	18
1.3.3.4.1. Control Manual .....	18
1.3.3.4.2. Control con Reloj.....	19
1.3.3.4.3. Control con Hilo Piloto .....	19
1.3.3.4.4. Autocontrolado (Fotoceldas).....	21
1.3.3.5. Equipos Auxiliares .....	22
1.3.3.5.1. Equipos Auxiliares LED .....	22

1.3.3.5.2.	Capacitor o Condensador.....	23
1.3.3.5.3.	Arrancador.....	23
1.3.3.5.4.	Balastos .....	24
1.3.3.5.4.1.	Balastos Tipo Reactor.....	24
1.3.3.5.4.2.	Balastos Tipo Autotransformador .....	25
1.3.3.6.	Definiciones.....	25
1.3.3.6.1.	Flujo Luminoso ( $\Phi$ ) .....	25
1.3.3.6.2.	Intensidad Luminosa (I) .....	26
1.3.3.6.3.	Iluminancia (E) .....	27
1.3.3.6.4.	Luminancia (L).....	27
1.3.3.6.5.	Uniformidad.....	27
1.3.3.6.6.	Deslumbramiento .....	28
1.3.3.6.7.	Índice de Reproducción Cromática (IRC) .....	28
1.3.3.6.8.	Eficacia Luminosa de una Fuente.....	29
1.3.3.6.9.	Depreciación Luminosa .....	29
2.	METODOLOGÍA.....	30
2.1.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ALUMBRADO PÚBLICO .	30
2.1.1.	ESTRUCTURA DEL SECTOR ELÉCTRICO .....	31
2.1.1.1.	Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables.....	32
2.1.1.2.	Centro Nacional de Control de Electricidad .....	33
2.1.1.3.	Agencia de Regulación y Control de Electricidad.....	33
2.1.2.	LEY ORGÁNICA DEL SECTOR PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA .....	34
2.1.3.	PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO GENERAL...35	
2.2.	ANÁLISIS DE PÉRDIDAS DE POTENCIA Y ENERGÍA EN LOS AUXILIARES DE LAS LÁMPARAS Y SUS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO GENERAL.....	36
2.2.1.	NORMAS EXISTENTES.....	36
2.2.1.1.	ANSI C82.4 – American National Standar for Lamp Ballasts – Ballasts for High-Intensity-Discharge and Low Pressure Sodium Lamps .....	36
2.2.1.2.	NTC 3657 - Pérdidas Máximas en Balastos, para Bombillas de Alta Intensidad de Descarga .....	38
2.2.1.3.	“HID Lámparas y Balastos”, Nro LLS0005, S. Eddy y D. O’Keefe .....	39
2.2.1.4.	Resolución 180540 – Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público 40	
2.2.1.5.	Tesis de Santiago Patricio Cañar Olmedo, Cálculo detallado de Pérdidas en Sistemas Eléctricos de Distribución aplicado al Alimentador “Universidad” perteneciente a la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A. ....	41

2.2.2.	INFORMACIÓN DISPONIBLE REALIZADA POR LA EMPRESA ELÉCTRICA CENTROSUR S.A. ....	42
2.2.3.	TRATAMIENTO DE DATOS DE LA INFORMACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO .....	44
2.2.4.	ÁREA DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO ELÉCTRICO .....	52
2.2.5.	ENERGIA FACTURADA DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO .....	54
2.2.6.	GENERACIÓN DE ENERGÍA Y POTENCIA EN EL ECUADOR.....	55
2.2.7.	PÉRDIDAS DE ENERGÍA ACTUALES EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ECUATORIANO .....	57
2.2.8.	PÉRDIDAS DE POTENCIA EN EL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO ECUATORIANO .....	60
2.3.	ANÁLISIS DEL TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO GENERAL.....	60
2.3.1.	ECUACIÓN DEL TIEMPO .....	61
3.	RESULTADOS .....	67
3.1.	ANÁLISIS FODA DE LA METODOLOGIA Y REGULACIÓN VIGENTE..	67
3.2.	COMPARATIVA DE NORMAS SOBRE LAS PÉRDIDAS EN LOS AUXILIARES DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO GENERAL .....	69
3.3.	RESULTADO DE ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO.....	73
3.4.	RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO	81
3.4.1.	CASO 1: DURACIÓN DEL DIA CONSTANTE .....	84
3.4.2.	CASO 2: DURACIÓN DE LA NOCHE VARIABLE SEGÚN LA ECUACIÓN DEL TIEMPO.....	91
3.4.3.	DIFERENCIAS DE LOS CASOS .....	96
3.4.4.	CONSUMO DE LOS AUXILIARES.....	98
3.5.	PROCEDIMIENTO PROPUESTO PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS PÉRDIDAS EN LOS BALASTOS DE LAS LUMINARIAS .....	102
3.5.1.	DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA .....	102
3.5.1.1.	Método de muestreo simple.....	102
3.5.1.2.	Método de muestreo según la norma NTC-ISO 2859-1 .....	104
3.5.2.	EQUIPO Y AMBIENTE PARA REALIZAR MEDICIONES .....	105
3.5.3.	PROCEDIMIENTO PARA OBTENCIÓN DE DATOS.....	106
3.5.4.	MAGNITUDES POR MEDIR.....	107
3.5.5.	FORMATO PROPUESTO PARA PRESENTAR DATOS .....	107
3.5.6.	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCEDIMIENTO PRESENTADO .....	109
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	110



4.1. CONCLUSIONES.....	110
4.2. RECOMENDACIONES .....	111
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	113
ANEXOS .....	115
ANEXO A. CÓDIGO DE PYTHON UTILIZADO PARA EL TRATAMIENTO DE DATOS.....	116
ANEXO B. CODIFICACIÓN DE PROVINCIAS, CANTONES Y PARROQUIAS	116
ANEXO C. CANTIDAD DE LUMINARIAS DE LAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DEL AÑO 2019.....	117
ANEXO D. CONSUMO DE AUXILIARES MENSUALES DE LAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS.....	126
ANEXO E. TIEMPOS DE FUNCIONAMIENTO ANUAL DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO DE LAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS .....	132
ANEXO F. CUADRO FODA DE METODOLOGÍA Y REGULACIÓN VIGENTE .	132
ANEXO G. PÉRDIDAS TÉCNICAS, PÉRDIDAS NO TÉCNICAS Y PÉRDIDAS EN EL ALUMBRADO PÚBLICO.....	134

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.1</b> Codificación del quinto campo para luminaria.....	9
<b>Tabla 1.2</b> Potencias para luminarias de sodio .....	10
<b>Tabla 1.3</b> Potencias para luminarias de mercurio .....	10
<b>Tabla 1.4</b> Potencias para luminarias LED.....	10
<b>Tabla 1.5</b> Codificación del quinto campo para proyector .....	10
<b>Tabla 1.6</b> Potencias para proyectores de sodio .....	10
<b>Tabla 1.7</b> Potencias para proyectores de mercurio.....	11
<b>Tabla 1.8</b> Codificación del quinto campo para cajas de control .....	11
<b>Tabla 1.9</b> Codificación del quinto campo para luminaria.....	11
<b>Tabla 1.10</b> Potencias para luminarias de sodio .....	12
<b>Tabla 1.11</b> Potencias para luminarias de mercurio .....	12
<b>Tabla 1.12</b> Potencias para luminarias LED.....	12
<b>Tabla 1.13</b> Codificación del quinto campo para proyector .....	12
<b>Tabla 1.14</b> Potencias para proyectores de sodio .....	12
<b>Tabla 1.15</b> Potencias para proyectores de mercurio.....	13
<b>Tabla 1.16</b> Tipo de control.....	13
<b>Tabla 1.17</b> Índices de reproducción cromática.....	28
<b>Tabla 1.18</b> Índices de reproducción cromática de algunas fuentes de luz .....	29
<b>Tabla 2.1</b> Criterios básicos empleados para el análisis .....	31
<b>Tabla 2.2</b> Clases de alumbrado para diferentes tipos de vías públicas.....	35
<b>Tabla 2.3</b> Potencia máxima en auxiliares de luminarias. ....	36
<b>Tabla 2.4</b> Máximo factor de cresta permitido para un balasto.....	37
<b>Tabla 2.5</b> Niveles máximos y mínimos de potencia y voltaje según la norma ANSI C82.4 .....	37
<b>Tabla 2.6</b> Pérdidas máximas permitidas para lámparas de sodio según la ANSI C82.4 ..	38
<b>Tabla 2.7</b> Pérdidas máximas permitidas para lámparas de sodio según la NTC 3657.....	38
<b>Tabla 2.8</b> Pérdidas máximas permitidas para lámparas de mercurio según la NTC 365739	
<b>Tabla 2.9</b> Pérdidas máximas en vatios permitidas para lámparas de sodio según la LLS005 .....	39
<b>Tabla 2.10</b> Pérdidas máximas porcentuales permitidas para lámparas de sodio según la LLS005 .....	40
<b>Tabla 2.11</b> Pérdidas máximas permitidas para lámparas de halogenuros metálicos según la LLS005 .....	40
<b>Tabla 2.12</b> Pérdidas máximas permitidas para lámparas de sodio según la RETILAP ....	41
<b>Tabla 2.13</b> Pérdidas de catálogos de fabricantes para el alimentador “Universidad” .....	41
<b>Tabla 2.14</b> Lámpara de 250 W con fotocélula, Balasto 220 V, Nivel de potencia 1.....	43
<b>Tabla 2.15</b> Lámpara de 250 W con fotocélula, Balasto 220 V, Nivel de potencia 2.....	44
<b>Tabla 2.16</b> Nombres de archivos de distribuidoras de empresas eléctricas.....	47
<b>Tabla 2.17</b> Nombres de archivos de distribuidoras de CNEL.....	47
<b>Tabla 2.18</b> Códigos de empresas distribuidoras .....	48
<b>Tabla 2.19</b> Códigos de tipo de luminarias GDB1 .....	49
<b>Tabla 2.20</b> Códigos de tipo de luminarias GDB2 .....	49
<b>Tabla 2.21</b> Códigos de tipo de luminarias UP .....	49
<b>Tabla 2.22</b> Códigos de tipo de control de encendido de luminarias. ....	50
<b>Tabla 2.23</b> Códigos de tipo de alumbrado .....	50
<b>Tabla 2.24</b> Códigos de nivel de potencia.....	51

<b>Tabla 2.25</b> Área de prestación de servicio eléctrico de CNEL .....	52
<b>Tabla 2.26</b> Área de prestación de servicio eléctrico de empresas eléctricas .....	52
<b>Tabla 2.27</b> Sistemas eléctricos administrados por otras empresas.....	53
<b>Tabla 2.28</b> Energía facturada del SAPG de diciembre a mayo. ....	54
<b>Tabla 2.29</b> Energía facturada del SAPG de junio a noviembre. ....	54
<b>Tabla 2.30</b> Producción de energía nominal y efectiva.....	56
<b>Tabla 2.31</b> Subestaciones por tipo con su respectiva capacidad en MVA .....	56
<b>Tabla 2.32</b> Longitud de líneas para distribución.....	57
<b>Tabla 2.33</b> Cálculo de Ecuaciones para la obtención de la Declinación y Ecuación del Tiempo .....	62
<b>Tabla 2.34</b> Cálculo de Ecuaciones Método 2.....	63
<b>Tabla 2.35</b> Datos de salida del sol, puesta del sol y duración del día. ....	66
<b>Tabla 3.1</b> Comparativa de documentos de lámparas de sodio con balasto tipo reactor en vatios. ....	70
<b>Tabla 3.2</b> Comparativa de documentos de lámparas de sodio con balasto tipo reactor en porcentaje.....	70
<b>Tabla 3.3</b> Comparativa de documentos de lámparas de sodio con balasto tipo autotransformador en vatios.....	71
<b>Tabla 3.4</b> Comparativa de documentos de lámparas de sodio con balasto tipo autotransformador en porcentaje. ....	72
<b>Tabla 3.5</b> Valores de propuesta de pérdidas máximas en auxiliares para balasto tipo reactor .....	72
<b>Tabla 3.6</b> Valores de propuesta de pérdidas máximas en auxiliares para balasto tipo autotransformador .....	73
<b>Tabla 3.7</b> Total de luminarias existentes.....	81
<b>Tabla 3.8</b> Consumo de potencia estratificado por potencia y fuente de luz en Watios. ....	84
<b>Tabla 3.9</b> Consumo de potencia y energía para el mes de octubre con 12 horas de funcionamiento. ....	86
<b>Tabla 3.10</b> Consumo de potencia y energía para el mes de octubre con 11 horas y 56 minutos de funcionamiento. ....	86
<b>Tabla 3.11</b> Diferencia del consumo de energía total cambiando el tiempo de funcionamiento en 4 minutos. ....	86
<b>Tabla 3.12</b> Consumo de potencia en los auxiliares del SAPG para el Caso 1 [W]. ....	87
<b>Tabla 3.13</b> Consumo de potencia y energía en los auxiliares del SAPG para un tiempo de funcionamiento de 12 horas.....	88
<b>Tabla 3.14</b> Consumo de potencia y energía en los auxiliares del SAPG para un tiempo de funcionamiento de 11 horas y 56 minutos.....	89
<b>Tabla 3.15</b> Diferencia del consumo de los auxiliares del SAPG cambiando el tiempo de funcionamiento en 4 minutos. ....	89
<b>Tabla 3.16</b> Consumo de energía con duración de la noche variable de enero a marzo. ...	91
<b>Tabla 3.17</b> Consumo de energía con duración de la noche variable de abril a junio.....	92
<b>Tabla 3.18</b> Consumo de energía con duración de la noche variable de julio a septiembre. .....	93
<b>Tabla 3.19</b> Consumo de energía con duración de la noche variable de octubre a diciembre.....	94
<b>Tabla 3.20</b> Consumo de energía para los diferentes tiempos de funcionamiento y con los porcentajes de consumos de auxiliares dado por la Regulación y la propuesta realizada en este estudio. ....	96
<b>Tabla 3.21</b> Diferencias de energía con respecto a las 12 horas. ....	97
<b>Tabla 3.22</b> Diferencias de energía total con respecto a las 12 horas.....	98

<b>Tabla 3.23</b> Diferencias de energía total con respecto a las 12 horas sin tener en cuenta el mes de junio. ....	98
<b>Tabla 3.24</b> Ejemplo de Luminarias a realizar mediciones. ....	103
<b>Tabla 3.25</b> Luminarias a realizar mediciones de la empresa X. ....	103
<b>Tabla 3.26</b> Muestreo por inspección visual y dimensional. ....	104
<b>Tabla 3.27</b> Muestreo para ensayos mecánicos.....	104
<b>Tabla 3.28</b> Formato para la presentación de la información .....	108

## RESUMEN

Las pérdidas de energía son comunes en todas las empresas distribuidoras de energía eléctrica, este estudio tiene como finalidad analizar las pérdidas que producen el consumo de los auxiliares de las luminarias y el tiempo de funcionamiento del sistema de alumbrado público. Para lo cual se realizó mediante un tratamiento de información obtenida de las geodatabases que presentan las empresas distribuidoras a la ARCONEL.

En un primer análisis se identificó la información que entregan las empresas distribuidoras, mediante esto se encontró algunas falencias en el ingreso y reporte de información por tal motivo se buscó la manera óptima de sacarle provecho a los datos que poseían estas geodatabases. Con ayuda de software computacional se ejecutó el tratamiento a la información para realizar un análisis para encontrar y estratificar las luminarias por potencia y tipo de fuente de luz a nivel nacional.

Para un segundo análisis se estudió el tiempo de funcionamiento llegando a encontrar la ecuación del tiempo, con los resultados de estos análisis se realizó los cálculos de energía y potencia que consumen las luminarias y sus auxiliares variando los tiempos de encendido para cada una de las empresas distribuidoras según su posición geográfica y la Regulación vigente.

Finalmente, se presenta una propuesta de consumos de auxiliares en base a normativa internacional y datos reales, además se presenta un procedimiento con el cual se receptorá información del alumbrado público con el fin de ajustar los porcentajes de los consumos de los auxiliares establecidos en la Regulación vigente(006/18).

**PALABRAS CLAVE:** Alumbrado público, tiempo de funcionamiento, consumo de auxiliares, luminarias, ecuación del tiempo, balastos, servicio de prestación del alumbrado público.

## **ABSTRACT**

The energy and power losses are common in all electricity distribution companies, this study aims to analyze the losses produced by the consumption of auxiliary luminaires and the operating time of the public lighting system. For which it was done through a treatment of information obtained from the geodatabases presented by the distribution companies to the ARCONEL.

In a first analysis, the information provided by the distribution companies was identified, through this, some shortcomings were found in the entry and reporting of information for this reason, the optimal way to take advantage of the data that these geodatabases possessed was sought. With the help of computer software, information processing was carried out to perform an analysis to find and stratify the luminaires by power and type of light source nationwide.

For a second analysis, the operating time was studied, arriving to find the equation of time, with the results of these analyzes the calculations of energy and power consumed by the luminaires and their auxiliaries were performed, varying the ignition times for each of the companies distributors according to their geographical position and the current Regulation.

Finally, a proposal of auxiliary consumptions based on international regulations and real data is presented, in addition a procedure is presented with which public lighting information will be received in order to adjust the percentages of auxiliary consumptions established in the Regulation current (006/18).

**KEYWORDS:** Street lighting, operating time, auxiliary consumption, luminaires, time equation, ballasts, public lighting service.

# 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables ha implementado una gran cantidad de aplicativos y herramientas para el análisis técnico de los sistemas de distribución así como en la mejora de la gestión de las empresas de distribución; en este sentido, con la incorporación de los actuales valores de pérdidas de los elementos auxiliares que constan en la Regulación 006/18 [1], algunas empresas han identificado que al realizar los estudios de flujo no convergen debido a que los valores considerados como pérdidas no hacen que exista una distribución de carga adecuada.

Por otra parte, al contar con una sobre estimación de pérdidas y consumo de alumbrado público debido a un mayor tiempo de encendido (horas de funcionamiento del SAPG), se provoca una distorsión en el balance energético de las empresas lo cual se ve reflejado en una disminución de pérdidas (especialmente no técnicas) y por ende una alteración de los indicadores de gestión de algunas empresas distribuidoras ya que incluso se ha presentado a la ARCONEL reportes de pérdidas negativas, o lo que equivaldría que en su lugar los usuarios no estén consumiendo sino más bien generando energía.

Con los resultados de este estudio la ARCONEL actualizará los parámetros de los tiempos de funcionamiento y los valores de pérdidas en los auxiliares de las luminarias a nivel nacional establecidos en la actual Regulación vigente [1]. Como parte complementaria los resultados de este estudio permitirán realizar un análisis de evaluación en el cual se identifique el impacto que generará el ajuste de los nuevos parámetros en los balances energéticos de las empresas distribuidoras y puntualmente en sus indicadores de pérdidas de energía, lo cual tiene un impacto a nivel nacional.

## 1.1. OBJETIVOS

El objetivo general de este Proyecto Técnico es analizar e identificar las pérdidas de consumo de energía y el tiempo de funcionamiento del sistema de alumbrado público a nivel nacional, con el fin de proponer ajustes a los parámetros de cálculo de consumos especificado para cada tipo de luminaria en la Regulación vigente [1].

Los objetivos específicos del Proyecto Técnico son:

- Realizar un levantamiento de información, a fin de establecer la situación actual respecto del consumo de potencia y los tiempos de funcionamiento de las luminarias del sistema de alumbrado público a nivel nacional.

- Definir criterios técnicos para el cálculo de consumo de energía de los elementos auxiliares de las luminarias sin medición, considerando para ello los tipos de luminarias y estándares relacionados.
- Estudiar los tiempos de funcionamiento de las luminarias tomando para ello criterios ambientales, estacionalidad normas existentes, entre otros.
- Determinar el impacto de la aplicación de los resultados obtenidos para los valores de pérdidas en los auxiliares de las luminarias y tiempos de funcionamiento en el cálculo de la energía consumida por el sistema de alumbrado público.

## **1.2. ALCANCE**

El proyecto de titulación contempla realizar un estudio con base en la información técnica levantada para los diferentes tipos de luminarias existentes en los sistemas de alumbrado público a nivel nacional. Los resultados permitirán proponer ajustes a los parámetros de consumo de auxiliares establecidos en la Regulación vigente.

Para la realización del estudio se estructurará el trabajo coordinado con las áreas de alumbrado público de las empresas distribuidoras a nivel nacional, a fin de levantar información confiable con una base de mediciones, resultados y análisis preliminares, que permitan realizar un diagnóstico inicial de los parámetros de pérdidas que se consideren.

De manera complementaria se realizará un diagnóstico inicial de los tiempos de encendido de los sistemas de alumbrado público, para lo cual se iniciará con un levantamiento de información que podrían ser: datos ambientales, estacionalidad y otros que permitan identificar de primera instancia los criterios de análisis; para la realización de este componente se analizará la factibilidad de realizar campañas de medición en circuitos dedicados a iluminación de manera que se pueda identificar claramente el tiempo de encendido.

Con base a los resultados obtenidos se analizará cuál es el impacto en el consumo de energía de los sistemas de alumbrado público que no cuentan con medición y que tiene el ajuste de los parámetros de pérdidas y tiempos de encendido.



## **1.3. MARCO TEÓRICO**

### **1.3.1. ANTECEDENTES**

La electrificación en el Ecuador se desarrolló a partir de 1897 con la entrada en operación de dos turbinas hidroeléctricas en la ciudad de Loja, formándose la empresa “Luz y Fuerza”; en los años 1920 y 1930 se suscribieron contratos de servicio con compañías norteamericanas, como la American Foreign Power Co., lo cual permitió dotar del servicio eléctrico a las ciudades de Quito, Guayaquil y Riobamba.

Posteriormente durante los años 40 de conformidad con la ley de Régimen Municipal, los municipios se convirtieron en los responsables del suministro eléctrico, además de otros servicios públicos que prestaban dentro del ámbito de su competencia y dentro del área geográfica de su jurisdicción. En este periodo, al no contar con un marco legal ni tampoco con políticas globales que orienten la gestión de los municipios, el servicio eléctrico se desarrolló sin ningún concepto de planificación técnica ni económica y bajo concepciones de los municipios locales.

Con el objeto de normar las actividades eléctricas en el país, el 23 de mayo de 1961, mediante Decreto de Ley de Emergencia No. 24, el Gobierno expidió la Ley Básica de Electrificación [2], mediante la cual se crea el Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL), al cual se delegó la planificación, ejecución y control de la actividad eléctrica nacional. En ese año existían más de 1.200 centrales eléctricas con un promedio de potencia instalada de 100 kW por central, las cuales estaban administradas por más de 100 organismos municipales y locales.

En agosto de 1966 se publicó el primer Plan de Electrificación, como resultado de las acciones realizadas por el INECEL, mismas que estaban enfocadas a la recopilación de información sobre los recursos hídricos e instalaciones existentes. El Plan desarrollado estableció dos objetivos: la creación del Sistema Nacional Interconectado (SNI) y la integración eléctrica regional; respecto del SNI, consideraba la construcción del sistema de transmisión de manera que se interconecten las fuentes de producción energética con los grandes centros de consumo; mientras tanto la integración eléctrica regional consistía en la creación de empresas eléctricas medianas a nivel provincial.

A partir de 1992 las políticas se orientaron a un modelo donde las actividades eléctricas se delegaban al sector privado, a pesar de que aún no existía un marco legal y las condiciones económicas para que ello ocurra. Para permitir esta transición, el 10 de octubre de 1996 se publicó La Ley de Régimen del Sector Eléctrico (LRSE) con la cual se reformó el sector,

abriéndolo a la privatización y a la competencia, con un modelo basado en el Mercado Eléctrico Mayorista; estas acciones provocaron que el 31 de marzo de 1999 termine la vida jurídica del INECEL.

Con la expedición de la LRSE se creó el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), organismo encargado de la planificación, regulación y control del sector eléctrico; el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), como administrador de transacciones técnicas y financieras del mercado eléctrico mayorista, y el Consejo de Modernización del Sector Eléctrico (COMOSEL), como organismo ejecutor temporal, delegado por el Consejo Nacional de Modernización (CONAM) para el cumplimiento del proceso de modernización del sector eléctrico en el país.

En el 2007 con la convocatoria de la Asamblea Constituyente, se expide el Mandato Constituyente Nro. 1 el cual, por mandato popular de 15 de abril de 2007, asume y ejerce plenos poderes, por lo tanto, se faculta la expedición de mandatos constituyentes, leyes, acuerdos, resoluciones y las demás decisiones en uso de sus atribuciones.

El 9 de julio de 2007, mediante Decreto Ejecutivo Nro. 475, se escindió el Ministerio de Energía y Minas y se creó el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), el cual a nombre del Estado, recibiría todas las delegaciones que mantenía el Fondo de Solidaridad, este último terminó con sus funciones mediante Decreto Ejecutivo Nro. 129 de 13 de noviembre del 2009, de acuerdo con lo establecido en la Constitución de la República y la Ley Orgánica de Empresas Públicas (LOEP).

En este contexto, el 13 mayo de 2008 se expidió el Mandato Constituyente Nro. 9, mediante el que se autoriza a que los recursos patrimoniales del Fondo de Solidaridad se inviertan directamente en la capitalización de las empresas eléctricas mediante la ejecución de planes de inversión, considerando las necesidades prioritarias en todo el país y teniendo como objetivo la expansión, mejoramiento, ampliación de infraestructura física o nuevos proyectos.

Para complementar lo antes indicado, el 23 de julio de 2008 se expidió el Mandato Constituyente Nro. 15, mediante el que se autorizó al CONELEC para establecer una tarifa única para según cada tipo de consumo, eliminando el concepto de costos marginales en generación y sin considerar los componentes de inversión para la expansión de los sistemas de distribución y transmisión, para lo cual podrá establecer nuevos parámetros regulatorios.

Adicionalmente, a partir de la expedición del Mandato No. 15 se elimina el cobro del 10 % adicional en las categorías comercial e industrial en beneficio del Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal (FERUM) y se decreta que los recursos necesarios para el FERUM y desarrollo de los planes de inversión aprobados se financiará con recursos del Presupuesto General del Estado (PGE), siendo el Ministerio de Finanzas quien entregará los recursos al Fondo de Solidaridad de manera obligatoria.

Luego del referéndum, mediante Registro Oficial Nro. 449, de 20 octubre de 2008, entró en vigencia la Constitución de la República del Ecuador, en la que se define al sector eléctrico como un sector estratégico en el cual el Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar dichos sectores de manera que se garantice que los servicios públicos y su provisión respondan a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad.

A finales de 2008 el Ecuador contaba con 20 empresas de distribución, con la reestructuración del sector eléctrico sus planes de inversión pasaron a ser financiados con recursos del PGE.

El 15 de diciembre de 2008, mediante escritura pública se constituyó como sociedad anónima la Corporación Nacional de Electricidad S.A. (CNEL S.A.), resultado de la fusión de las Empresas Eléctricas: Península de Santa Elena C.A.; Santo Domingo S.A.; Milagro C.A.; Bolívar S.A.; Regional Esmeraldas S.A. (EMELESA); Los Ríos C.A.; Regional El Oro S.A.; Regional Guayas-Los Ríos S.A. (EMELGUR); Manabí S.A. (EMELMANABI) y Regional Sucumbíos S.A. (EMELSUCUMBIOS).

Mediante Decreto Ejecutivo Nro. 1786, de 2 de julio de 2009, la Corporación para la Administración Temporal Eléctrica de Guayaquil (CATEG), se convirtió en un organismo dependiente de la Función Ejecutiva, denominándose Unidad de Generación, Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica de Guayaquil (Eléctrica de Guayaquil); posteriormente, mediante Decreto Ejecutivo Nro. 887, de 4 de octubre de 2011, esta Unidad se convirtió en la Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil, EP.

Mediante Decreto Ejecutivo Nro. 1459, de 13 de marzo de 2013, se creó la Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad (CNEL EP), sucediendo en derechos y obligaciones a la CNEL S.A.

En la actualidad luego de la fusión de la Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil, EP y la CNEL EP, se cuenta con 10 empresas de distribución: la CNEL EP y 9 empresas que hasta

la expedición del nuevo marco jurídico del sector eléctrico continúan operando como compañías anónimas reguladas por la Ley de Compañías para los asuntos de orden societario exclusivamente.



**Figura 1.1.** División política del Ecuador [3].

Mediante Registro Oficial Nro. 418, de 16 de enero de 2015, se publicó la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE), con la cual se genera cambios estructurales para el sector eléctrico en relación con el alcance de los Mandatos Constituyentes Nro. 9 y 15, la LRSE y su reglamento en el ámbito de la planificación, el otorgamiento de concesiones, licencias y permisos.

### **1.3.2. HOMOLOGACION DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN (UP)**

El documento que se utiliza para este estudio se denomina Manual de Estructuras realizado por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, aquí se encuentra la información de la Homologación de las Unidades de Propiedad (UP) y Unidades de Construcción (UC) del Sistema de Distribución Eléctrica.

El Manual de Estructuras tiene los siguientes objetivos:

- “Establecer un sistema único para la identificación de las Unidades de Propiedad (UP) que conforman el sistema de distribución”.
- “Estandarizar y homologar los materiales y equipos que conforman las Unidades Constructivas”.
- “Definir un sumario de especificaciones técnicas de los materiales y equipos de mayor uso en el sistema de distribución”.
- “Estandarizar la simbología para representar los elementos del sistema de distribución” [4].

La descripción nemotécnica de las estructuras y el alumbrado público para este estudio es de suma importancia debido a que con este código se pudo establecer una metodología para el análisis de las luminarias existentes dentro del país. Esta descripción que está en el Manual de Estructuras fue realizado por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. La descripción nemotécnica está compuesta de dos partes, las unidades de propiedad que tienen dos campos y las unidades de construcción que tienen tres campos, dando un total de cinco campos en el cual se especifica una estructura en su totalidad.

#### **1.3.2.1. Descripción Nemotécnica para Estructuras.**

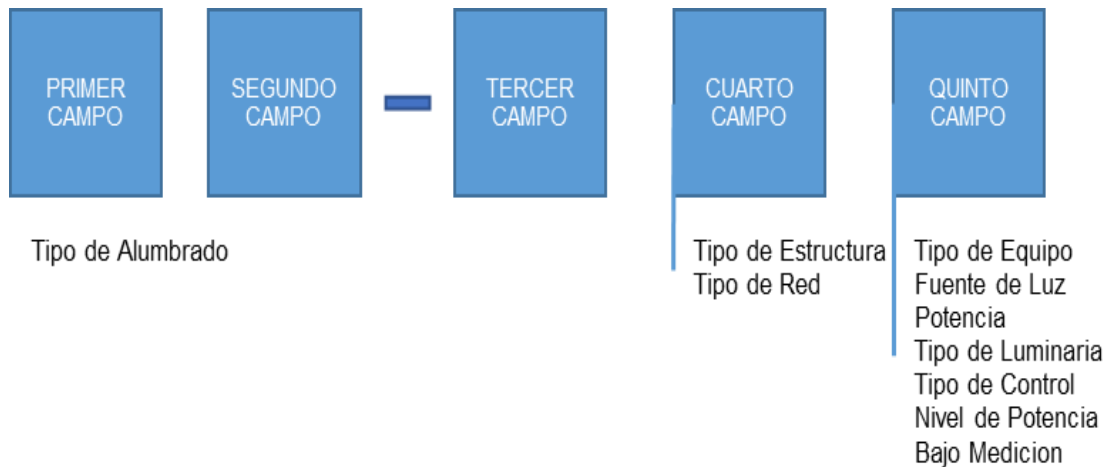
Cada código dentro de cada campo tiene un significado como se presenta a continuación:

- Primer Campo: AP si es Alumbrado Público Vial en redes de distribución o AO si es Alumbrado Público Ornamental.
- Segundo Campo: Es el nivel de voltaje en Voltios, C para 120-121-127 V, D para 240/120 V – 220/127 V.
- Tercer Campo: Es el número de fases, vías o hilos. En el caso de no aplicar se usará el carácter “0”, 1 para una fase o hilo, 2 para dos fases o dos hilos, etc.

- Cuarto Campo: es la disposición o tipo de la estructura. Puede ser de diferentes tipos.
  - B, bandera.
  - C, centrada.
  - E, vertical.
  - H, en dos postes.
  - L, Line post.
  - N, neutro alineado en cruceta centrada.
  - O, vertical en volado.
  - P, preensamblado.
  - S, semicentrada.
  - T, tres postes.
  - V, en volado.
  
- Quinto Campo: es la función o especificación que indica características técnicas de la estructura o su función.
  - Medio Voltaje
    - A, angular.
    - D, doble retención.
    - P, pasante o tangente.
    - R, retención.
  - Bajo Voltaje
    - D, doble retención.
    - P, pasante o tangente.
    - R, retención.

### 1.3.2.2. Descripción Nemotécnica para Alumbrado Público (AP).

Cada código dentro de cada campo tiene un significado como se presenta a continuación:



**Figura 1.2.** Información obtenida a partir de los identificadores UP.

- Primer campo: AP que significa alumbrado público.
- Segundo campo: es el nivel de voltaje de operación del sistema de distribución.
- Tercer campo: no aplica.
- Cuarto campo: es el tipo de estructura y puede ser:
  - A, en fachada con red subterránea.
  - F, en fachada con red aérea preensamblada.
  - O, en poste con red aérea preensamblada.
  - P, en poste con red aérea desnuda.
  - S, en poste con red subterránea.
- Quinto campo: son las especificaciones técnicas en las cuales se encuentra el tipo de control, la forma de acabado, la fuente de luz y la potencia de la luminaria y está representado por caracteres alfabéticos en mayúsculas, numéricos o signos.
  - Para luminarias (L) se tiene:

**Tabla 1.1** Codificación del quinto campo para luminaria

Código	Significado
<b>Fuente de Luz</b>	
L	Led

<b>Código</b>	<b>Significado</b>
M	Mercurio
S	Sodio de Alta Presión
<b>Control</b>	
A	Autocontrolada
P	Sistema con Hilo Piloto
<b>Nivel de Potencia</b>	
C	Nivel de Potencia Constante
D	Doble Nivel de Potencia

**Tabla 1.2** Potencias para luminarias de sodio

<b>Luminarias de Sodio</b>					
Potencia [W]	70	100	150	250	400

**Tabla 1.3** Potencias para luminarias de mercurio

<b>Luminarias de Mercurio</b>				
Potencia [W]	125	175	250	400

**Tabla 1.4** Potencias para luminarias LED

<b>Luminarias LED</b>		
Potencia [W]	70	100

- Para proyectores (P) se tiene:

**Tabla 1.5** Codificación del quinto campo para proyector

<b>Código</b>	<b>Significado</b>
<b>Fuente de Luz</b>	
M	Mercurio
S	Sodio de Alta Presión
<b>Control</b>	
A	Autocontrolada
P	Sistema con Hilo Piloto
<b>Nivel de Potencia</b>	
C	Nivel de Potencia Constante
D	Doble Nivel de Potencia

**Tabla 1.6** Potencias para proyectores de sodio

<b>Proyector de Sodio</b>		
Potencia [W]	250	450



**Tabla 1.7** Potencias para proyectores de mercurio

<b>Proyector de Mercurio</b>	
Potencia [W]	1000

- Para cajas de control (C) se tiene:

**Tabla 1.8** Codificación del quinto campo para cajas de control

<b>Código</b>	<b>Significado</b>
<b>Caja de Control</b>	
C	Caja de control (contactor) para sistemas con hilo piloto
T	Tablero de control con reloj temporizado

### 1.3.2.3. Descripción Nematécnica para Alumbrado Ornamental (AO).

Cada código dentro de cada campo tiene un significado como se presenta a continuación:

- Primer campo: AO que significa alumbrado ornamental.
- Segundo campo: es el nivel de voltaje de operación del sistema de distribución.
- Tercer campo: no aplica.
- Cuarto campo: es el tipo de estructura y puede ser:
  - I, en piso.
  - F, en fachada.
  - P, en poste.
- Quinto campo: son las especificaciones técnicas en las cuales se encuentra el tipo de control, la forma de acabado, la fuente de luz y la potencia de la luminaria y está representado por caracteres alfabéticos en mayúsculas, numéricos o signos. Para el quinto campo tenemos la siguiente codificación ya sea para luminaria o para proyector:
  - Para luminarias (L) se tiene:

**Tabla 1.9** Codificación del quinto campo para luminaria

<b>Código</b>	<b>Significado</b>
<b>Fuente de Luz</b>	
M	Mercurio
S	Sodio de Alta Presión

<b>Código</b>	<b>Significado</b>
<b>Control</b>	
A	Autocontrolada
P	Sistema con Hilo Piloto
<b>Nivel de Potencia</b>	
C	Nivel de Potencia Constante
D	Doble Nivel de Potencia

**Tabla 1.10** Potencias para luminarias de sodio

<b>Luminarias de Sodio</b>					
Potencia [W]	70	100	150	250	400

**Tabla 1.11** Potencias para luminarias de mercurio

<b>Luminarias de Mercurio</b>				
Potencia [W]	125	175	250	400

**Tabla 1.12** Potencias para luminarias LED

<b>Luminarias LED</b>		
Potencia [W]	16	24

- Para proyectores (P) se tiene:

**Tabla 1.13** Codificación del quinto campo para proyector

<b>Código</b>	<b>Significado</b>
<b>Fuente de Luz</b>	
L	Led
H	Halogenuro Metálico
S	Sodio de Alta Presión
<b>Control</b>	
A	Autocontrolada
P	Sistema con Hilo Piloto
<b>Nivel de Potencia</b>	
C	Nivel de Potencia Constante
D	Doble Nivel de Potencia

**Tabla 1.14** Potencias para proyectores de sodio

<b>Proyector de Sodio</b>
---------------------------

Potencia [W]	150	200
--------------	-----	-----

**Tabla 1.15** Potencias para proyectores de mercurio

<b>Proyector de Mercurio</b>				
Potencia [W]	100	150	500	1000

- Para cajas de control (C) se tiene:

**Tabla 1.16** Tipo de control

<b>Caja de Control</b>	
<b>Código</b>	<b>Significado</b>
C	Caja de control (contactor) para sistemas con hilo piloto
T	Tablero de control con reloj temporizado

### 1.3.3. LUMINOTECNIA

#### 1.3.3.1. Sistema de Iluminación

Para llegar a obtener un buen sistema de iluminación se debe tener un buen diseño lumínico, este diseño lumínico debe ser capaz de crear ambientes agradables para el ojo humano sin olvidar que las instalaciones sean eficientes [5].

La calidad de iluminación depende de algunos parámetros, pero estos parámetros deben ser ajustados según al lugar de iluminación ya sea una carretera, un dormitorio, un estudio, un museo o hasta una iglesia. Los parámetros más comunes son los siguientes:

- Nivel de iluminación: nivel de flujo luminoso en lux que se reflejaran en la superficie.
- Distribución de luminancia en la superficie
- Deslumbramiento: se deben tomar en cuentas los límites de deslumbramiento.
- Modelación: la limitación de sombras y contrastes creados por el sistema de iluminación.
- Estética: selección de luminarias y del tipo de iluminación.
- Color: la reproducción cromática y el color de la luz.

Un buen sistema de iluminación tiene algunos elementos básicos que son:

- El tipo de luminaria o la fuente de luz que puede ser: LED, incandescente, descarga en gas, fluorescente, incandescente, halógenas, etc.
- Los sistemas de control y los reguladores de la luminaria.
- La luminaria, la cual es capaz de controlar el flujo luminoso o luz emitido por la lámpara minimizando el deslumbramiento.

### **1.3.3.2. Luminarias**

Según la UNE-EN 60598 define como luminaria al aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas. Las luminarias están conformadas por todos los dispositivos necesario para la fijación, protección y soporte de las lámparas (sin incluir las lámparas), de ser necesario circuitos auxiliares en combinación con la conexión de la red de alimentación también formará parte de la luminaria [6].

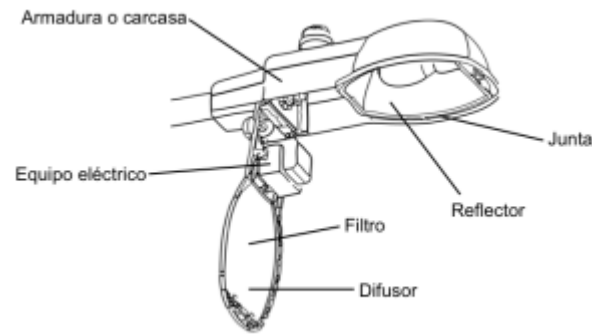
Es así como la luminaria es la parte fundamental y responsable de controlar y distribuir el flujo luminoso emitido por la fuente que en este caso sería la lámpara teniendo en cuenta que este flujo luminoso debe distribuirse de forma adecuada y eficiente para evitar el deslumbramiento. Para seleccionar una buena luminaria debemos tener en cuenta ciertas características importantes que se deben cumplir como son:

- La eficiencia de la lámpara con la luminaria.
- El deslumbramiento que la luminaria puede ocasionar.
- La distribución de la luz.
- La forma de la luz.
- La estética.
- El mantenimiento.
- La instalación sea sencilla.

Una luminaria consta de varios componentes que son:

- Carcasa: es la parte donde se coloca los demás componentes de la luminaria.
- Lámpara: es el elemento el cual transforma la energía eléctrica en luz.
- Equipo eléctrico: conformado por el portalámparas, elementos de arranque (balasto, condensador, etc.) que se encargan del funcionamiento de la lámpara.

- Filtro: Es el elemento que está acoplado al difusor el cual se encarga de disminuir la distorsión visual producida por diferentes tipos de radiaciones que provocan las lámparas como por ejemplo la radiación ultravioleta, infrarroja y además ayuda con la polarización de la luz.
- Difusor: es el elemento de cierre de la lámpara, ayuda a la protección de esta y además difunde el haz de luz y evita el deslumbramiento.
- Reflectores: es el elemento encargado de reflejar el flujo de la lámpara en la dirección deseada, en estos reflectores también se les puede incorporar otro elemento para ayudar a disminuir el deslumbramiento [7].



**Figura 1.3.** Componentes de una Luminaria.

### 1.3.3.3. Lámparas

Las lámparas son los equipos encargados de transformar la energía eléctrica o química en energía lumínica (luz). Se debe tener en cuenta que lámpara y luminaria no es lo mismo, ya que la lámpara se encarga de producir luz y la luminaria ayuda a transformar, filtra y distribuye la luz mediante algunos equipos eléctricos que la conforman.

Para la elección de una lámpara se debe tomar en cuenta el sitio o ubicación donde se va a colocar, debido a esto debemos tener en cuenta la necesidad y el objetivo de luz que deseamos para nuestra habitación, sala, comedor, tienda, campo deportivo, patio de maquinaria, carreteras, etc.

### 1.3.3.3.1. Lámpara de Sodio

Las lámparas de sodio son de tipo de descarga de gas, estas lámparas usan vapor de sodio para producir luz. Actualmente son las más utilizadas para el alumbrado público vial (autopistas, carreteras, muelles, etc.) debido a que son muy eficientes ya que producen bastantes lúmenes por vatio. Además, la vida útil es largo de aproximadamente 24000 horas. Este tipo de lámparas para su funcionamiento necesitan de otros elementos eléctricos para producir luz que son el balasto, arrancador y capacitor.

Existen dos tipos, las de vapor de sodio de alta presión las cuales son muy utilizadas para el alumbrado público ya que tienen una buena reproducción cromática; las de vapor de sodio de baja presión son muy eficientes, generan aproximadamente 130 lúmenes por vatio [8].



Figura 1.4. Lámpara de Vapor de Sodio.

### 1.3.3.3.2. Lámpara de Mercurio

Las lámparas de mercurio generalmente son usadas para iluminar avenidas principales, carreteras, autopistas, parques y lugares poco accesibles debido a que el mantenimiento de estas lámparas se lo realiza en periodos largos. Estas lámparas en cuanto a el alumbrado no son muy eficientes debido a que no entregan una muy buena iluminación sobre la superficie de trabajo. La vida útil de estas varía entre 5,000 y 20,000 horas [8].



Figura 1.5. Lámpara de Vapor de Mercurio.

#### 1.3.3.3. Lámpara Led

Las lámparas LED en la actualidad son utilizadas para cualquier tipo de aplicación, desde iluminación para autos hasta para la iluminación de vías, parques, etc. Una de las ventajas es que presentan un gran ahorro energético y su gran vida útil. Se debe tener en cuenta que esta tecnología es nueva es por lo que el precio de este tipo de luz tiene un elevado costo. Las lámparas LED son muy resistente, no tiene que romperse ni producen ningún tipo de fugas (no contienen mercurio), además de que el mantenimiento es casi nulo; están diseñadas para una fácil instalación y existe una gama completa de colores [8].



Figura 1.6. Lámpara LED.

#### 1.3.3.3.4. Lámpara de Inducción

Las lámparas de inducción son fabricadas de una mezcla entre lámparas de mercurio y fluorescentes. La característica de estas lámparas es que no necesitan electrodos para generar la ionización. Este tipo de lámparas tienen un tipo de antena interna el cual origina una potencia debido a un generador externo de alta frecuencia creando un campo electromagnético dentro del recipiente de descarga, esto es lo que induce una corriente eléctrica en el gas para crear la ionización. La vida útil de esta lámpara es larga y la eficacia luminosa es de aproximadamente de 80 lúmenes por vatio [9].



Figura 1.7. Lámpara de Inducción.

### **1.3.3.3.5. Lámpara de Halogenuros Metálicos**

Las lámparas de halogenuros metálicos es una variedad de lámparas de vapor de mercurio, en el interior del tubo de descarga se agregan aditivos metálicos para potenciar las zonas del espectro visible mejorando el rendimiento luminoso y mejorando el color de la lámpara. La luz de esta lámpara se origina por una descarga eléctrica que genera la diferencia de potencial de los electrodos provocando que los electrones atraviesen el gas excitando los átomos dentro del tubo de descarga. El color de este tipo de lámparas depende del ioduro con el cual se rellena el tubo de descarga. Estas lámparas necesitan una voltaje de encendido muy alta y de igual manera que las de sodio necesitan el arrancador, balasto y condensador para su funcionamiento [9].



**Figura 1.8.** Lámpara de Halogenuros Metálicos.

### **1.3.3.4. Sistemas de Control**

Los sistemas de control son utilizados principalmente para el ahorro de energía y para facilitar el encendido y apagado de las lámparas del sistema de alumbrado público general con el fin de iluminar las calles y avenidas para los transeúntes.

#### **1.3.3.4.1. Control Manual**

Este tipo de control está fuera de funcionamiento, pero se basa en que para el encendido y apagado del alumbrado público lo realiza una persona conectando y desconectando un interruptor encargado de controlar todas las luminarias de un circuito de distribución, este trabajo era demasiado molesto para las personas que lo realizaban ya que de esta manera se desperdiciaba energía debido a la rutina que llevaba conectar y desconectar los diferentes circuitos de una ciudad o pueblo [10].



#### **1.3.3.4.2. Control con Reloj**

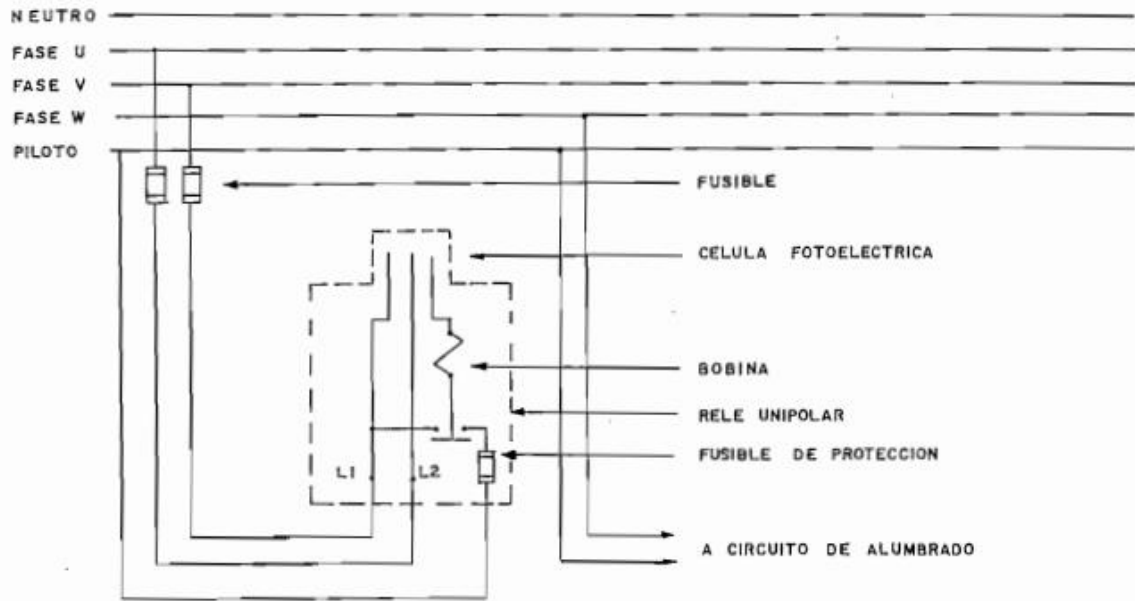
Este tipo de control consiste en un juego de contactores operado por un motor sincrónico el cual hace rotar al reloj que se encuentra en este dispositivo. Normalmente estos relojes son ajustados para operar 12 horas, una desventaja es que el reloj puede atrasarse debido a las interrupciones del suministro de energía y por ende afectaría a la operación del sistema de alumbrado, esto puede ser evitado implementando sistemas para que el reloj siga operando cuando no exista suministro de energía [10].

#### **1.3.3.4.3. Control con Hilo Piloto**

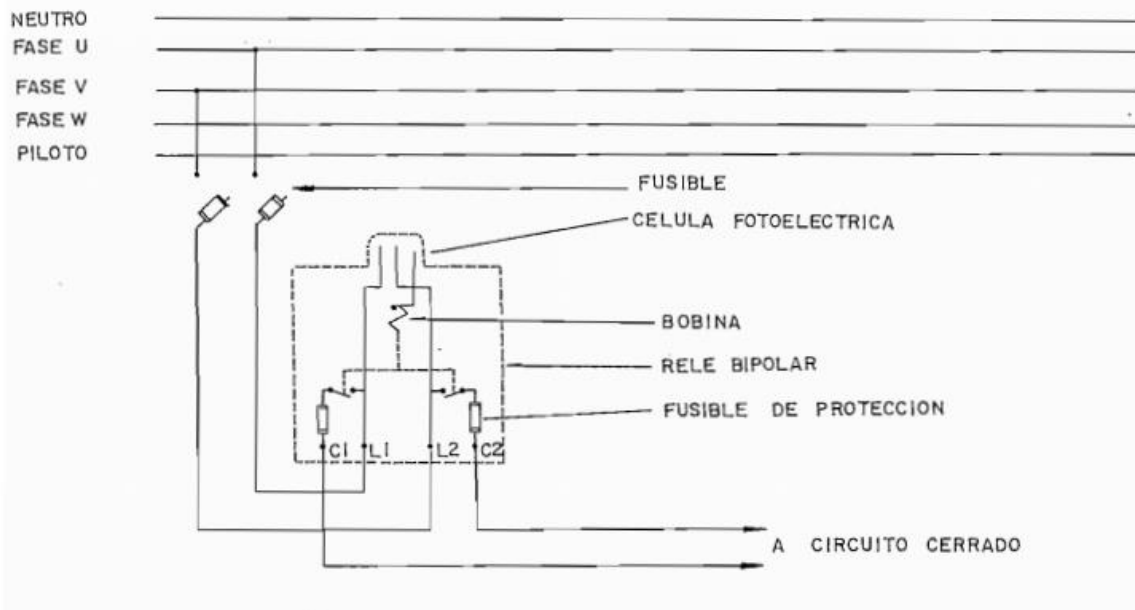
Uno de los métodos más usados en la actualidad es el control con hilo piloto, su funcionamiento consiste en un conductor instalado desde un control maestro el cual encenderá una o un grupo de lámparas, el control de este será una fotocélula, un reloj o hasta un interruptor, en este control se utiliza relés, los cuales pueden ser operados de distintas maneras.

- El primero es cuando los contactos están normalmente abiertos, es así como el relé se energiza en la noche, una ventaja de este método es que indicara si existe una falla cuando las lámparas estén fuera de funcionamiento.
- El segundo es cuando los contactos estén normalmente cerrados, es así que el relé se energiza durante el día, la ventaja de este método es que cuando existe una falla en el control maestro, circuito piloto o relé, las luminarias se encenderán para mejorar la continuidad del sistema de alumbrado público [10].

En los siguientes gráficos se observa como son los esquemas del control del sistema de hilo piloto conectado con una fotocélula para una red aérea y subterránea.



**Figura 1.9.** Conexión aérea del control de sistema con hilo piloto conectado con una fotocélula.



**Figura 1.10.** Conexión subterránea del control de sistema con hilo piloto conectado con una fotocélula.

#### 1.3.3.4.4. Autocontrolado (Fotoceldas)

El sistema de autocontrolado o fotocontrolado es guiado por un dispositivo que sirve principalmente de interruptor que ayuda a conectar o desconectar un circuito eléctrico de forma automática, generalmente estos dispositivos son utilizados para el sistema de alumbrado público general; son dispositivos que se colocan a la intemperie y su funcionamiento esta guiado por equipos electrónicos sensibles a la luz que cierran o abren sus contactos energizando la lámpara [10].

- **Fotocontrol Térmico**



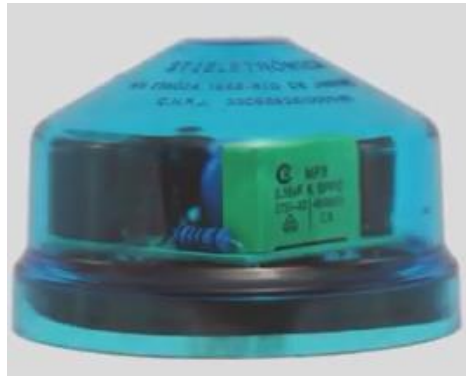
**Figura 1.11.** Fotocontrol Térmico RTF/82.

- **Fotocontrol Magnético**



**Figura 1.12.** Fotocontrol Magnético RFM/12.

- **Fotocontrol Electrónico**



**Figura 1.13.** Fotocontrol Electrónico REX/08.

### **1.3.3.5. Equipos Auxiliares**

Las lámparas del alumbrado público no son similares a las que se utiliza en casa, es por eso por lo que para su funcionamiento es de suma importancia que las lámparas utilicen equipos auxiliares. Entre los más importantes tenemos:

#### **1.3.3.5.1. Equipos Auxiliares LED**

La voltaje de las lámparas LED varía, es por lo que para este tipo de lámparas se ha diseñado módulos capaces de regular y estabilizar la voltaje de salida, además de mantener una potencia y corriente constante para un óptimo funcionamiento sin afectar la vida útil de la lámpara [9].



**Figura 1.14.** Equipo Auxiliar LED.

### 1.3.3.5.2. Capacitor o Condensador

Un capacitor es el dispositivo eléctrico encargado de corregir el factor de potencia y disminuir el consumo de reactivos. Estos dispositivos ayudan a reducir el consumo energético y por ende un ahorro en la factura de energía eléctrica [11].



**Figura 1.15.** Capacitor de 80uF para alumbrado público [11].

### 1.3.3.5.3. Arrancador

Los arrancadores son los dispositivos que proporcionan el voltaje requerido en el momento de encendido hacia la lámpara, estos voltajes generalmente son superiores a los suministradas por la red. Las lámparas de vapor de sodio, vapor de mercurio y halogenuros metálicos son las que utilizan estos dispositivos [9]. Existen dos tipos de arrancadores que son:

- Arrancadores de encendido en frío: este tipo de arrancadores no necesitan tiempo para encender la lámpara (son instantáneos), pero si necesitan un tiempo para enfriarse y volver a encender la lámpara. Estos arrancadores se clasifican por su conexión que puede ser en serie, paralelo, serie-paralelo y los cebadores.
- Arrancadores de encendido en caliente: este tipo de arrancadores permiten encender o apagar la lámpara en cualquier momento sin necesidad de enfriamiento [9].



**Figura 1.16.** Cebador [9].

#### 1.3.3.5.4. Balastos

Los balastos son dispositivos eléctricos encargado de limitar el paso de corriente, además este suministra un voltaje, frecuencia y potencia que será necesario para su correcto y óptimo funcionamiento [12]. En la actualidad existen muchos tipos de balastos y son utilizados para diferentes tipos de aplicaciones como alumbrado público, industria acerera, refinерías, etc. En el caso de ser para alumbrado público cada balasto está diseñado para funcionar con un tipo particular de lámpara a un voltaje determinado. Existen algunos balastos que son:

- Balastos electromagnéticos
- Balastos electrónicos
- Balasto autotransformador
- Balasto autorregulador

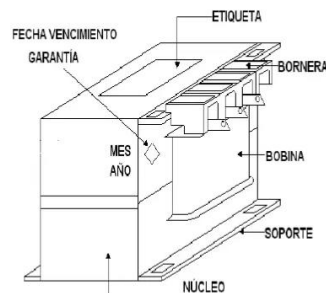
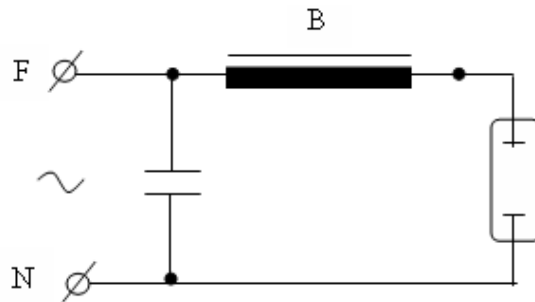


Figura 1.17. Balasto de lámpara de sodio [12].

##### 1.3.3.5.4.1. Balastos Tipo Reactor

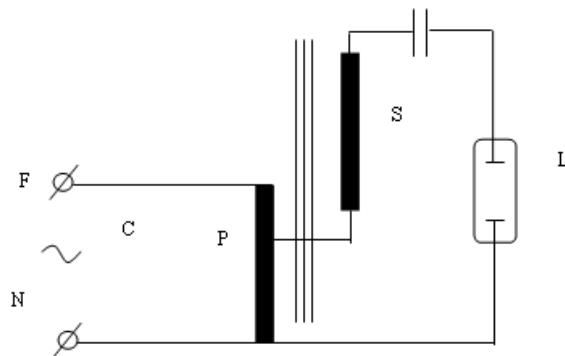
Los balastos tipo reactor se conecta en serie con una lámpara y se encarga de limitar y regular la corriente que pasa por ella. Son de fácil construcción y de tamaño reducido, las pérdidas son muy pequeñas. La desventaja de estos es que cuando sucede una variación de voltaje que supera el 5%, estos no son muy buenos para regular la potencia. El factor de potencia de este tipo de balastos está entre 0,4 y 0,6 inductivo cuando está conectado en paralelo con un capacitor. La corriente que necesita para arrancar es del 50% mayor a la de funcionamiento normal. Para este tipo se debe conectar un capacitor junto al balasto para mejorar el factor de potencia [7].



**Figura 1.18.** Conexión balasto tipo reactor (BRA).

### 1.3.3.5.4.2. Balastos Tipo Autotransformador

Los balastos tipo autotransformador son de alta reactancia de dispersión, se conectan con un capacitor en serie con la lampara. Al tener un capacitor en serie con la lampara mejora la estabilidad frente a variaciones de voltaje de la línea. El factor de potencia es de 0,9. Cuando se presenta fluctuaciones, la capacidad de regulación de potencia es muy buena. La corriente que se utiliza para encender es menor a la de funcionamiento. El problema de este tipo de balastos es que tiene pérdidas propias muy altas y su tamaño es muy voluminoso [7].



**Figura 1.19.** Conexión balasto tipo autotransformador (CWA).

### 1.3.3.6. Definiciones

#### 1.3.3.6.1. Flujo Luminoso ( $\Phi$ )

El flujo luminoso es la potencia en Watios emitida en forma de luz que percibe el ojo humano. La unidad del flujo luminoso es el lumen (lm), el cual es una candela en un estereorradián [13].

$$lm = cd * sr \quad ( 1.1)$$

Donde:

*lm*: Lumen

*cd*: Candela

*sr*: Estereorradián



**Figura 1.20.** Diferencia entre flujo luminoso e intensidad luminosa.

### 1.3.3.6.2. Intensidad Luminosa (*I*)

La intensidad luminosa es la relación entre el flujo luminoso enviado hacia una dirección y el ángulo sólido ( $\Omega$ ). La unidad de la intensidad luminosa es la candela (cd). Una candela (cd) es la intensidad de la luz que emite el flujo luminoso en un ángulo sólido de un estereorradián [13].

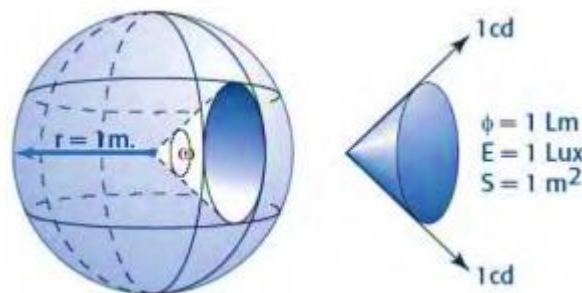
$$I = \frac{\phi}{\Omega} \quad (1.2)$$

Donde:

*I*: Intensidad Luminosa [cd]

$\phi$ : Flujo Luminoso [lm]

$\Omega$ : Ángulo Sólido [ $\omega$ ]



**Figura 1.21.** Representación de una candela.



#### 1.3.3.6.3. Iluminancia (E)

La iluminancia es la relación entre el flujo luminoso y el área que lo recibe a este. La unidad de la iluminancia es el lux (lx).

$$E = \frac{\phi}{S} \quad ( 1.3)$$

Donde:

$E$ : Iluminancia

$\phi$ : Flujo Luminoso [lm]

$S$ : Superficie [m<sup>2</sup>]

#### 1.3.3.6.4. Luminancia (L)

La luminancia es la intensidad luminosa emitida en cierta dirección por una superficie emisora a dicha unidad de área. La unidad de la luminancia es la candela por metro cuadrado [13].

$$L = \frac{I}{S * \cos\beta} \quad ( 1.4)$$

Donde:

$L$ : Luminancia

$I$ : Intensidad Luminosa [cd]

$S$ : Superficie [m<sup>2</sup>]

$\beta$ : Ángulo al que se refleja

#### 1.3.3.6.5. Uniformidad

La uniformidad es la iluminancia entregada sobre una superficie de referencia. La iluminancia no siempre es uniforme, pero es una magnitud muy importante para una mejor claridad y confort al momento de observar los objetos sobre las superficies iluminadas [14].

Existen algunos factores de uniformidad que son:

Uniformidad media que es la relación entre la iluminancia mínima y media.

$$U_m = \frac{E_{min}}{E_{med}} \quad (1.5)$$

Uniformidad extrema que es la relación entre la iluminancia mínima o máxima.

$$U_e = \frac{E_{min}}{E_{máx}} \quad (1.6)$$

Uniformidad longitudinal que es la relación entre la luminancia mínima y máxima longitudinales.

$$U_l = \frac{L_{min \text{ longitudinal}}}{L_{máx \text{ longitudinal}}} \quad (1.7)$$

Uniformidad general que es la relación entre la luminancia mínima y media.

$$U_o = \frac{L_{min}}{L_{med}} \quad (1.8)$$

#### 1.3.3.6.6. Deslumbramiento

El deslumbramiento es la disminución de la capacidad visual debido a una luminancia excesiva sobre la superficie que se observa un objeto o directamente sobre el ojo. El deslumbramiento se origina cuando un exceso de luz ingresa al ojo y la retina no es capaz de acoplarse a la velocidad necesaria para producir los pigmentos necesarios para observar con claridad [14].

#### 1.3.3.6.7. Índice de Reproducción Cromática (IRC)

El índice de reproducción cromática es la capacidad de la fuente luminosa para reproducir los colores de forma real, este valor es comparado con una referencia que es la iluminación natural. Este valor comprende de 0 a 100, señalando que si el valor es alto el color será más parecido al real o al iluminado con iluminación natural [9].

Los índices de reproducción cromática están divididos en grupos que son:

**Tabla 1.17** Índices de reproducción cromática

Grado	Índice (IRC)	Nivel de reproducción
1A	90 a 100	Excelente
1B	80 a 89	Muy bueno
2A	70 a 79	Bueno
2B	60 a 69	Moderado
3	40 a 59	Regular
4	Inferior a 40	Bajo

Para definir la calidad cromática de una fuente de luz es importante tener en cuenta la temperatura del color, teniendo en cuenta que la temperatura de color es independiente del índice de reproducción cromática [9].

**Tabla 1.18** Índices de reproducción cromática de algunas fuentes de luz

<b>Fuente Luminosa</b>	<b>Temperatura de color (K)</b>	<b>IRC</b>
Vapor de Sodio de alta presión	1900-2200	25-70
Vapor de Sodio de baja presión	1800	1
Vapor de Mercurio de alta presión	4000-5000	40-60
Vapor de Mercurio Halogenuros Metálicos	4000-6000	70-90
Fluorescentes	2700-7200	52-95
Lámpara de descarga de sodio	2900	Menos de 40
Lámpara incandescente normal	2400-2900	100
Lámpara incandescente halógena	3100-3200	100
Luz solar del día	6000	85 a 100
Llama de vela	1800	46 a 69

#### 1.3.3.6.8. Eficacia Luminosa de una Fuente

La eficacia luminosa es la relación entre el flujo luminoso dado en lúmenes (lm) con la potencia consumida en Watts (W). Este valor refiere al rendimiento de una lámpara.

$$\eta = \frac{\phi \text{ [Lúmenes]}}{\text{Potencia Consumida [W]}} \quad ( 1.9)$$

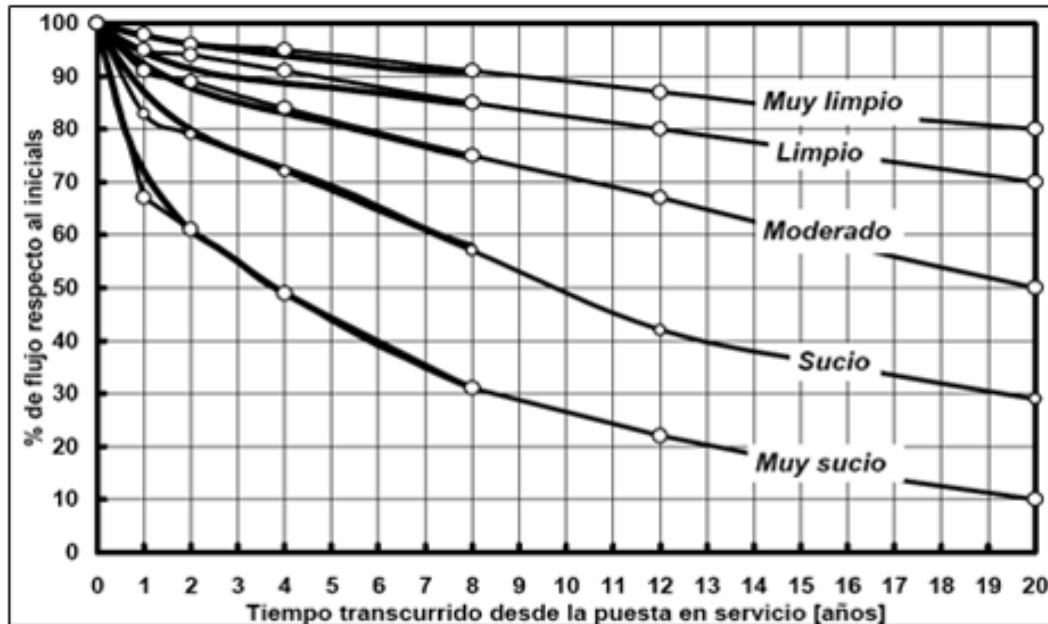
#### 1.3.3.6.9. Depreciación Luminosa

La depreciación Luminosa es la reducción progresiva del flujo luminoso que otorga las lámparas ya sea por envejecimiento o falla de los auxiliares, acumulación de polvo, fallo en las fuentes, vibraciones de la luminaria, corrosión de la luminaria, entre otros [15].

En la actualidad las más comunes son la depreciación por suciedad y por envejecimiento.

- Para la depreciación por envejecimiento de los componentes, mediante estudios se observa que el flujo luminoso disminuye progresiva y gradualmente con el pasar del tiempo, esto es debido al tipo de lampara y al balasto utilizado; la lampara y el balasto tienen un tiempo de vida útil media y esta puede variar por una mala manipulación como voltajes no adecuados, cuando la vida útil llega a su punto el flujo luminoso se verá afectado drásticamente.
- Para la depreciación por suciedad, se debe a la acumulación de polvo en la luminaria y en la lámpara, como consecuencia el flujo luminoso disminuye es por

esto por lo que tiene mucha importancia el mantenimiento de las luminarias. El nivel de acumulación de polvo depende de los índices de protección (IP) que tenga la luminaria [15].



**Figura 1.22.** Depreciación de luminarias de alumbrado público, con cierre hermético y cinco tipos de ambientes publicadas por Van Duden (trazo fino) y la IESNA (trazo grueso).

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ALUMBRADO PÚBLICO

Durante los últimos años, se ha identificado que para el cálculo de la energía de los Sistemas de Alumbrado Público General (SAPG) sin medición, las empresas distribuidoras del país utilizan criterios distintos o los establecidos en la Regulación vigente, tanto en los consumos de los elementos auxiliares como en los tiempos de encendido, lo cual probablemente influye en los porcentajes de pérdidas totales del sistema de distribución.

Para llevar a cabo este análisis, se integraron las bases de datos de todas las distribuidoras tomando en cuenta aspectos clave; a continuación se detalla cada uno de los criterios tomados. Es importante indicar que para el procesamiento de información se utilizó el software SPSS de IBM.

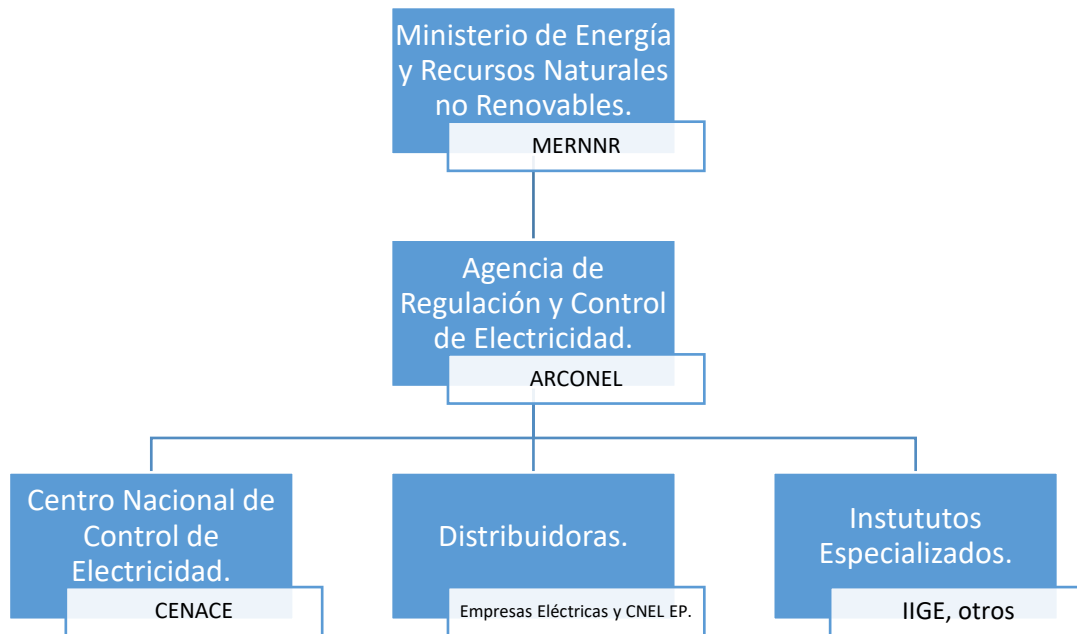
**Tabla 2.1** Criterios básicos empleados para el análisis

<b>Criterio análisis</b>	<b>Descripción</b>
Empresa	Se refiere a la denominación de cada empresa distribuidora; en el caso de la CNEL se utiliza a cada una de las Unidades de Negocio.
Tipo de alumbrado	Describe el grupo al cual pertenece el alumbrado; esto es alumbrado público vial o alumbrado público ornamental.
Tipo de estructura	Corresponde al tipo de montaje donde se encuentra la luminaria; esto es en poste, fachada o en piso, de acuerdo con la homologación vigente.
Tipo de red	Tiene que ver con el tipo de red donde se encuentra la luminaria; esto es en red aérea o subterránea.
Tipo de equipo	Se refiere al tipo de equipo de alumbrado; esto es luminaria, proyector o caja de control.
Fuente de Luz	Describe el tipo de tecnología de la luz y se refiere a: mercurio, sodio, led, inducción o halogenuro metálico.
Potencia	Es la potencia en vatios que corresponde a la luminaria.
Tipo de luminaria	Se considera las especificaciones de cada luminaria; esto de acuerdo con la nomenclatura ingresada en el SISDAT.
Tipo de control	Se refiere al control de la luminaria para su encendido; esto es, sistema de hilo piloto o controlado por fotocélula.
Nivel de potencia	Categoriza a las luminarias, considerando si la luminaria es de potencia constante o doble nivel.
Bajo medición	Identifica si la luminaria cuenta con equipo de medición.

El proceso paso a paso se explica en el capítulo análisis de pérdidas de potencia y energía en los auxiliares de las lámparas y sus componentes del sistema de alumbrado público general.

### **2.1.1. ESTRUCTURA DEL SECTOR ELÉCTRICO**

El sector eléctrico está regido por algunas entidades públicas las cuales tienen encargadas diferentes funciones para el progreso del país en el campo eléctrico, aunque algunas entidades han cambiado los nombres de sus instituciones por decretos de los presidentes a cargo, actualmente tenemos la siguiente jerarquía.

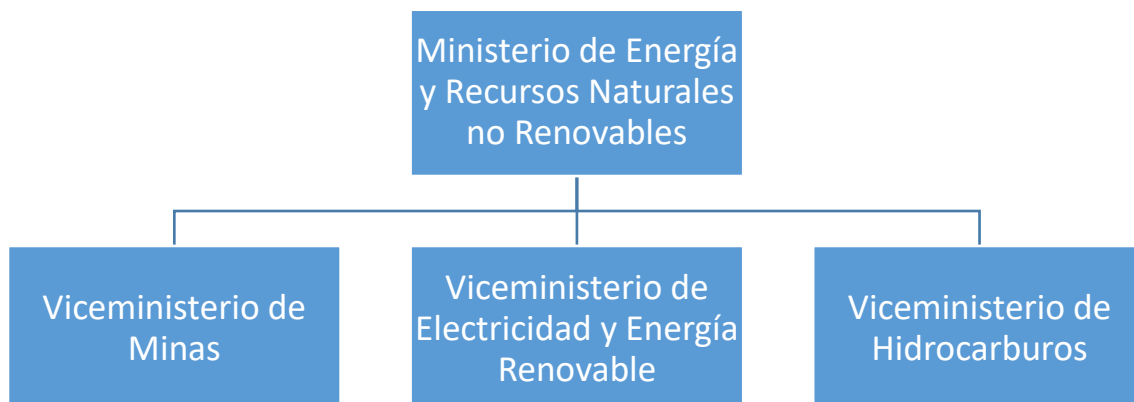


**Figura 2.1.** Estructura del Sector Eléctrico.

#### **2.1.1.1. Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables**

El Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables antes se denominaba Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), este fue creado el 9 de Julio de 2007, el objetivo de la creación de este ministerio fue con el fin de ser la institución a cargo de satisfacer las necesidades de energía eléctrica en el país, entre estas necesidades tenemos que debe ser la institución encargada de planificar el sector eléctrico, energía renovable, energía atómica, eficiencia energética teniendo en cuenta las políticas de cada sector, normativas o regulaciones vigentes y planes de aprovechamiento responsables y eficientes, cumpliendo estándares de calidad, cuidado ambiental, impulsando la participación social y la transformación sostenible de la matriz energética. [16].

El Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables se divide en 3 Viceministerios los cuales son encargados de diferentes trabajos para una mejor organización y desarrollo, estos son:



**Figura 2.2.** Estructura del Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables.

#### **2.1.1.2. Centro Nacional de Control de Electricidad**

La Ley del Régimen del Sector Eléctrico [17] del 10 de octubre de 1996, dispone que el Centro Nacional de Control de Electricidad (CENACE) sea una Corporación Civil de derecho privado, de carácter técnico y sin fines de lucro, esta institución será la encargada de la administración económica y técnica de la energía, garantizando una operación apropiada de la energía para el beneficio del consumidor.

Para el 16 de enero del 2015 se publica la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE) [18] derogando así la Ley del Régimen del Sector Eléctrico, la LOSPEE denomina al CENACE como Operador Nacional de Electricidad estableciendo una nueva naturaleza jurídica, deberes y atribuciones [19].

El CENACE, como funciones principales tiene la de ser el operador técnico del Sistema Nacional Interconectado (SNI), administrar comercialmente las transacciones de bloques energéticos y de ser el responsable del suministro continuo de energía eléctrica a costos bajos teniendo en cuenta la calidad, seguridad y eficiencia del sector eléctrico.

#### **2.1.1.3. Agencia de Regulación y Control de Electricidad**

La Agencia de Regulación y Control de Electricidad nace el 16 de enero del 2015 con la Ley Orgánica de Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE) como una institución anexa al Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (actualmente Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables), su compromiso es aportar al crecimiento,

fortalecimiento y mejora del sector eléctrico mediante las atribuciones que le otorgo la LOSPEE que son las de regular y controlar, teniendo unas bases ya forjadas desde el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) [20].

El objetivo principal de la ARCONEL para ayudar al sector eléctrico del país es “*regular y controlar actividades del sector público estratégico de energía eléctrica, con calidad y calidez, precautelando el bienestar de los ciudadanos y el desarrollo sustentable del país*” [21]. En la ARCONEL, se ha publicado en el año 2018 las siguientes regulaciones:

- Prestación del servicio de alumbrado público general (006/18).
- Calidad de distribución y comercialización (005/18).
- Distribución y comercialización de energía (004/18).
- Modelo de contrato de suministro (002/18).
- Franjas de servidumbre y distancias de seguridad (001/18).
- Transacciones internacionales (007/18).
- Generación fotovoltaica para autoabastecimiento de consumidores finales (003/18).

Para este estudio se tomará en cuenta las regulaciones referentes al alumbrado público, especialmente la Regulación Nro. 006/18, en la cual intervienen principalmente los parámetros a investigar, que son el tiempo de funcionamiento y las pérdidas en los auxiliares del alumbrado público.

### **2.1.2. LEY ORGÁNICA DEL SECTOR PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

La Asamblea Nacional con las atribuciones que le otorga la constitución de la República del Ecuador y la Ley Orgánica de la Función Legislativa aprobó el proyecto de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE) el 16 de enero del 2015 [18].

El objetivo principal de esta ley es la de “*garantizar que el servicio público de energía eléctrica cumpla los principios constitucionales de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad, calidad, sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia para lo cual se norma el ejercicio de responsabilidad del Estado de planificar, ejecutar, regular, controlar y administrar el servicio público de energía eléctrica* [18]”.

El artículo Nro. 2 de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE) [18] se refiere a los objetivos específicos, es así que entre los más importantes se refiere



a que se debe cumplir con la prestación del servicio público de energía eléctrica a todos los usuarios después de haberse realizado las acciones de generación, transmisión, distribución y comercialización. Además, se debe de suministrar a los usuarios un servicio de energía eléctrica y un servicio de alumbrado público general con alta calidad y confiabilidad. En este documento cabe recalcar algunas definiciones que serán necesarias para este estudio como son las del alumbrado público general e intervenido.

El alumbrado público general es responsabilidad de la empresa eléctrica distribuidora en coordinación con los gobiernos autónomos descentralizados o las entidades a cargo de los espacios públicos y control de tránsito, entre sus funciones está la de la construcción, planificación, operación y mantenimiento. Los costos que conlleve la operación, inversión o mantenimiento estará a cargo de las empresas distribuidoras.

El alumbrado público ornamental e intervenido de igual manera será responsabilidad de los gobiernos autónomos descentralizados o entidades a cargo del espacio público, para su construcción debe regirse a la normativa de construcción, iluminación y eficiencia de la energía eléctrica. Antes de la construcción, deben presentarse planos de diseño a la empresa distribuidora y ser aprobados por esta para su construcción. La operación y mantenimiento de este tipo de alumbrado se hará responsable los GAD o se podrá suscribir convenios con las empresas distribuidoras.

La energía eléctrica para el alumbrado público general, intervenido u ornamental será responsabilidad de las empresas eléctricas distribuidoras [18].

### 2.1.3. PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO GENERAL

La Dirección Ejecutiva de la ARCONEL, el 19 de diciembre del 2018 presento el proyecto de Regulación Nro. 006/18 denominada “Prestación del Servicio de Alumbrado Público General”, la cual tiene como objetivo *“normar las condiciones técnicas que permitan a las empresas eléctricas distribuidoras prestar el servicio de alumbrado público general con calidad y eficiencia”* [1]. En esta Regulación es importante analizar las clases de alumbrados y las pérdidas para los auxiliares.

**Tabla 2.2** Clases de alumbrado para diferentes tipos de vías públicas.

<b>Descripción de la vía</b>	<b>Tipo de iluminación</b>
Vías de alta velocidad, con pistas separadas libres de intersecciones al mismo nivel y con accesos completamente controlados, autopistas, autovías. Con densidad de tráfico y complejidad de circulación.	
<b>Alta</b> (más de 1000 vehículos/hora)	<b>M1</b>
<b>Media</b> (entre 500 y 1000 vehículos/hora)	<b>M2</b>

Descripción de la vía	Tipo de iluminación
<b>Baja</b> (entre 150 y menos de 500 vehículos/hora)	<b>M3</b>
Vías de alta velocidad, vías con doble sentido de circulación. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía.	
<b>Pobre</b>	<b>M1</b>
<b>Bueno</b>	<b>M2</b>
Vías urbanas de tráfico importante, carreteras radiales. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía.	
<b>Pobre</b>	<b>M2</b>
<b>Bueno</b>	<b>M3</b>
Vías secundarias de conexión, carreteras distribuidoras locales, vías de acceso principales residenciales, carreteras que proporcionan acceso a propiedades y conducen conexiones de carreteras. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía.	
<b>Pobre</b>	<b>M4</b>
<b>Bueno</b>	<b>M5</b>

**Tabla 2.3** Potencia máxima en auxiliares de luminarias.

Potencia (W)	Potencia máxima en auxiliares de vapor de sodio de alta presión (%)	Potencia máxima en auxiliares de luminarias LED (%)
$P \leq 70$	16	10
$70 < P \leq 100$	15	
$100 < P \leq 150$	13	
$P > 150$	12	

El tiempo de funcionamiento del sistema de alumbrado público controlado por reloj está programado para las 12 horas de funcionamiento, en el caso de la fotocélula funcionará las horas que la fotocélula decida según el nivel de iluminación del día, pero para reportar los tiempos de funcionamiento a los sistemas de información, las empresas distribuidoras reportan las 12 horas y no el tiempo exacto que funciona la fotocélula.

## **2.2. ANÁLISIS DE PÉRDIDAS DE POTENCIA Y ENERGÍA EN LOS AUXILIARES DE LAS LÁMPARAS Y SUS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO GENERAL**

### **2.2.1. NORMAS EXISTENTES**

#### **2.2.1.1. ANSI C82.4 – American National Standard for Lamp Ballasts – Ballasts for High-Intensity-Discharge and Low Pressure Sodium Lamps**

Para esta norma exige que los balastos deben ser exclusivamente electrónicos con una eficiencia no menor al 92%, el factor de potencia no debe ser inferior a 0.9 y el factor de

cresta debe ser medido analizando la corriente de la lámpara, los valores de cresta no deben ser menores a los de la siguiente tabla [22], [23].

**Tabla 2.4** Máximo factor de cresta permitido para un balasto

Tipo de lámpara	Factor de cresta máximo
Fluorescente	1.7
Fluorescente Slim line	1.85
Vapor de mercurio de alta presión	1.8
Vapor de sodio de baja presión	1.6
Vapor de halogenuros metálicos	1.8
Vapor de sodio de alta presión	1.8

Para la regulación de la potencia, existen 2 tipos de balastos:

- Los balastos tipo CWA (constant wattage autotransformer) deben garantizar que las variaciones de potencia nominal que se entrega a la lámpara deben estar entre +5% y -5% y las variaciones de voltaje de entrada deben estar entre el +10% y -10%.
- Los balastos tipo reactor deben garantizar que las variaciones de potencia nominal deben estar entre +12% y -12% para las lámparas de sodio o mercurio, entre +15% y -15% para las lámparas de Halogenuros Metálicos y que las variaciones de voltaje deben estar entre +5% y -5%.

**Tabla 2.5** Niveles máximos y mínimos de potencia y voltaje según la norma ANSI C82.4

Variaciones	Niveles	Tipo		
		Balasto CWA	Balasto Reactor (Sodio y Mercurio)	Balasto Reactor (Halogenuros Metálicos)
Voltaje	Máx.	5%	5%	5%
	Mín.	-5%	-5%	-5%
Potencia	Máx.	10%	12%	15%
	Mín.	-10%	-12%	-15%

Para las pérdidas máximas para cada tipo de balasto se tiene lo que se presenta en la siguiente tabla [22], [23].

**Tabla 2.6** Pérdidas máximas permitidas para lámparas de sodio según la ANSI C82.4

Potencia de Lámpara de Sodio [W]	Voltaje de lámpara	Pérdidas Máximas [W]		Pérdidas Máximas [%]	
		Balasto Reactor	Balasto CWA	Balasto Reactor	Balasto CWA
50	90	10	-	20%	0%
70	90	11	-	16%	0%
100	100	15	-	15%	0%
150	100	19	40	13%	27%
250	100	29	45	12%	18%
400	100	40	70	10%	18%
600	-	60	100	10%	17%
1.000	250	100	119	10%	12%

### 2.2.1.2. NTC 3657 - Pérdidas Máximas en Balastos, para Bombillas de Alta Intensidad de Descarga

El objetivo de esta norma colombiana es “establecer los valores de pérdidas máximas en balastos para bombillas de alta intensidad de descarga, de mercurio y sodio de alta presión” [24]. Para esta norma se utiliza los dos tipos de balastos más usados que son el de tipo reactor y el tipo CWA; para el tipo reactor se utiliza hasta una potencia de 400 W y voltaje de 240 V y para el tipo CWA se utiliza una potencia de 400 W y voltaje de 277 V. De tal manera se presenta a continuación la tabla con los valores de pérdidas obtenidos en potencia y porcentaje.

**Tabla 2.7** Pérdidas máximas permitidas para lámparas de sodio según la NTC 3657

Potencia de Lámpara de Sodio [W]	Pérdidas Máximas [W]		Pérdidas Máximas [%]	
	Balasto Reactor	Balasto CWA	Balasto Reactor	Balasto CWA
70	11	-	16%	0%
150	19	40	13%	27%
250	29	51	12%	20%
400	40	79	10%	20%

Para las bombillas de sodio en tipo reactor, para potencia de 70 W se utilizó un voltaje de 90 V y para la de 150 W se utilizó un voltaje de 100 V.

**Tabla 2.8** Pérdidas máximas permitidas para lámparas de mercurio según la NTC 3657

Potencia de Lámpara de Mercurio [W]	Pérdidas Máximas [W]		Pérdidas Máximas [%]	
	Balasto Reactor		Balasto Reactor	
125	12		10%	
250	19		8%	
400	27		7%	

Para esta norma, la aceptación de las muestras se la realiza de acuerdo con el fabricante y la norma NTC 2859-1. Y para los ensayos se realizan siguiendo las normas NTC 2069, NTC 2117 y NTC 2118. La toma de los valores se lo aplica con el balasto a voltaje nominal y con un previo calentamiento de media hora antes de tomar las medidas [24].

### 2.2.1.3. “HID Lámparas y Balastos”, Nro LLS0005, S. Eddy y D. O’Keefe

En este documento denominado “HID Lámparas y Balastos” describe el funcionamiento de las lámparas de vapor de sodio de alta presión y halogenuros metálicos. Entre esto este documento dice que todas las lámparas deben funcionar en cualquier posición y deben ser capaces de encender de una manera confiable cuando estas se encuentran en un rango de temperatura de -40°C a 45°C, los voltajes pico van desde 2500 V a 4000 V para poder arrancar teniendo en cuenta los 60 Hz de frecuencia. En cuanto a los balastos analizados son para las lámparas de sodio y halogenuros metálicos.

En la Tabla 2.9 y la Tabla 2.10 se presenta los valores de pérdidas máximas en los diferentes tipos de balastos para los que se realizó el documento, tanto en Watios como en valores porcentuales.

**Tabla 2.9** Pérdidas máximas en watios permitidas para lámparas de sodio según la LLS005

Potencia [W]	Pérdidas por Tipo de Balasto [W]			
	Reactor	Autotransformador con atraso (MH)	Autotransformador con adelanto (CWA)	Cable secundario aislado (CWI)
70	13	27	27	29
100	16	30	33	33
150	19	40	49	49
200	0	40	45	50
250	0	45	57	60
400	0	60	67	82

**Tabla 2.10** Pérdidas máximas porcentuales permitidas para lámparas de sodio según la LLS005

Potencia [W]	Pérdidas por Tipo de Balasto [%]			
	Reactor	Autotransformador con atraso (MH)	Autotransformador con adelanto (CWA)	Cable secundario aislado (CWI)
70	18,57	38,57	38,57	41,43
100	16,00	30,00	33,00	33,00
150	12,67	26,67	32,67	32,67
200	-	20,00	22,50	25,00
250	-	18,00	22,80	24,00
400	-	15,00	16,75	20,50

En la Tabla 2.11 se presenta las pérdidas máximas permitidas en Watios y en porcentaje, además se puede observar datos adicionales como la potencia de entrada y el factor de potencia que entregaron los ensayos al realizar este documento.

**Tabla 2.11** Pérdidas máximas permitidas para lámparas de halogenuros metálicos según la LLS005

Potencia [W]	Datos adicionales		Pérdidas en Balasto	
	Potencia de entrada [W]	Factor de potencia	Pérdidas en Balasto [W]	Pérdidas en Balasto [%]
70	90	0,91	20	28,57
100	123	0,98	23	23,00
150	180	0,95	30	20,00
175	210	0,96	35	20,00
250	295	0,96	45	18,00
400	460	0,96	60	15,00

Para realizar estos ensayos se considera que los balastos para las lámparas de 70 W, 100 W y 150 W deben funcionar con un voltaje nominal de 52/55 Voltios y las lámparas de 200 W, 250 W y 400 W deben funcionar con un voltaje nominal de 100 voltios, además todos los balastos deben estar calientes para poder operar normalmente entre el 95% y 100% de su potencia y voltaje nominal [25].

#### **2.2.1.4. Resolución 180540 – Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público**

La RETILAP es una resolución colombiana realizada por el Ministerio de Energía y Minas de dicho país, tiene como objetivo de establecer los requisitos y medidas que deben cumplir

los sistemas de iluminación y alumbrado público, con el fin de garantizar niveles de calidad de energía lumínica que ayudara a la seguridad del transeúnte y al abastecimiento energético de todos los consumidores, esto debe ser cumplido utilizando de la mejor manera la energía, es decir teniendo una eficiencia óptima en la distribución eléctrica [26].

Esta resolución fue realizada en base a la ANSI C82.4, en esta detalla de igual manera las pérdidas de los balastos que se presenta en la Tabla 2.12

**Tabla 2.12** Pérdidas máximas permitidas para lámparas de sodio según la RETILAP

Potencia de Lámpara de Sodio [W]	Voltaje de lámpara	Pérdidas Máximas [W]		Pérdidas Máximas [%]	
		Balasto Reactor	Balasto CWA	Balasto Reactor	Balasto CWA
50	90	10	-	20%	0%
70	90	11	-	16%	0%
100	100	15	-	15%	0%
150	100	19	40	13%	27%
250	100	29	45	12%	18%
400	100	40	70	10%	18%
600	-	60	100	10%	17%
1.000	250	100	119	10%	12%

#### 2.2.1.5. Tesis de Santiago Patricio Cañar Olmedo, Cálculo detallado de Pérdidas en Sistemas Eléctricos de Distribución aplicado al Alimentador “Universidad” perteneciente a la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.

En este proyecto de titulación de ingeniería eléctrica, en el capítulo 4 de pérdidas técnicas hace referencia a las pérdidas de los balastos utilizados para el alimentador “Universidad” de Ambato, teniendo así lo siguientes valores de pérdidas para los balastos de diferentes luminarias con distintas potencias, en la Tabla 2.13 se detallan cada uno por tipo de luminaria y potencia.

**Tabla 2.13** Pérdidas de catálogos de fabricantes para el alimentador “Universidad”

Tipo	Potencia	Pérdidas en Balastos [W]	Porcentaje de pérdidas [%]
Sodio	70	10	14,29
Sodio	100	12	12,00
Sodio	150	18	12,00
Sodio	250	25	10,00

<b>Tipo</b>	<b>Potencia</b>	<b>Pérdidas en Balastos [W]</b>	<b>Porcentaje de pérdidas [%]</b>
<b>Sodio</b>	400	35	8,75
<b>Mercurio</b>	125	11	8,80
<b>Mercurio</b>	175	13	7,43
<b>Mercurio</b>	250	17,5	7,00

Estos valores son importados de los catálogos de fabricantes, en esta se puede observar que los porcentajes de las pérdidas de los balastos no cumple con la regulación vigente [27].

## **2.2.2. INFORMACIÓN DISPONIBLE REALIZADA POR LA EMPRESA ELÉCTRICA CENTROSUR S.A.**

El análisis de mediciones de calidad de las luminarias fue realizado con la ayuda del departamento de alumbrado público de la Empresa Eléctrica Centrosur, se realizó mediciones de calidad en luminarias de 100 W, 150 W, 250 W y 400 W de potencia simple y doble nivel de potencia, con fotocontrol y sin fotocontrol. El objetivo de este análisis fue verificar el buen funcionamiento de estas lámparas ya que serían instaladas al sistema de alumbrado público general en el área de concesión de la Centrosur.

Dentro de estas mediciones se pudo verificar las características técnicas de las lámparas y determinar las posibles afecciones a la calidad de energía, además de poder observar la cantidad de potencia que consume cada lámpara.

Para el estudio se utilizó los siguientes instrumentos, equipos y otros:

- Equipo de medición de calidad de energía marca Ranger PM 7000.
- Fuente de voltaje, 220 Voltios eficaz. (La toma de energía fue directamente de los tableros de distribución de las bodegas de los grupos de alumbrado público; voltaje estable de +/- 1% de variación, onda sinusoidal 60Hz +/- 0.5%).
- Para el voltaje de 240 Voltios eficaz se dispone de una toma exclusiva de un transformador monofásico del laboratorio de transformadores.
- Cables de conexión.
- Temperatura ambiente 25°C +/- 5°C.

El procedimiento realizado para las tomas de mediciones fue:



- Las muestras de las luminarias (dos por cada tipo y potencia), se toma al azar los equipos disponibles en las bodegas de Centrosur.
- Antes de los ensayos, las bombillas deben haber funcionado un periodo de mínimo 100 horas, con el balasto comercial y en la posición de funcionamiento (montadas horizontalmente).
- El periodo de estabilización de las luminarias de vapor de sodio de alta presión será de al menos 60 minutos, previo a los ensayos (para registros de la voltaje en la bombilla). En el caso del apagado de la bombilla o de enfriamiento, se debe esperar al menos 60 minutos a temperatura ambiente antes de su traslado.
- No debe existir ningún objeto magnético junto al balasto (al menos 25mm de separación de cualquier cara).
- El equipo de calidad se programa para registrar todas las magnitudes eléctricas en intervalos de 10 minutos.
- En las luminarias que poseen dos niveles de potencia, se registran los datos en ambos niveles (balasto en el tap de 220 V y luego en el tap de 240 V).
- Se registra las siguientes magnitudes:
  - Voltaje medio.
  - Armónicos (THDv, THDi).
  - Potencia activa y aparente.
  - Factor de potencia.
  - Voltaje en la bombilla.
  - Potencia de la bombilla.

En las siguientes tablas se presenta los resultados obtenidos mediante el procedimiento realizado.

**Tabla 2.14** Lámpara de 250 W con fotocélula, Balasto 220 V, Nivel de potencia 1.

Luminarias	Voltaje [V]	P [W]	Q [VAR]	FP [%]	THDv [%]	THDi [%]	Tiempo de Conmutación [h]
L1	220	296	-89,72	0,95	2,2	41,27	5,5
L2	220	300	-89,72	0,95	2,58	41,13	5,5

**Tabla 2.15** Lámpara de 250 W con fotocélula, Balasto 220 V, Nivel de potencia 2.

Luminarias	Voltaje [V]	P [W]	Q [VAR]	FP [%]	THDv [%]	THDi [%]	Tiempo de Conmutación [h]
L1	222	182	-90,59	0,89	1,66	38,9	5,5
L2	222	181	-80,82	0,91	1,64	40,93	5,2

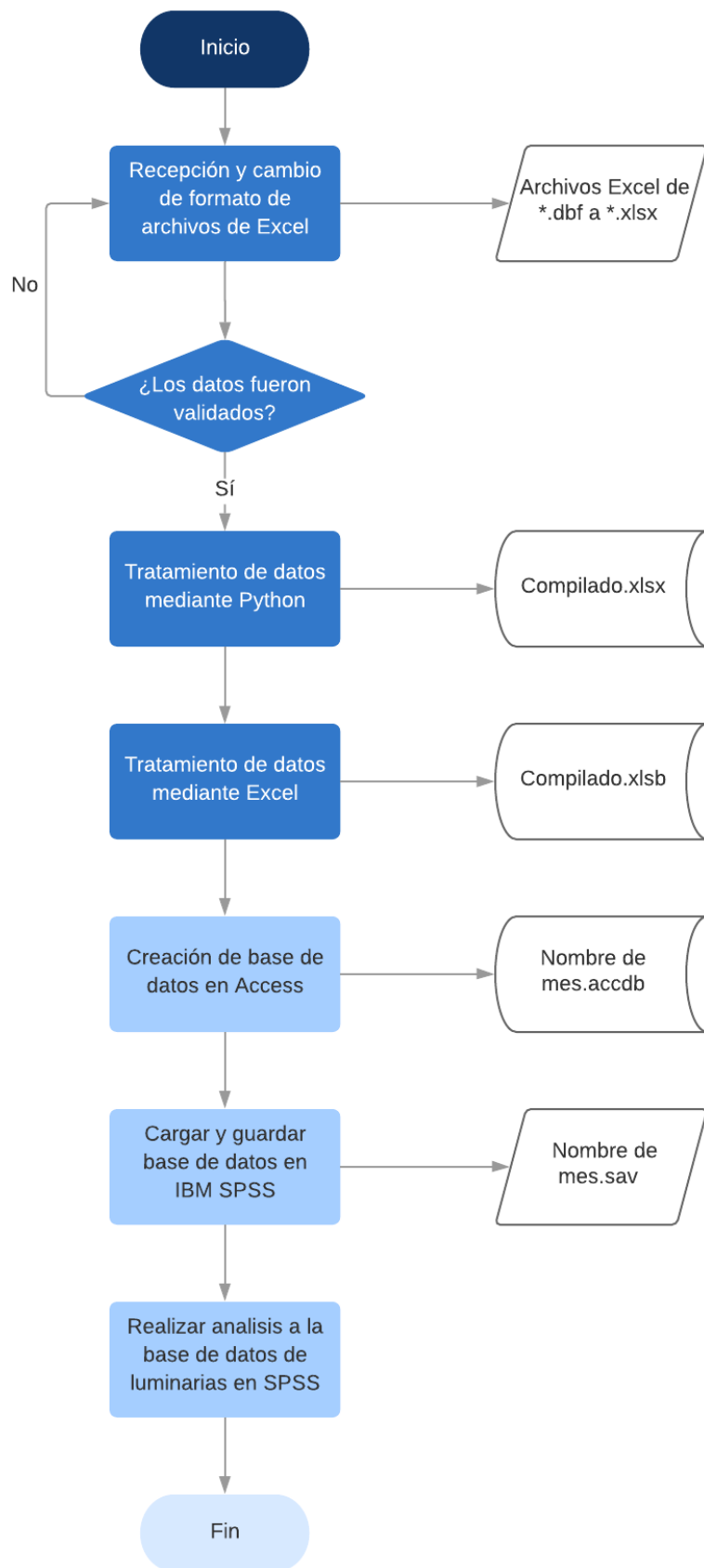
### 2.2.3. TRATAMIENTO DE DATOS DE LA INFORMACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

Este análisis se realiza utilizando la información del sistema de alumbrado público general a nivel nacional proveniente del SIG-ARCONEL (Sistema de Información Geográfica – Agencia de Regulación y Control de Electricidad).

La base de datos del sistema de alumbrado público general se encuentra en ARCGIS Pro, esta información es exportada en un shapefile y dentro de este shapefile existen archivos de Excel en formato \*.dbf en el cual se encuentran todos los datos que presentan las empresas distribuidoras, con esta información disponible se realiza el tratamiento, el tratamiento se lo explicara brevemente mediante un diagrama de flujo y paso a paso como se presenta a continuación.



**Figura 2.3.** Nomenclatura de diagramas de flujo.



**Figura 2.4.** Diagrama de flujo de tratamiento de datos para el análisis de luminarias.

- En primer lugar, se cambia la extensión de \*.dbf a \*.xlsx de los 20 archivos, cada archivo pertenece a cada una de las distribuidoras del país.



**Figura 2.5.** Cambio de extensión de \*.dbf a \*.xlsx.

- Una vez modificado la extensión de los archivos, se los guarda en una sola carpeta y en esta se crea un proyecto de Python para así poder ejecutar el código que se encuentra en los ANEXOS. Este código se encarga de ordenar los archivos y extraer los campos necesarios para el estudio.



**Figura 2.6.** Software computacional para extracción de datos necesarios.

- Después de ejecutar el código, el programa nos entrega un nuevo archivo de Excel con el nombre de “Compilado.xlsx” en el cual se encuentra los datos que se necesita para realizar el posterior tratamiento de datos.



**Figura 2.7.** Archivo entregado por Python.

- A este archivo compilado se le debe cambiar la extensión de \*.xlsx a \*.xlsb, se utiliza el formato \*.xlsb debido a que es un formato de libro binario de Excel, el cual hace que el archivo se guarde en un menor espacio en el disco por lo cual las ejecuciones de fórmulas y macros en Visual Basic de Excel se ejecuten más rápido; el formato de libro de Excel (\*.xls) no soporta la cantidad de datos que tienen los archivos y el formato de libro de Excel (\*.xlsx) si soporta la cantidad de datos, pero al momento

ingresar fórmulas y macros para el tratamiento del archivo, este formato hace que el archivo se vuelva demasiado pesado y lento al ejecutar los procesos.

- Luego este archivo de Excel en formato \*.xlsb deben ser ingresados en una sola carpeta para la ejecución de la macro realizada en Visual Basic, la cual permite organizar los datos de los archivos en dos hojas de Excel, la una para empresas distribuidoras y la otra para CNEL EP. Los archivos de Excel deben tener los siguientes nombres para identificar a qué distribuidora pertenecen.

**Tabla 2.16** Nombres de archivos de distribuidoras de empresas eléctricas.

<b>Empresa Eléctrica</b>	<b>Archivo</b>
Empresa Eléctrica Azogues C.A.	luminarias_azogues
Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.	luminarias_ambato
Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.	luminarias_cotopaxi
Empresa Eléctrica Provincial Galápagos	luminarias_galapagos
Empresa Eléctrica Regional Norte	luminarias_norte
Empresa Eléctrica Quito	luminarias_quito
Empresa Eléctrica Riobamba S.A.	luminarias_riobamba
Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.	luminarias_centro_sur
Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A.	luminarias_sur

**Tabla 2.17** Nombres de archivos de distribuidoras de CNEL.

<b>CNEL EP</b>	<b>Archivo</b>
CNEL Bolívar	luminarias_bolivar
CNEL El Oro	luminarias_el_oro
CNEL Esmeraldas	luminarias_esmeraldas
CNEL Guayaquil	luminarias_guayaquil
CNEL Guayas Los Ríos	luminarias_guayas_los_rios
CNEL Los Ríos	luminarias_los_rios
CNEL Manabí	luminarias_manabi
CNEL Milagro	luminarias_milagro
CNEL Santa Elena	luminarias_sta_elena
CNEL Santo Domingo	luminarias_sto_domingo
CNEL Sucumbios	luminarias_sucumbios

- Posteriormente ya ordenado los datos en diferentes hojas se procede a ingresar las fórmulas y encabezados para obtener los campos con los datos necesarios para un análisis. Se ingresan fórmulas para extraer datos directamente de la descripción nemotécnica y también debido a que algunos campos que nos ofrece las

geodatabases están en código, es necesario realizar un tratamiento para obtener datos de fácil interpretación. Entre las fórmulas en Excel a ingresar tenemos:

- Código de empresa, según se muestra en la Tabla 2.18 y corresponde al nombre de la empresa.

**Tabla 2.18** Códigos de empresas distribuidoras

<b>CÓDIGO</b>	<b>EMPRESA</b>
EEA	EE AZOGUES
EEASA	EE AMBATO
EEC	EE COTOPAXI
EEG	EE GALAPAGOS
EEN	EE NORTE
EEQ	EE QUITO
EER	EE RIOBAMBA
EERCS	EE CENTROSUR
EERSSA	EE SUR
CNELBOL	CNEL BOLIVAR
CNELELORO	CNEL EL ORO
CNELESM	CNEL ESMERALDAS
CNELGYE	CNEL GUAYAQUIL
CNELLRS	CNEL LOS RIOS
CNELMANABI	CNEL MANABI
CNELMLG	CNEL MILAGRO
CNELSTAELE	CNEL STA ELENA
CNELSTODGO	CNEL STO DOMINGO
CNELSUC	CNEL SUCUMBIOS
CNELGYERIO	CNEL GUAYAS LOS RIOS

- Código de provincia, cantón y parroquia se encuentran en el ANEXO B, estos son usados para mejorar la interpretación ya que las geodatabases nos entregan en códigos, como por ejemplo tenemos el 01 que representa a la provincia de Azuay, 1701 representa al cantón del Distrito Metropolitano de Quito y 170102 representa a la parroquia de Carcelén.
- Tipo de empresa, se lo ha dividido en dos partes, las empresas distribuidoras y CNEL.
- Tipo de luminaria GDB1 y Tipo de luminaria GDB2, en las geodatabase en un principio se encontraba dos tipos de códigos, por esta razón es que se

ha dividido en dos partes y se presenta en la Tabla 2.19 y la Tabla 2.20 sus códigos con su definición.

**Tabla 2.19** Códigos de tipo de luminarias GDB1

<b>Código</b>	<b>Tipo de Luminaria GDB1</b>
1	Mercurio
2	Mercurio
3	Sodio
4	Sodio
5	Led
6	Sodio
7	Mercurio
8	Ornamental
9	Inducción
10	Metal halide
11	Metal halide
12	Led

**Tabla 2.20** Códigos de tipo de luminarias GDB2

<b>Código</b>	<b>Tipo de Luminaria GDB2</b>
1	Mercurio cerrada
2	Mercurio abierta
3	Sodio abierta
4	Sodio cerrada
5	Led
6	Proyector sodio
7	Proyector mercurio
8	Ornamental
9	Inducción
10	Proyector metal halide
11	Metal halide
12	Proyector led

- Tipo de luminaria UP, este código es extraído desde la descripción nemotécnica como indica en las unidades de propiedad, según la letra que entregue el código se asigna un tipo de luminaria como se muestra en la Tabla 2.21.

**Tabla 2.21** Códigos de tipo de luminarias UP

<b>Código</b>	<b>Tipo de Luminaria UP</b>
S	Sodio

<b>Código</b>	<b>Tipo de Luminaria UP</b>
M	Mercurio
L	Led
H	Halogenuro Metálico
I	Inducción

- Tipo de control, este código de igual manera es extraído de la descripción nemotécnica como indica en las unidades de propiedad, según la letra que entregue el código se asigna un tipo de control de encendido para las luminarias como indica en la Tabla 2.22.

**Tabla 2.22** Códigos de tipo de control de encendido de luminarias.

<b>Código</b>	<b>Tipo de control</b>
A	Autocontrolada
P	Sistema con hilo piloto

- Tipo de alumbrado 1, debido a que en la descripción nemotécnica no se tiene un código para obtener este dato, este se lo ha asignado según el tipo de control ya que si es un sistema con hilo piloto este sería intervenido y si es autocontrolado este sería general.
- Tipo de alumbrado 2, este puede ser público vial o público ornamental, está dado por la descripción nemotécnica y los códigos se detalla en la Tabla 2.23.

**Tabla 2.23** Códigos de tipo de alumbrado

<b>Código</b>	<b>Tipo de alumbrado</b>
AP	Alumbrado público vial
AO	Alumbrado público ornamental

- Tipo de estructura, corresponde a la descripción nemotécnica y su código para estructuras se encuentra detallado en el subcapítulo de homologación de las unidades de propiedad en sistemas de distribución.
- Tipo de red, puede ser aérea o subterránea, está asignado según el tipo de estructura.
- Nivel de potencia, puede ser de potencia constante o doble nivel de potencia, este es asignado según la descripción nemotécnica y su código



esta detallado en la Tabla 2.24 ; hay que tener en cuenta que el doble nivel de potencia o multipotencial llamado en otros países, hace que las luminarias reduzcan la potencia absorbida de un 40 a 45% cuando la potencia sea reducida, también ayuda a disminuir los periodos de mantenimiento aumentando así su vida útil de las lámparas, también ayuda a reducir la energía producida por combustibles fósiles para la producción de energía eléctrica.

**Tabla 2.24** Códigos de nivel de potencia

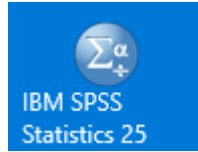
<b>Código</b>	<b>Tipo de alumbrado</b>
C	Potencia constante
D	Doble nivel de potencia

- Voltaje, se extrae de un campo de la descripción nemotécnica y está dado de la siguiente manera: C para 120-121-127 V, D para 240/120 V – 220/127 V.
- Porcentaje, se ingresa según el tipo de luminaria y la Regulación vigente.
- Potencia parcial, resulta de la multiplicación del porcentaje por la respectiva potencia de la luminaria.
- Potencia total, este valor es la potencia total consumida por la luminaria.
- Una vez realizado todo el tratamiento en Excel, se procede a crear una base de datos en Access, el archivo que se crea debe tener el nombre del mes debido a que el análisis se lo realiza para un año.



**Figura 2.8.** Base de datos creada.

- Finalmente creada la base de datos, se la importa al software IBM SPSS STATISTICS. Este software tiene muchas herramientas de analisis estadistico, las que se utilizó para este análisis fueron tablas cruzadas y diagramas de cajas.



**Figura 2.9.** IBM SPSS Statistics.

#### 2.2.4. ÁREA DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO ELÉCTRICO

El Ecuador está conformado por 24 provincias y en conjunto cuentan con un área total de 257215 kilómetros cuadrados y una población de 17.3 millones de habitantes aproximadamente; cuenta con 20 distribuidoras eléctricas que energizan a las todas las provincias del país, cada una de las distribuidoras tiene su respectiva área de concesión que se detalla en la Tabla 2.25 y la Tabla 2.26, y se representa en la Figura 2.10 [3].

**Tabla 2.25** Área de prestación de servicio eléctrico de CNEL

<b>Empresa</b>	<b>Área [km<sup>2</sup>]</b>	<b>%</b>
CNEL-Guayaquil	1.382,89	0,54
CNEL-Guayas Los Ríos	10.354,14	4,03
CNEL-Manabí	10.909,04	4,24
CNEL-EI Oro	6.731,87	2,62
CNEL-Milagro	5.025,53	1,95
CNEL-Santo Domingo	12.894,11	5,01
CNEL-Santa Elena	6.487,26	2,52
CNEL-Sucumbíos	38.517,82	14,97
CNEL-Esmeraldas	15.526,49	6,04
CNEL-Los Ríos	4.009,97	1,56
CNEL-Bolívar	4.038,86	1,57
<b>Total CNEL</b>	<b>115.877,98</b>	<b>45,05</b>

**Tabla 2.26** Área de prestación de servicio eléctrico de empresas eléctricas

<b>Empresa</b>	<b>Área [km<sup>2</sup>]</b>	<b>%</b>
E.E. Quito	13399,1	5,21
E.E. Centro Sur	30273,4	11,77
E.E. Ambato	41787,3	16,25
E.E. Cotopaxi	5880,14	2,29
E.E. Norte	11862,1	4,61
E.E. Riobamba	5964,41	2,32
E.E. Sur	22787,55	8,86
E.E. Azogues	1150,21	0,45
E.E. Galápagos	8233,11	3,20
<b>Total E. Eléctricas</b>	<b>141337,32</b>	<b>54,95</b>

En la Tabla 2.25 y la Tabla 2.26 se puede observar que la área de prestación del servicio para CNEL es de 45.05% del área total de país, en cambio para las empresas eléctricas cuenta con un 54.95%; se debe considerar que algunos sistemas eléctricos son administrados por diferentes empresas como se puede constatar en la Tabla 2.27.

**Tabla 2.27** Sistemas eléctricos administrados por otras empresas

Sistema Eléctrico	Administrado por
La Maná de CNEL Guayas Los Ríos	Empresa Eléctrica Cotopaxi
Zona Norte de CNEL Manabí	CNEL Santo Domingo
La Troncal CNEL Milagro	Empresa Eléctrica Centro Sur
El Salto del Tigre de la Empresa Eléctrica Norte	Empresa Eléctrica Quito



**Figura 2.10.** Área de prestación del servicio de alumbrado público [3].

## 2.2.5. ENERGÍA FACTURADA DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

La información de energía facturada del sistema de alumbrado público en MW que recopila las empresas distribuidoras es reportado a la ARCONEL, esta información incluye alumbrado público, semaforización, vigilancia, entre otras. La información más actualizada esta con fecha de corte de noviembre del 2019 y se presenta en la Tabla 2.28 y la Tabla 2.29, su comportamiento para un año móvil se muestra en la Figura 2.11.

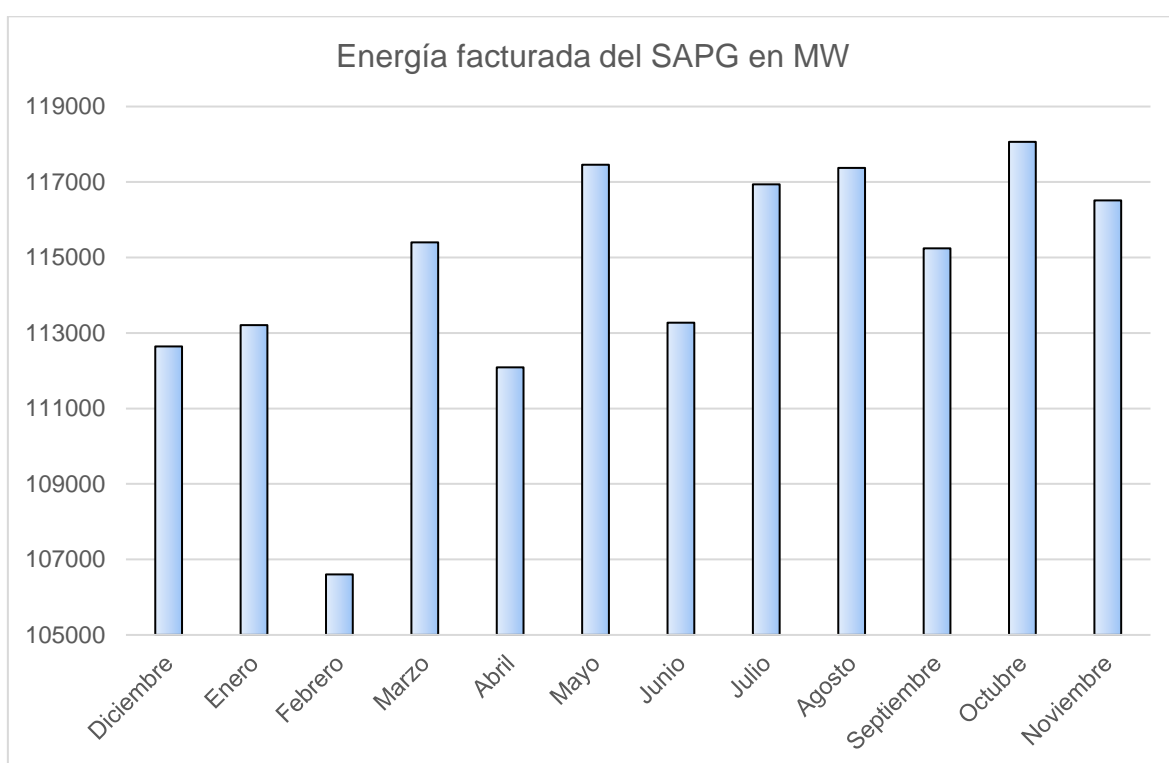
**Tabla 2.28** Energía facturada del SAPG de diciembre a mayo.

Empresa	2018	2019				
	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
CNEL-Bolívar	1809	1804	1634	1811	1770	1848
CNEL-EI Oro	6809	6797	6460	7086	7077	7194
CNEL-Esmeraldas	3332	3343	3378	3393	3347	3477
CNEL-Guayaquil	13738	13443	13293	14278	14276	14837
CNEL-Guayas Los Ríos	8284	8547	8262	8202	8522	8553
CNEL-Los Ríos	3035	3943	3156	3157	3160	3164
CNEL-Manabí	9751	9649	9683	9510	9446	9355
CNEL-Milagro	3294	3293	3021	3285	3345	4380
CNEL-Sta. Elena	3513	3585	3231	3699	3530	3862
CNEL-Sto. Domingo	4971	5044	4623	5011	4861	5045
CNEL-Sucumbíos	2071	1899	1890	2191	2063	2022
E.E. Ambato	6675	6784	6182	6875	6740	6952
E.E. Azogues	959	959	868	964	939	976
E.E. Centro Sur	8834	8695	8387	9936	7972	9328
E.E. Cotopaxi	2663	2471	2593	2724	2660	2800
E.E. Galápagos	159	150	166	152	154	156
E.E. Norte	4897	4951	4537	5090	4981	5230
E.E. Quito	21349	21386	19386	21575	20956	21717
E.E. Riobamba	3037	2990	2730	3018	2955	3077
E.E. Sur	3465	3475	3122	3444	3337	3485
Total general	112644	113209	106603	115401	112089	117458

**Tabla 2.29** Energía facturada del SAPG de junio a noviembre.

Empresa	2019					
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
CNEL-Bolívar	1794	1859	1867	1812	1877	1812
CNEL-EI Oro	6857	7200	7243	6997	7291	7181
CNEL-Esmeraldas	3364	3406	3504	3415	3141	3444
CNEL-Guayaquil	14417	14790	14792	14697	14713	14590
CNEL-Guayas Los Ríos	8275	8536	8271	8583	8575	8022
CNEL-Los Ríos	3012	3017	3066	3077	3082	3117
CNEL-Manabí	9489	9472	9516	9466	9610	9739
CNEL-Milagro	3342	3403	3437	3308	3544	3373
CNEL-Sta. Elena	3278	3537	3813	3397	3587	3501
CNEL-Sto. Domingo	4939	5149	5152	5141	5199	5160
CNEL-Sucumbíos	2085	2084	2044	2096	2036	2569

Empresa	2019					
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
E.E. Ambato	6886	7187	7221	7045	7263	7122
E.E. Azogues	951	1027	1039	1014	1057	1040
E.E. Centro Sur	9042	9682	9515	9296	9813	9715
E.E. Cotopaxi	2837	2839	2934	2876	2974	2800
E.E. Galápagos	165	165	161	166	163	169
E.E. Norte	5125	5181	5268	5159	5387	5219
E.E. Quito	21042	21787	21871	21189	21952	21313
E.E. Riobamba	2995	3115	3143	3065	3214	3135
E.E. Sur	3376	3503	3515	3441	3587	3490
Total general	113273	116938	117374	115243	118065	116513



**Figura 2.11.** Energía del sistema del alumbrado público facturada.

## 2.2.6. GENERACIÓN DE ENERGÍA Y POTENCIA EN EL ECUADOR

En el Ecuador rige la producción de energía renovable, específicamente la energía hidráulica, aunque también hay un buen componente de la producción de energía con recursos no renovables, entre las dos tienen un total de 8676.89 MW de potencia nominal y 8062.58 MW de potencia efectiva, en la

Tabla **2.30** se detalla cada una de las capacidades de potencia tanto nominal como efectiva para los recursos disponibles.

**Tabla 2.30** Producción de energía nominal y efectiva.

Tipo de Energía	Tipo de Central	Tipo de Unidad	Potencia nominal [MW]	Potencia efectiva [MW]
<b>Renovable</b>	Hidráulica	Hidráulica	5.066,40	5.036,43
	Biomasa	Turbovapor	144,30	136,40
	Fotovoltaica	Fotovoltaica	27,63	26,74
	Eólica	Eólica	21,15	21,15
	Biogás	MCI	7,26	6,50
<b>Total renovable</b>			5.266,74	5.227,22
<b>No renovable</b>	Térmica	MCI	2.011,44	1.613,60
		Turbogás	921,85	775,55
		Turbovapor	461,87	431,74
<b>Total no renovable</b>			3.395,16	2.820,89
<b>Total energía producida</b>			8.661,90	8.048,11

Además, se debe tener en cuenta las subestaciones para generación, transmisión y distribución con sus respectivas capacidades en MVA, de esta manera se detalla en la Tabla 2.31, teniendo en cuenta que para el tipo de generación se incluye las autogeneradoras.

**Tabla 2.31** Subestaciones por tipo con su respectiva capacidad en MVA

Tipo	Subestaciones	Capacidad [MVA]
Generación	98	3454,35
Transmisión	65	14821,3
Distribución	374	7645,01

Consiguiente en la Tabla 2.32 se muestra las longitudes de las líneas para nivel de distribución, tanto para circuito simple como para circuito doble.

**Tabla 2.32** Longitud de líneas para distribución

Nivel de Voltaje	Longitud [km]	
	Circuito simple	Circuito doble
138	253,16	19,80
69	4.559,43	105,28
46	235,55	11,76
34,5	67,59	-
22	54,71	-
13,8	29,86	-

### 2.2.7. PÉRDIDAS DE ENERGÍA ACTUALES EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ECUATORIANO

Las pérdidas de energía en el sistema eléctrico ecuatoriano se encuentran en el balance energético que entrega la Agencia de Regulación y Control de Electricidad. Pero antes de hablar de las pérdidas se debe tener en cuenta que existen dos tipos de pérdidas que son las pérdidas técnicas y las pérdidas no técnicas.

- Las pérdidas técnicas es la energía que no es aprovechada, prácticamente es la energía que necesita el sistema eléctrico para su operación, es decir esta energía se pierde en las redes, equipos, transformadores y en todos los elementos del sistema de distribución los cuales sirven para transformar y conducir la energía eléctrica, estas pérdidas pueden ser calculadas por la empresa distribuidora mediante software, instrumentos de medición, entre otros. Este tipo de pérdidas es normal en cualquier sistema de distribución de las empresas eléctricas y no pueden ser eliminadas totalmente, la única manera de disminuir estas pérdidas es mejorando el sistema eléctrico del sistema de distribución. Estas pérdidas también se clasifican en pérdidas fijas y variables.
  - Las pérdidas fijas se producen por el simple hecho de energizar las líneas de transmisión o el transformador, estas pérdidas se dan aunque no exista ninguna carga en el sistema de distribución, las pérdidas fijas se dan por histéresis o corrientes parásitas.
  - Las pérdidas variables dependen directamente de la demanda y son producidas por el efecto Joule.
- Las pérdidas no técnicas no es una pérdida real de energía ya que esta energía puede ser utilizada por algún usuario sin contrato con la empresa distribuidora, por

lo tanto la empresa no factura de tal modo que sería una pérdida. Este tipo de pérdidas tiene algunas razones, entre ellas tenemos:

- El fraude o robo, lo realizan los usuarios alterando el medidor o conectándose directamente a la red sin pasar antes por un medidor.
- Errores de empresas distribuidoras, algunas empresas distribuidoras cometen el error de no contabilizar la energía que consume los auxiliares del alumbrado público, transformadores, subestaciones, etc.
- Error de clientes, algunos usuarios son clientes de la empresa distribuidora pero no tienen medidor, a este tipo de clientes le facturan una estimación del consumo de energía eléctrica.
- Conexiones directas de usuarios sin contrato, este tipo de usuarios son los que se conectan directamente a la red sin previo contrato ni medidor, también se da el caso de usuarios que son desconectados por falta de pago y otra razón, estos se conectan nuevamente a la red sin autorización y directamente a la red, generando pérdidas.
- Error de medición, este tipo de errores se da por un medidor en mal estado o por error de las lecturas por parte de las cuadrillas de medición.

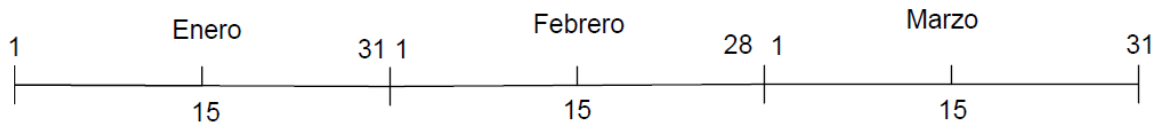
En las tablas del ANEXO G se presentará la energía disponible, las pérdidas del sistema, pérdidas técnicas, pérdidas no técnicas y pérdidas en el alumbrado público para cada una de las distribuidoras a nivel nacional, en estos datos presentados se puede observar algunos detalles, como pérdidas negativas, pérdidas en el alumbrado no reportadas, información de la empresa eléctrica de Azogues incompleta, entre otras; cada una se detallará a continuación.

La información de la empresa eléctrica Azogues se encuentra incompleta debido a que han presentado en su totalidad pérdidas negativas, en este momento la ARCONEL en unión con la empresa distribuidora se encuentran realizando estudios para solucionar este problema, por esta razón es que no se ha presentado la información de todos los meses.

En algunas empresas como la empresa eléctrica Ambato, Azogues, CNEL Bolívar cuentan con pérdidas en el alumbrado público no reportadas, esto se relaciona debido a que estas empresas distribuidoras facturan las pérdidas del alumbrado público con los porcentajes establecidos por la Regulación vigente a sus clientes.



Las pérdidas negativas básicamente se dan porque la empresa distribuidora factura más energía de la que tienen disponible, esto se da porque no coinciden los ciclos de lectura de energía facturada con la energía disponible que cuenta con mediciones del primero al último día de cada mes. Actualmente para solventar este problema antes mencionado, se ha desarrollado una metodología que trata de ajustar el consumo mensual de acuerdo a cada mes, esta metodología se la presenta a continuación con un ejemplo.



**Figura 2.12.** Método de facturación de la EE Centrosur y EE Quito.

Las empresas distribuidoras toman las mediciones a la mitad de cada mes (generalmente del 15 al 20); una empresa X toma las mediciones para un consumidor todos los 15 de cada mes, de esta manera la medición realizada se divide para el número de días para obtener un consumo diario, es decir para calcular la facturación del mes de febrero se debería tomar las mediciones realizadas desde el 15 de enero al 15 de febrero y las del 15 de febrero al 15 de marzo, tomando así el consumo diario y multiplicando por el respectivo número de días como se presenta en el siguiente ejemplo.

Un usuario consumió 100 kWh desde el 15 de enero al 15 de febrero, este consumo se dividiría para los 31 días del respectivo ciclo teniendo así un primer consumo diario; para el ciclo del 15 de febrero al 15 de marzo el usuario consumió 70 kWh, de igual manera este consumo se dividiría para los 28 días del respectivo ciclo teniendo un segundo consumo diario. Entonces para la facturación del mes de febrero se multiplicaría los consumos diarios de cada mes para el respectivo número de días, es decir:

$$Fact. Febrero = 15 \text{ días} * \frac{100 \text{ kWh}}{31 \text{ días}} + 13 \text{ días} * \frac{70 \text{ kWh}}{28 \text{ días}} \quad ( 2.1)$$

De esta manera es como las empresas distribuidoras deberían facturar, evitando así las pérdidas negativas. Estas pérdidas han sido analizadas debido a que las empresas distribuidoras utilizan la información del alumbrado público para ocultar las falencias que tienen en las pérdidas no técnicas y técnicas.

## **2.2.8. PÉRDIDAS DE POTENCIA EN EL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO ECUATORIANO**

Las pérdidas en los auxiliares del sistema de alumbrado público de las empresas eléctricas de distribución son causadas principalmente por los balastos de las luminarias; dentro del sistema de alumbrado público existen pérdidas no técnicas ocasionadas por una baja eficiencia en la red y por fallas en los sistemas de control, para este caso las pérdidas son causadas debido a que algunas luminarias se encienden durante el día debido a una mala administración de las empresas, estas dos últimas causas no serán analizadas en este estudio.

Las pérdidas en los balastos son constantes y denominadas pérdidas técnicas, estas son ocasionadas por el efecto Joule que se produce al circular corriente por la bobina del balasto y este a su vez lo transforma en calor ocasionando pérdidas, el tamaño de las bobinas son proporcionales a la potencia que tiene cada uno de los balastos, es decir entre mayor tamaño, mayores pérdidas.

Las pérdidas en el sistema de alumbrado público también son producidas debido a la incorrecta facturación, estas pérdidas son contraproducentes para cada empresa eléctrica o unidad de negocio; las empresas eléctricas y unidades de negocios realizan la facturación a cada uno de los clientes, aquí un cierto porcentaje es cobrado por la energía consumida por el alumbrado público, si esto no fuese facturado pasaría a formar parte de las pérdidas no técnicas en el consumo de energía eléctrica. La información de las pérdidas del sistema de alumbrado público se puede detallar en el subcapítulo anterior.

## **2.3. ANÁLISIS DEL TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO GENERAL**

Para realizar el análisis de la situación actual del funcionamiento del sistema de alumbrado público general, inicialmente se ha revisado los tipos de controles que tienen las empresas distribuidoras en el Ecuador para el encendido del alumbrado público, estos son en su mayoría autocontrolada (fotocontrol o fotocélula) aunque aún siguen existiendo en un porcentaje considerable los de sistema con hilo piloto.

Se obtuvieron datos de la duración del día desde el año 2000 hasta el año 2018 de diferentes ciudades del Ecuador para un posterior análisis. Para entender los datos de duración del día que se presentarán posteriormente se debe tener claro que es la ecuación del tiempo ya que mediante esta se los ha obtenido.

### 2.3.1. ECUACIÓN DEL TIEMPO

La ecuación del tiempo es fundamental en la obtención de datos de la duración del día, ya que la mayoría de fuentes la utilizan para predecir la duración del día, amanecer, atardecer y los diferentes crepúsculos existentes [28]–[30].

Para aplicar la ecuación del tiempo, en primer lugar, se debe calcular el año fraccionario en radianes con la siguiente ecuación:

$$x = \frac{2\pi}{365} * \left( \text{Día del año} - 1 + \frac{\text{hora} - 12}{24} \right) \quad (2.2)$$

Donde:

$x$ : Año fraccionario en radianes

*Día del año*: 1 representa a 1 de enero y 365 a 31 de diciembre

*hora*: Hora del día

Se debe tener en cuenta que para el año bisiesto se debe usar el 366 en el denominador en lugar de 365 [29], una vez realizado esto se puede obtener la ecuación del tiempo en minutos y el ángulo de declinación solar en radianes con las siguientes fórmulas:

- **Ecuación del tiempo.**

$$\begin{aligned} \text{Ec. del tiempo} = & 229.18 * (0.000075 + 0.001868 * \cos(x) - 0.032077 \\ & * \sin(x) - 0.014615 * \cos(2x) - 0.040849 * \sin(2x)) \end{aligned} \quad (2.3)$$

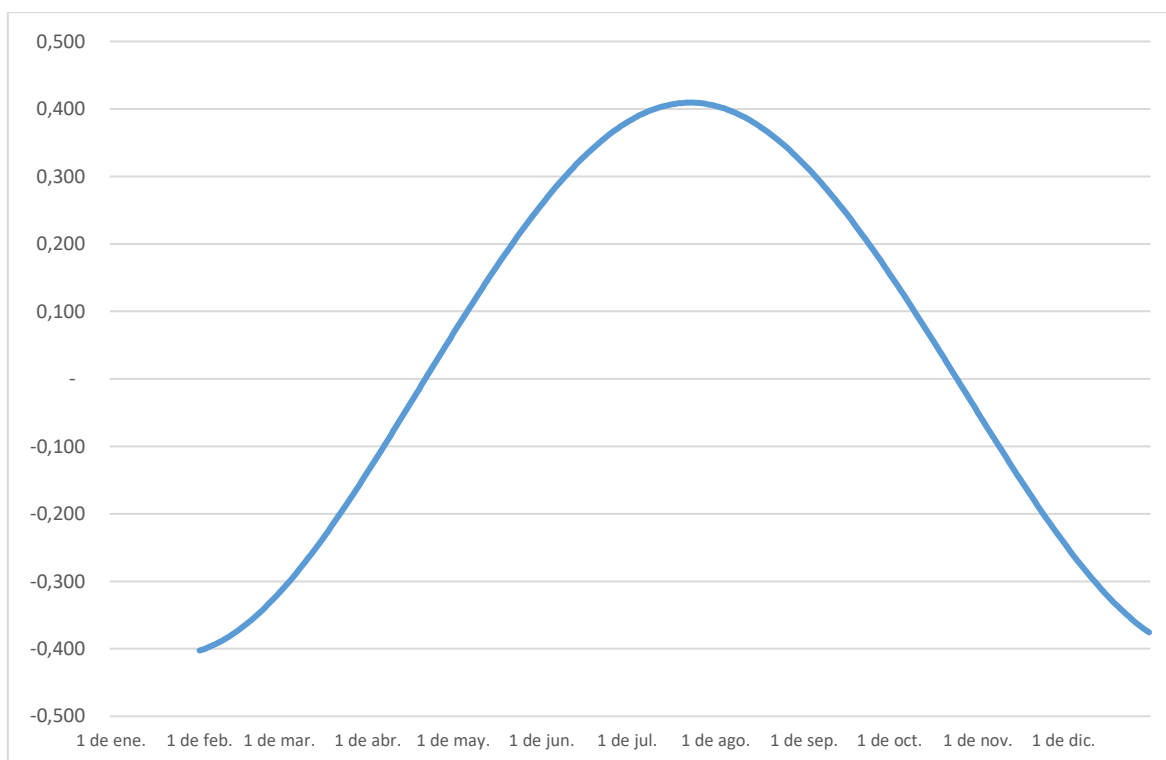
- **Ángulo de declinación solar.**

$$\begin{aligned} \text{Declinación Solar} & \quad (2.4) \\ = & 0.006918 - 0.399912 * \cos(x) + 0.070257 * \sin(x) \\ & - 0.006758 * \cos(2x) + 0.00097 * \sin(2x) - 0.002697 \\ & * \cos(3x) + 0.00148 * \sin(3x) \end{aligned}$$

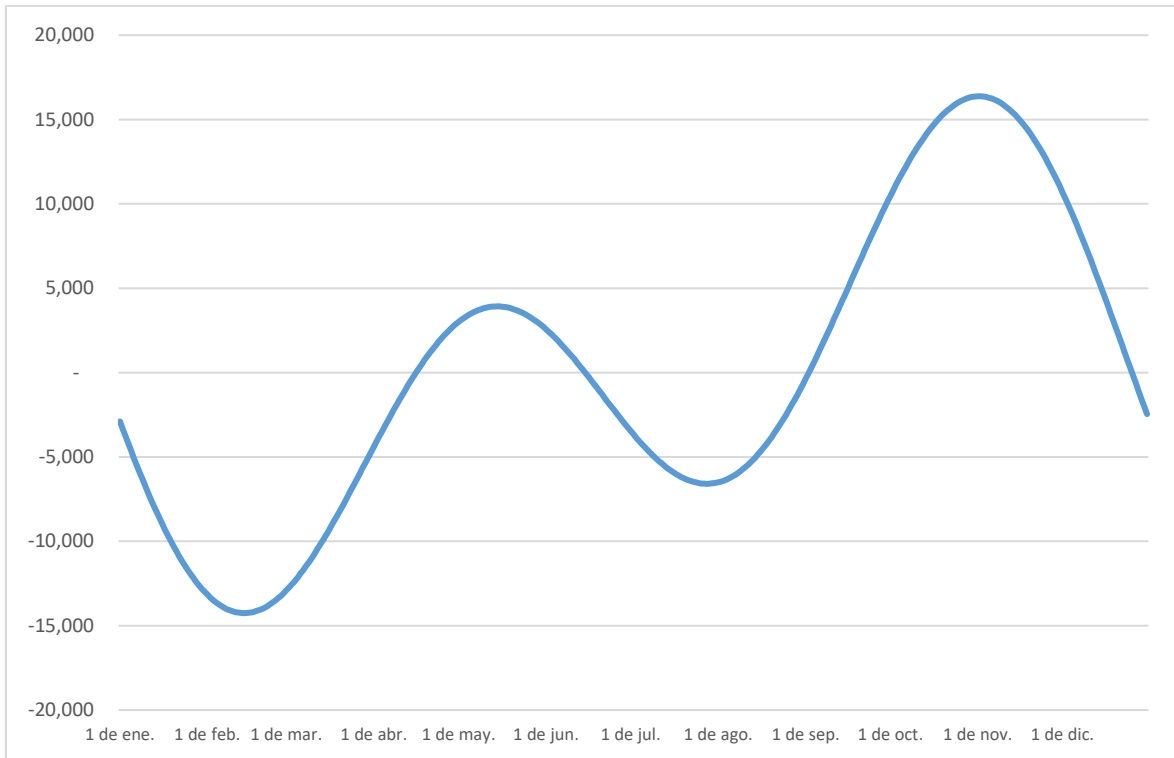
A continuación, se presenta la tabla utilizando estas fórmulas para los 10 primeros días de enero, para finalmente obtener las gráficas de declinación solar y de la ecuación del tiempo.

**Tabla 2.33** Cálculo de Ecuaciones para la obtención de la Declinación y Ecuación del Tiempo

Fecha	h	x	Declinación (radianes)	Declinación (grados)	Ecuación del tiempo
1/1/2017	12	735,649	-0,307	-17,610	-12,996
2/1/2017	12	735,666	-0,303	-17,332	-13,170
3/1/2017	12	735,684	-0,298	-17,049	-13,331
4/1/2017	12	735,701	-0,293	-16,761	-13,479
5/1/2017	12	735,718	-0,287	-16,467	-13,614
6/1/2017	12	735,735	-0,282	-16,169	-13,737
7/1/2017	12	735,752	-0,277	-15,866	-13,846
8/1/2017	12	735,770	-0,272	-15,559	-13,943
9/1/2017	12	735,787	-0,266	-15,247	-14,027
10/1/2017	12	735,804	-0,261	-14,931	-14,097



**Figura 2.13.** Ángulo de declinación solar del año 2018



**Figura 2.14.** Ecuación del tiempo del año 2018.

Existe una forma alterna para calcular la ecuación del tiempo con una ecuación más sencilla que solo eligiendo el día del 1 al 365, siendo 1 el primero de enero y 365 el último día de diciembre, teniendo en cuenta que si fuera año bisiesto serian 366 días, para este método se tiene la siguiente ecuación:

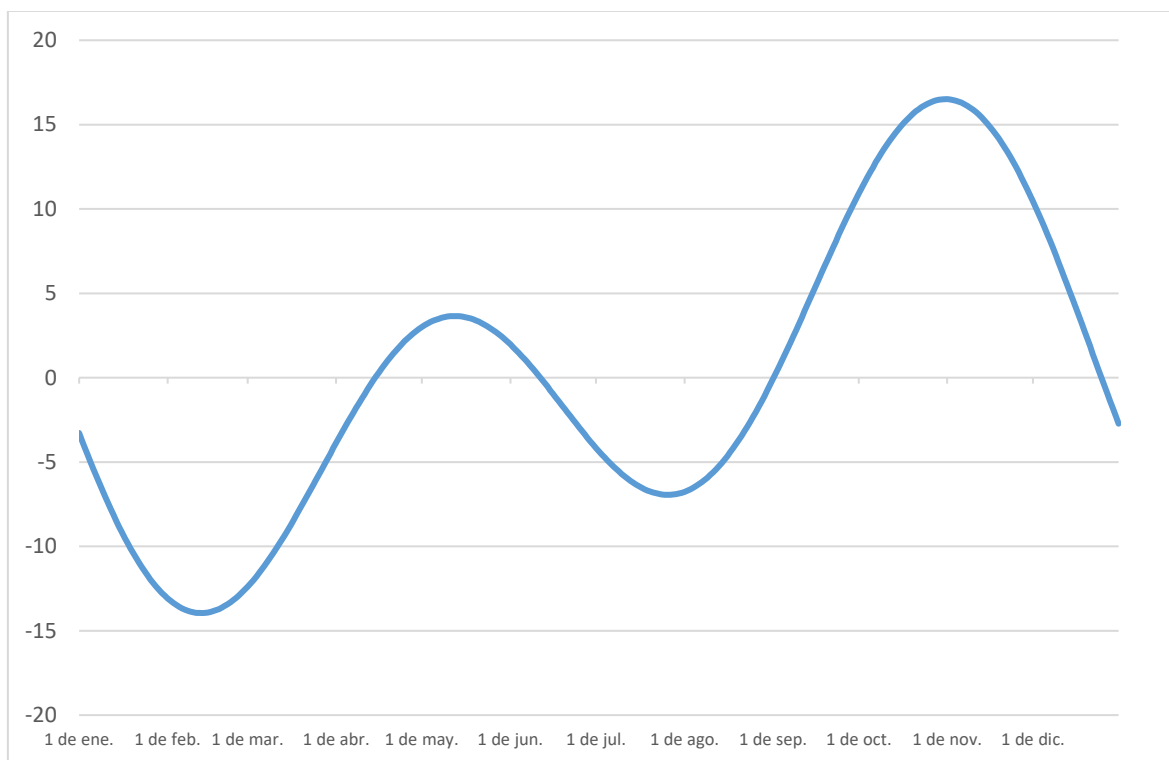
$$\begin{aligned}
 & \text{Ec. del tiempo2} && ( 2.5) \\
 & = 595 * \text{sen}(198^\circ + 1.9713^\circ * (\text{día del año})) + 442 \\
 & * \text{sen}(175^\circ + 0.9856^\circ * (\text{día del año}))
 \end{aligned}$$

De esta manera se presenta a continuación la tabla de los primeros días para realizar una gráfica de la ecuación del tiempo con el método 2.

**Tabla 2.34** Cálculo de Ecuaciones Método 2

DIA	RESULTADO	GRAFICO
1/1/2017	-203,1372298	-3,385620497
2/1/2017	-229,355548	-3,822592467
3/1/2017	-255,2790353	-4,254650588
4/1/2017	-280,8837484	-4,681395807
5/1/2017	-306,1461266	-5,102435443
6/1/2017	-331,0430171	-5,517383619

DIA	RESULTADO	GRAFICO
7/1/2017	-355,5517008	-5,92586168
8/1/2017	-379,6499168	-6,327498613
9/1/2017	-403,3158871	-6,721931451
10/1/2017	-426,5283402	-7,10880567



**Figura 2.15.** Ecuación del tiempo del año 2018 (segundo método).

El tiempo solar verdadero se calcula con las siguientes dos ecuaciones, en primero lugar se encuentra el desplazamiento de tiempo (time offset) en minutos y luego el verdadero tiempo solar de igual manera se lo obtiene en minutos.

$$Desp.del\ tiempo = Ec.del\ tiempo + 4 * longitud - 60 * zona\ horaria \quad (2.6)$$

La zona horaria varía con la ubicación donde se encuentre el país a estudiar, para el Ecuador la zona horaria es UTC-5.

$$Tiempo\ solar\ verdadero = hora * 60 + min + \frac{seg}{60} + Desp.del\ tiempo \quad (2.7)$$

Donde:

*hora*: 0-23 horas

*min*: 0-59 minutos

*seg*: 0-59 segundos

La hora del ángulo solar se calcula en grados con la siguiente ecuación.

$$has = \left( \frac{\text{Tiempo solar verdadero}}{4} \right) - 180 \quad (2.8)$$

Para calcular la salida y puesta del sol se establece que el Zenith es de  $90.833^\circ$ , este valor es la corrección para la refracción atmosférica del amanecer y atardecer y del tamaño del disco solar. El ángulo horario se calcula con la siguiente ecuación.

$$ah = \arccos \left( \frac{\cos(90.833)}{\cos(lat) * \cos(dec)} - \tan(lat) * \tan(dec) \right) \quad (2.9)$$

Donde:

*ah*: ángulo horario

Cuando el número es positivo significa que es amanecer y cuando es negativo corresponde al atardecer. Entonces si la hora UTC del amanecer o puesta del sol está en minutos tenemos:

$$amanecer = 720 - 4 * (longitud - ah) - Ec. del tiempo \quad (2.10)$$

$$atardecer = 720 - 4 * longitud - Ec. del tiempo \quad (2.11)$$

La longitud y el ángulo horario está en grados y la ecuación del tiempo en minutos. De esta manera se encuentra la hora de amanecer y atardecer respectivamente.

### 2.3.2. TRATAMIENTO DE DATOS PARA EL TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO.

Para el estudio del tiempo de funcionamiento se utiliza la información obtenida de Sunrise and Sunset [31] y de Time and Date [32], estos datos fueron obtenidos en base a la ecuación del tiempo. Dentro del análisis del tiempo de funcionamiento se utiliza la duración del día como se presenta en la Tabla 2.35 de ejemplo.

**Tabla 2.35** Datos de salida del sol, puesta del sol y duración del día.

FECHA	SALIDA DEL SOL	PUESTA DEL SOL	DURACION DEL DIA	CIUDAD
1 enero 2000, sábado	6:14	18:20	12:06	Quito
2 enero 2000, domingo	6:14	18:21	12:06	Quito
3 enero 2000, lunes	6:15	18:21	12:06	Quito
4 enero 2000, martes	6:15	18:22	12:06	Quito
5 enero 2000, miércoles	6:16	18:22	12:06	Quito
6 enero 2000, jueves	6:16	18:22	12:06	Quito
7 enero 2000, viernes	6:17	18:23	12:06	Quito
8 enero 2000, sábado	6:17	18:23	12:06	Quito
9 enero 2000, domingo	6:18	18:24	12:06	Quito
10 enero 2000, lunes	6:18	18:24	12:06	Quito

De esta manera, se recopiló datos desde el 1 de enero del 2000 hasta el 31 de diciembre del 2018 de las siguientes ciudades:

- Ambato (Sierra Centro)
- Cuenca (Sierra Sur)
- Ibarra (Sierra Norte)
- Loja (Sierra Sur)
- Puerto Ayora (Insular)
- Quito (Sierra Centro)
- Salinas (Costa)
- San Gabriel (Sierra Norte)
- Tena (Oriente)



Posteriormente con los datos ya ingresados en una base de Microsoft Excel, se realiza un tratamiento para luego ingresarlos al programa de estadística IBM SPSS Statistics, con el cual se analizan.

Los gráficos que se utilizan para el análisis del tiempo de funcionamiento son los diagramas de cajas o también llamados velas japonesas, permiten representar cuantitativamente una variable y visualizar mediante cuantiles cuál es su distribución, su asimetría, valores extremos, mediana, etc.

Una vez ingresado los datos y realizado el tratamiento, se ejecuta el análisis en el software SPSS Statistics y se obtienen los gráficos que se apreciarán en la parte de resultados.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. ANÁLISIS FODA DE LA METODOLOGÍA Y REGULACIÓN VIGENTE**

Un análisis FODA (Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) es una herramienta de planificación estratégica, para este estudio se realizó esta matriz con el fin de realizar un análisis interno y externo a la metodología y a la Regulación vigente para proceder a la comparativa y a la toma de decisiones que se vendrán a continuación. El cuadro FODA se encuentra en el ANEXO F.

- **Fortalezas**

- La información obtenida es tomada en base a normativa internacional.
- La norma técnica colombiana (NTC), ANSI y RETILAP son de renombre, siendo su información confiable.
- El procedimiento propuesto tiene un formato de entrega por parte de las empresas distribuidoras.
- El procedimiento propuesto de elaboración tiene un fundamento estadístico y actualizable.
- El proceso generará información de estadística para el SAPG.
- Los resultados de los valores de consumo de auxiliares serán obtenidos mediante un proceso sistemático.
- La ayuda de algunas empresas distribuidoras para la obtención de información de consumo de auxiliares del SAPG.

- Los datos de las Geodatabases no se pueden modificar, los únicos que pueden hacerlos son las empresas distribuidoras.

- **Oportunidades**

- Se podrá ajustar la Regulación vigente mediante nuevas normas y pruebas realizadas.
- Mediante la actualización se podrá generar estadística con datos más acercados a la realidad para tomar decisiones sobre el SAPG.
- Se actualizaría el catastro de luminarias para realizar la estadística.
- Se implementaría un método de mediciones de consumo de auxiliares del SAPG.
- Se establecería nuevos valores de consumo de auxiliares para el SAPG de Ecuador.
- Se optimizaría el balance energético mediante la implementación del método para la obtención de los valores de consumo de auxiliares en el SAPG.
- Se perfeccionaría el esquema de las Geodatabases en un solo formato para todas las empresas distribuidoras.
- Se optimizaría la elección de las lámparas del SAPG al momento de la compra.

- **Debilidades**

- La Regulación 006/18 no se ajusta a la realidad a pesar de que se basa en la NTC 3657.
- No existe información estadística real con la cual se pueda contrastar los valores de la Regulación vigente.
- La información de las Geodatabases posee datos nulos, incompletos e incorrectos.
- Algunos datos ingresados en las Geodatabases no se encuentran totalmente actualizados.
- Los datos estadísticos de facturación del SAPG incluyen información de semaforización, vigilancia, entre otros.

- No existe medición en la semaforización, esta energía es estimada.
- Debido a los valores de consumos de auxiliares de la Regulación vigente, algunos sistemas de distribución no convergen.
- Los datos de las Geodatabases no presentan un único formato.
- **Amenazas**
  - Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables pueden emitir una regulación o procedimiento que no haya sido estudiado.
  - Otras entidades públicas con más conocimiento sobre el tema.
  - El ingreso de nuevas tecnologías de iluminación.
  - El MERNNR o la SERCOP no realicen una catalogación de las luminarias.
  - Las empresas distribuidoras de energía eléctrica no sigan el procedimiento establecido para la obtención de consumo de auxiliares.
  - La construcción de semaforización, vigilancia, entre otros sin control.
  - Información errónea o mal medida por parte de las empresas distribuidoras de energía eléctrica.
  - Existencia de luminarias de tecnologías caducas en el SAPG.

### **3.2. COMPARATIVA DE NORMAS SOBRE LAS PÉRDIDAS EN LOS AUXILIARES DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO GENERAL**

En esta sección se analiza las normas y documentos existentes con respecto a las pérdidas en los auxiliares de las luminarias del SAPG, la comparativa es realizada entre los siguientes documentos:

- “American National Estándar for Lamps Ballasts – Ballasts for High-Intensity-Discharge and Low Pressure Sodium Lamps”. ANSI C82.4.
- “Pérdidas máximas en balastos para bombillas de alta intensidad”. NTC 3657.
- “HID lámparas y balastos”. Nro LLS0005.
- “Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público”. Resolución 180540.

- “Cálculo detallado de pérdidas en sistemas eléctricos de distribución aplicado al alimentador “Universidad” perteneciente a la Empresa Eléctrica Ambato.
- “Prestación del servicio de alumbrado público general”. Regulación Nro. 006/18.

De esta manera, mediante tablas se unificó los datos encontrados en todos los documentos. En la Tabla 3.1 y la Tabla 3.2 se puede detallar las pérdidas de potencia en watos y porcentaje de los balastos para diferentes tipos de potencia, añadiéndole una media para los datos encontrados.

**Tabla 3.1** Comparativa de documentos de lámparas de sodio con balasto tipo reactor en watos.

Potencia [W]	Potencia en W					Media
	RETILAP-ANSI	NTC 3657	Doc LLS0005	Tesis Patricio Cañar	Regulación Vigente	
50	10,0	-	-	-	8,0	9,0
70	11,0	11,0	13,0	10,0	11,2	11,2
100	15,0	-	16,0	12,0	15,0	14,5
125	-	-	-	-	16,3	16,3
150	19,0	19,0	19,0	18,0	19,5	18,9
175	-	-	-	-	21,0	21,0
200	-	-	-	-	24,0	24,0
250	29,0	29,0	-	25,0	30,0	28,3
400	40,0	40,0	-	35,0	48,0	40,8
600	60,0	-	-	-	72,0	66,0
1000	100,0	-	-	-	120,0	110,0

**Tabla 3.2** Comparativa de documentos de lámparas de sodio con balasto tipo reactor en porcentaje.

Potencia [W]	Potencia en %					Media
	RETILAP-ANSI	NTC 3657	Doc LLS0005	Tesis de Patricio Cañar	Regulación Vigente	
50	20,0	-	-	-	16,0	18,0
70	15,7	15,7	18,6	14,3	16,0	16,1
100	15,0	-	16,0	12,0	15,0	14,5
125	-	-	-	-	13,0	13,0
150	12,7	12,7	12,7	12,0	13,0	12,6
175	-	-	-	-	12,0	12,0
200	-	-	-	-	12,0	12,0
250	11,6	11,6	-	10,0	12,0	11,3

Potencia [W]	Potencia en %					Media
	RETILAP-ANSI	NTC 3657	Doc LLS0005	Tesis de Patricio Cañar	Regulación Vigente	
400	10,0	10,0	-	8,8	12,0	10,2
600	10,0	-	-	-	12,0	11,0
1000	10,0	-	-	-	12,0	11,0

Es así como para el caso de los balastos tipo reactor se puede observar que la mayoría de los valores de pérdidas entre las diferentes normas y regulaciones no varía mucho, excepto para las potencias sobre los 200 W, las cuales ya difieren en una cantidad considerable.

Debido a que existen balastos tipo transformador, también se realiza una comparativa para los balastos de este tipo y se presenta en la Tabla 3.3 y la Tabla 3.4 que se presentan a continuación.

**Tabla 3.3** Comparativa de documentos de lámparas de sodio con balasto tipo autotransformador en vatios.

Potencia [W]	Potencia en W					Media
	RETILAP-ANSI	NTC 3657	Doc LLS0005	Tesis Patricio Cañar	Regulación Vigente	
50	-	-	-	-	8,0	8,0
70	-	-	27,0	-	11,2	19,1
100	-	-	33,0	-	15,0	24,0
125	-	-	-	-	16,3	16,3
150	40,0	40,0	49,0	-	19,5	37,1
175	-	-	-	-	21,0	21,0
200	-	-	45,0	-	24,0	34,5
250	45,0	51,0	57,0	-	30,0	45,8
400	70,0	79,0	67,0	-	48,0	66,0
600	100,0	-	-	-	72,0	86,0
1000	119,0	-	-	-	120,0	119,5

**Tabla 3.4** Comparativa de documentos de lámparas de sodio con balasto tipo autotransformador en porcentaje.

Potencia [W]	Potencia en %					Media
	RETILAP-ANSI	NTC 3657	Doc LLS0005	Tesis Patricio Cañar	Regulación Vigente	
50	-	-	-	-	16,0	16,0
70	-	-	38,6	-	16,0	27,3
100	-	-	33,0	-	15,0	24,0
125	-	-	-	-	13,0	13,0
150	26,7	26,7	32,7	-	13,0	24,8
175	-	-	-	-	12,0	12,0
200	-	-	22,5	-	12,0	17,3
250	18,0	20,4	22,8	-	12,0	18,3
400	17,5	19,8	16,8	-	12,0	16,5
600	16,7	-	-	-	12,0	14,3
1000	11,9	-	-	-	12,0	12,0

Para el caso de los balastos tipo autotransformador, se observa que los valores obtenidos de las normas con la Regulación no se acercan los valores en su mayoría, entre las normas los valores no son muy cercanos.

En la actualidad el balasto más utilizado por las empresas eléctricas distribuidoras es el balasto tipo reactor, pero aun así sigue existiendo el uso de balastos tipo transformador, cada uno es utilizado por sus distintas características de operación y ventajas.

De esta manera con lo antes analizado y con lo que se encuentra vigente, en la se presenta los valores que podrían ser utilizados para el cálculo de pérdidas de los auxiliares en el alumbrado público.

**Tabla 3.5** Valores de propuesta de pérdidas máximas en auxiliares para balasto tipo reactor

Potencia [W]	Pérdidas máximas en auxiliares en luminarias de vapor de sodio de alta presión (%)	Pérdidas máximas en auxiliares en luminarias LED (%)
P≤70	18	10
70<P≤100	16	

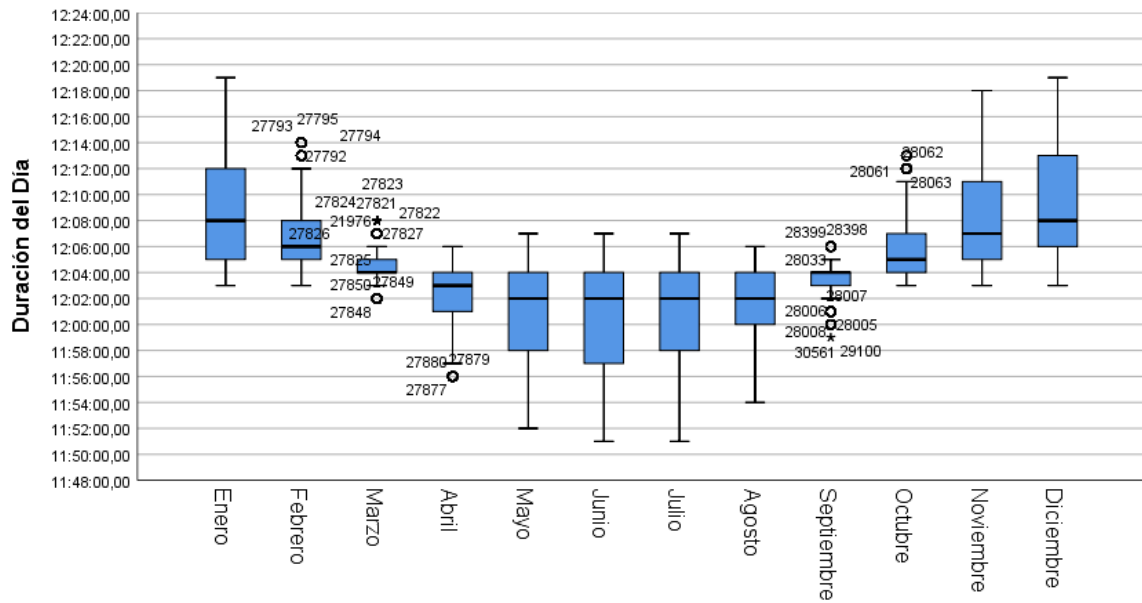
Potencia [W]	Pérdidas máximas en auxiliares en luminarias de vapor de sodio de alta presión (%)	Pérdidas máximas en auxiliares en luminarias LED (%)
100<P≤150	15	
150<P≤200	13	
P>200	12	

**Tabla 3.6** Valores de propuesta de pérdidas máximas en auxiliares para balasto tipo autotransformador

Potencia [W]	Pérdidas máximas en auxiliares en luminarias de vapor de sodio de alta presión (%)	Pérdidas máximas en auxiliares en luminarias LED (%)
P≤70	40	10
70<P≤100	39	
100<P≤150	33	
150<P≤200	30	
P>200	23	

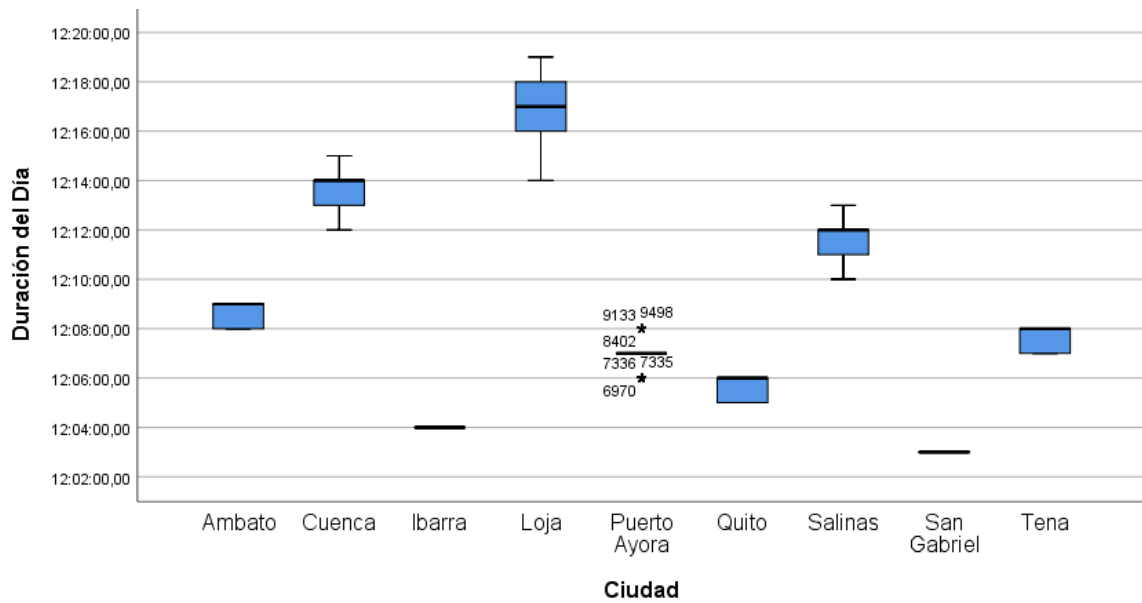
### 3.3. RESULTADO DE ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

En la siguiente figura, se puede observar la duración del día para cada una de las ciudades analizadas, teniendo como resultado que la duración del día para Quito e Ibarra esta entre las 12:04 horas y las 12:06 horas aproximadamente, para la ciudad de Loja, ciudad en la cual la duración del día tiene mayores cambios, dura entre las 11:51 horas y las 12:19 horas aproximadamente. Se debe tener en cuenta que la mediana para todas las ciudades del Ecuador está en las 12:04 horas. En la Figura 3.1 se puede observar el comportamiento de la duración del día con los datos de 9 ciudades elegidas aleatoriamente teniendo en cuenta las diversas regiones del país.



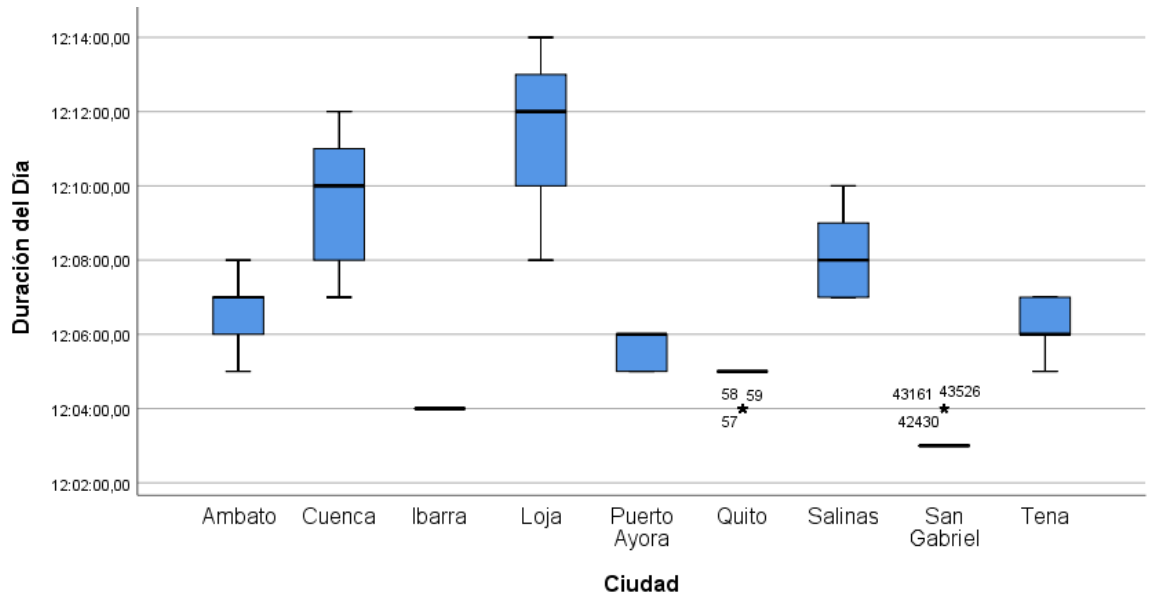
**Figura 3.1.** Duración del día por mes.

En las siguientes figuras se muestran la duración del día para cada mes por cada ciudad analizada.

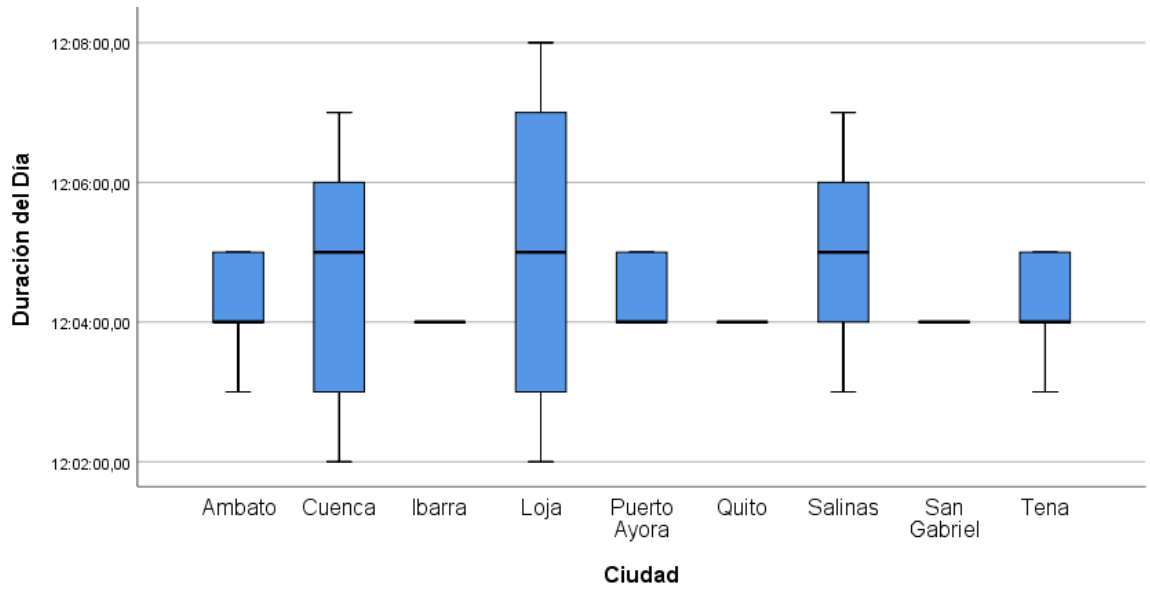


**Figura 3.2.** Duración del día para enero.

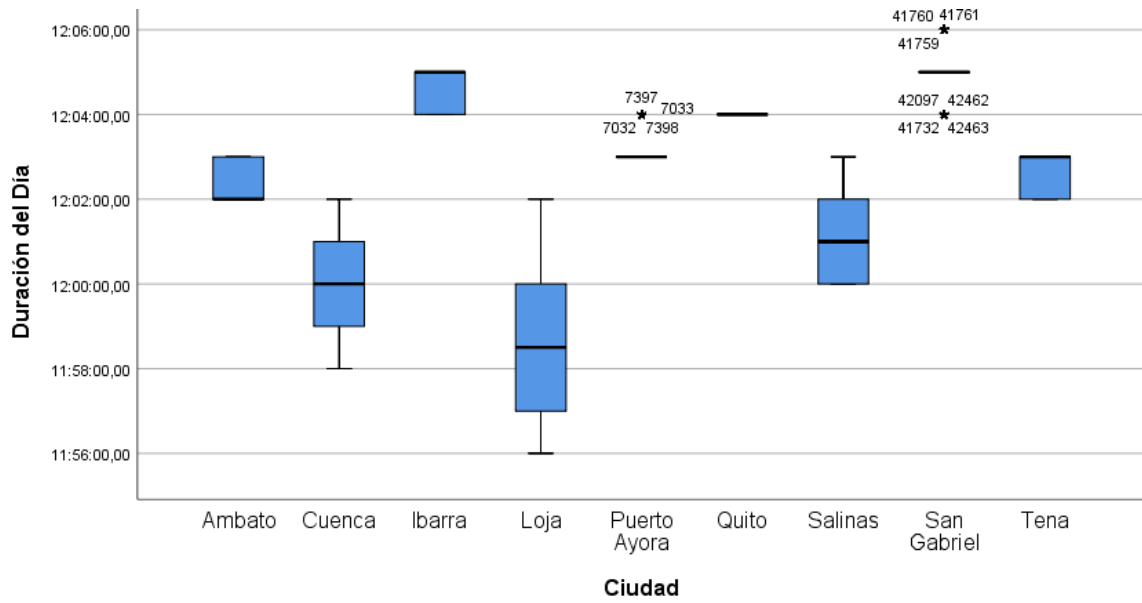




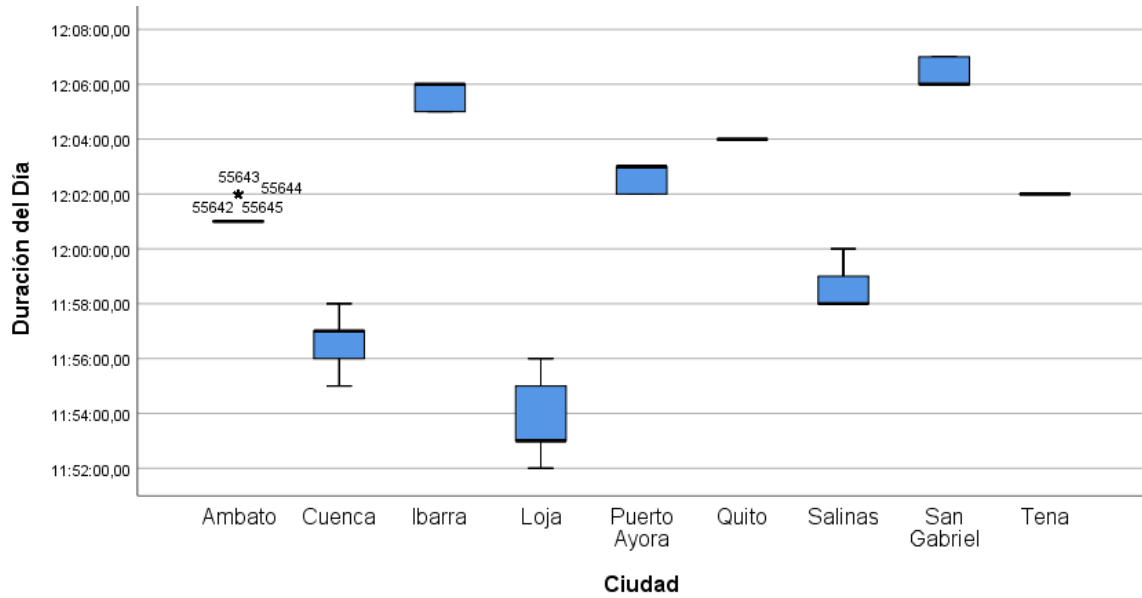
**Figura 3.3.** Duración del día para febrero.



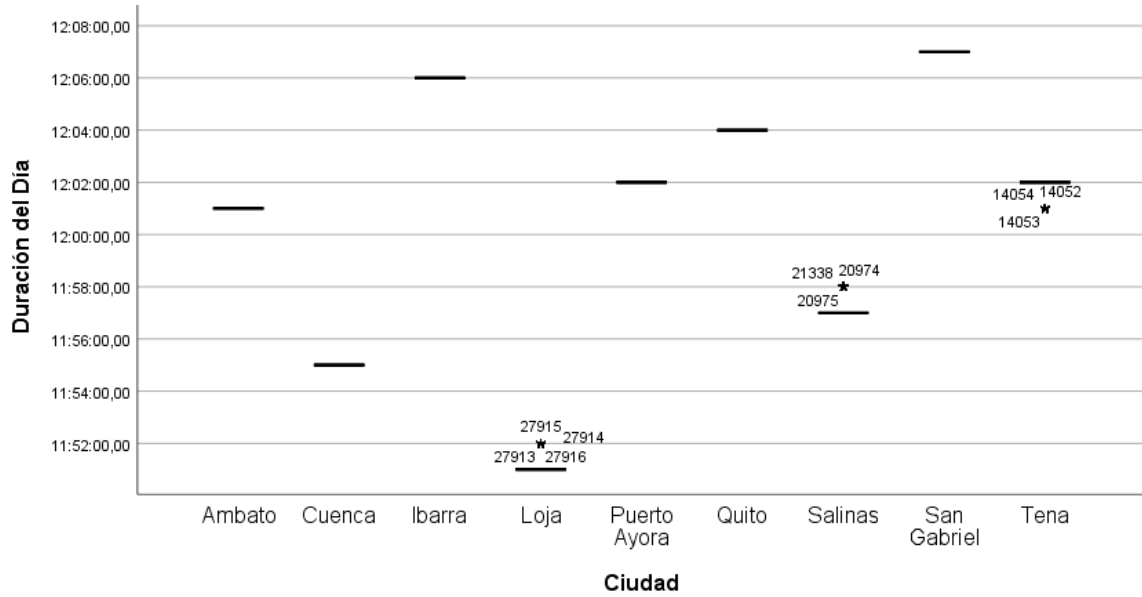
**Figura 3.4.** Duración del día para marzo.



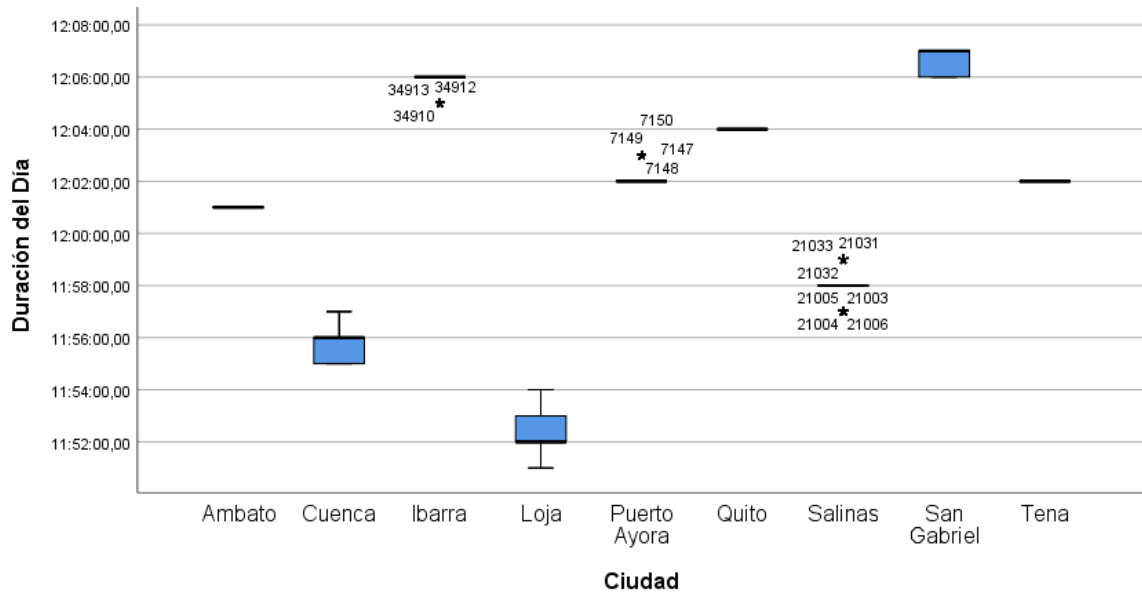
**Figura 3.5.** Duración del día para abril.



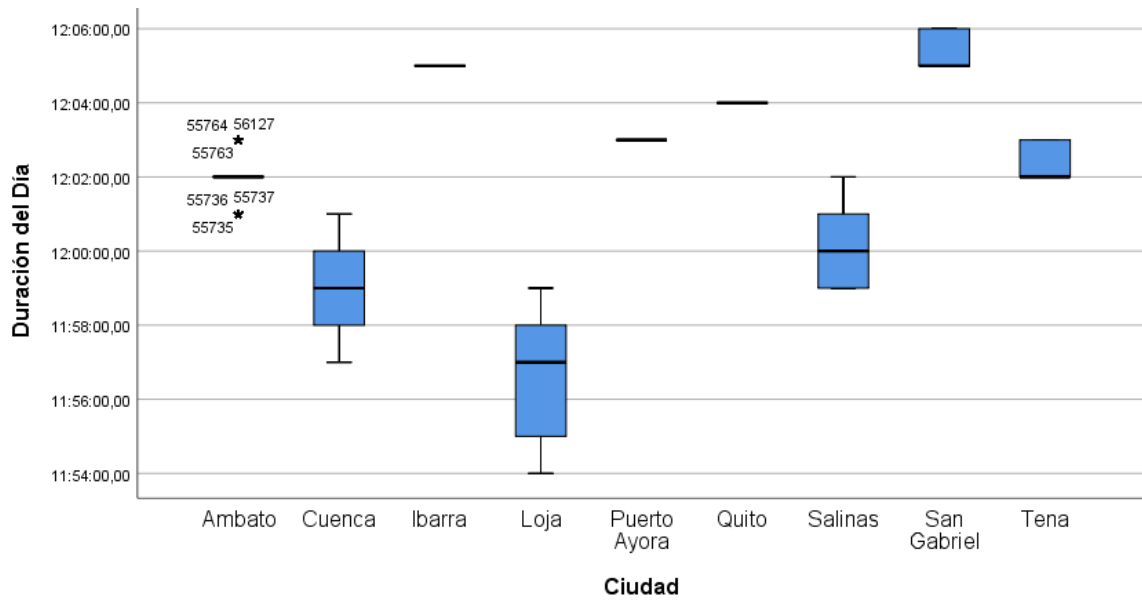
**Figura 3.6.** Duración del día para mayo.



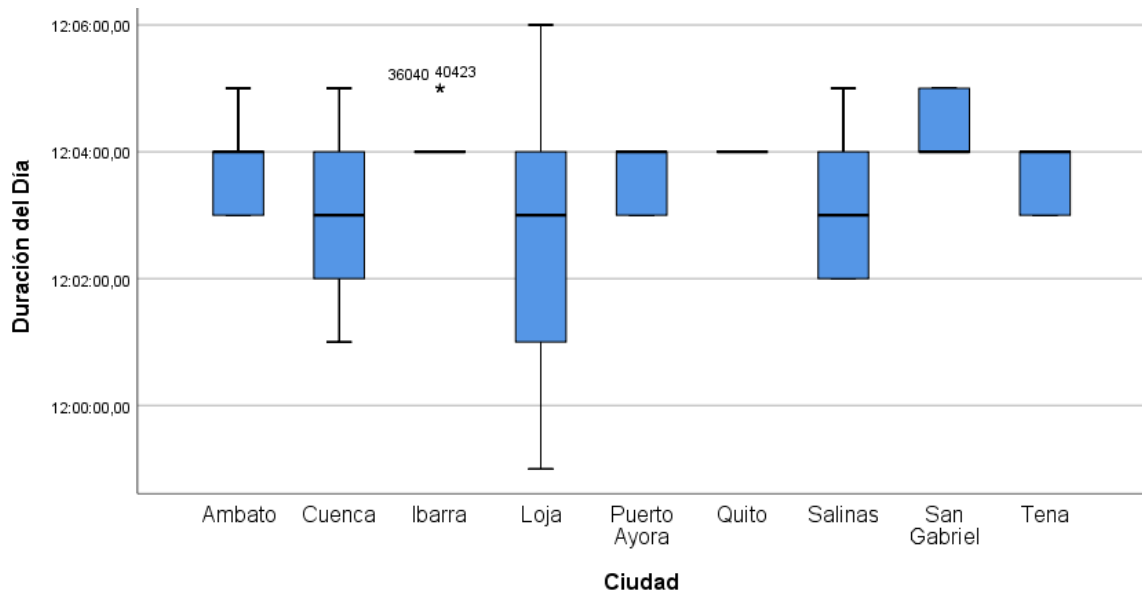
**Figura 3.7.** Duración del día para junio.



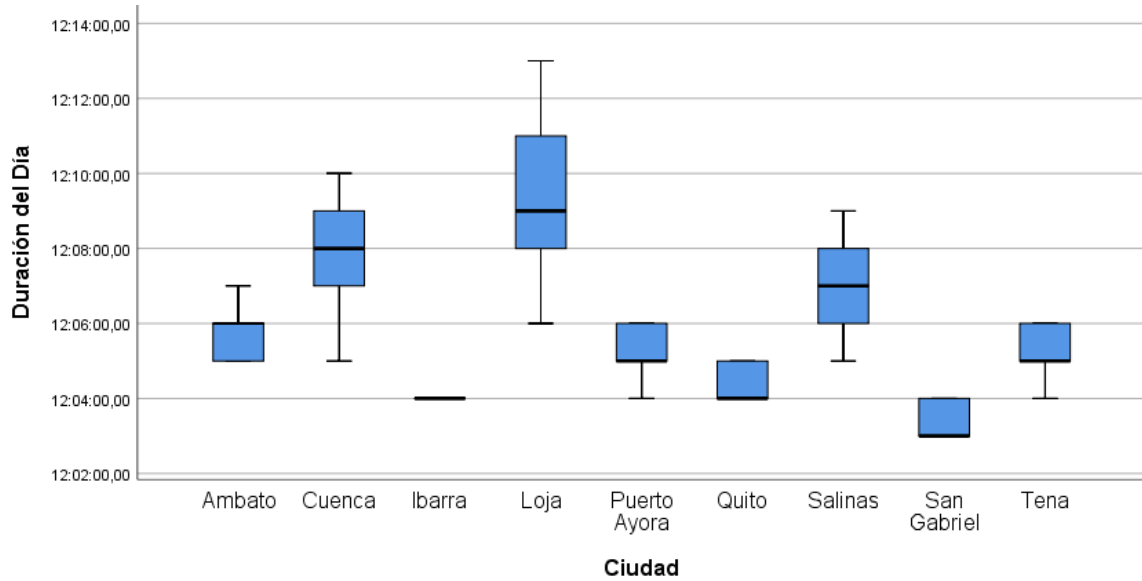
**Figura 3.8.** Duración del día para julio.



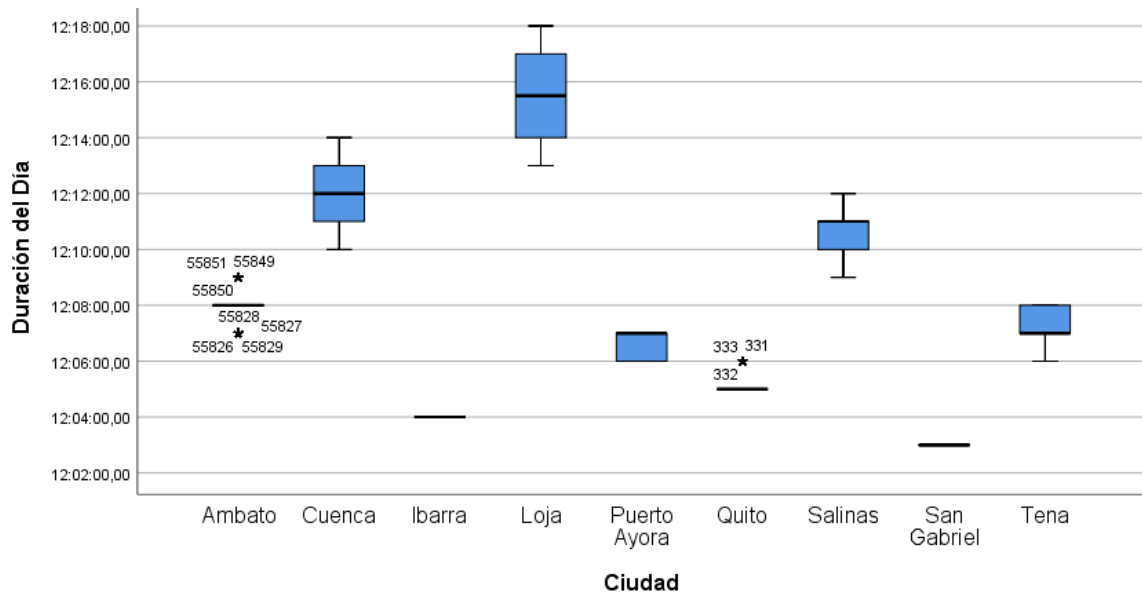
**Figura 3.9.** Duración del día para agosto.



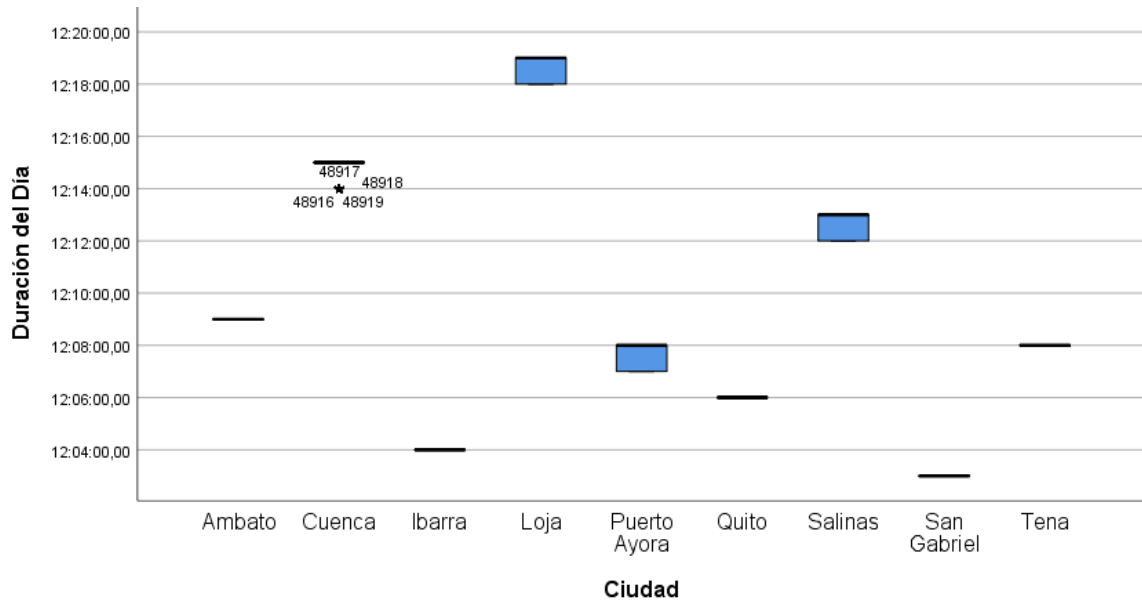
**Figura 3.10.** Duración del día para septiembre.



**Figura 3.11.** Duración del día para octubre.

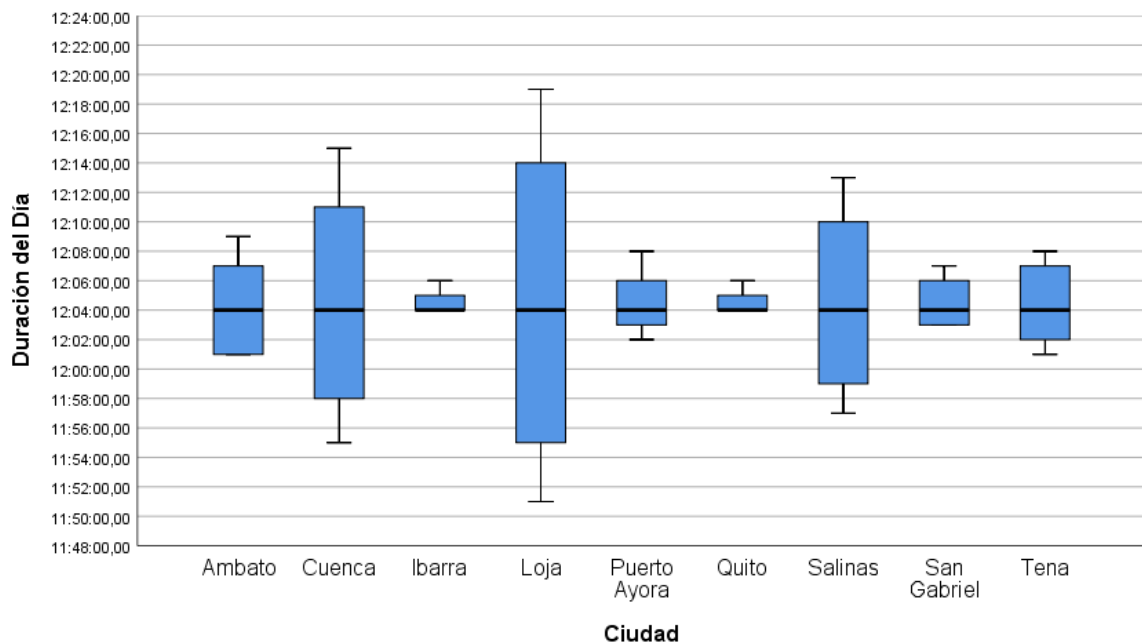


**Figura 3.12.** Duración del día para noviembre.



**Figura 3.13.** Duración del día para diciembre.

En la Figura 3.14 se puede detallar la duración del día para cada mes de la base de datos desde el año 2000 hasta el año 2018; en este diagrama de cajas se puede observar mediante la mediana, el comportamiento de la duración del día con respecto al ángulo de declinación.



**Figura 3.14.** Duración del día por ciudad.

Finalmente una vez analizado algunas ciudades del Ecuador se encontró que la mediana de la duración del día es las 12 horas y 4 minutos, por lo que la noche duraría 11 horas y 56 minutos, es así que este tiempo se podría decir que es el tiempo de duración de

funcionamiento del sistema de alumbrado público a nivel nacional, pero si se quisiera ser más preciso, podría hacerse un análisis para cada una de las ciudades del país dando así tiempos de funcionamiento para cada empresa distribuidora.

De esta manera mediante la ayuda de la ecuación del tiempo se ha encontrado la duración del día y así la duración de la noche para las ciudades principales de cada empresa distribuidora.

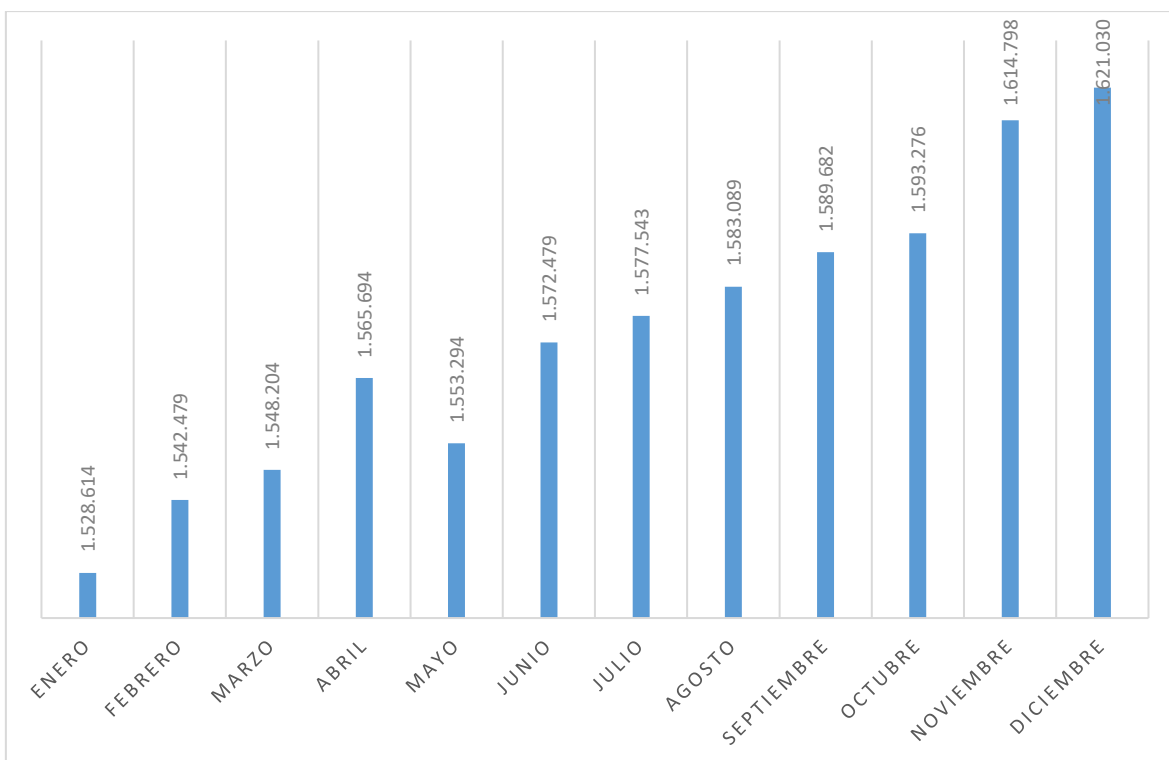
### 3.4. RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

Una vez realizado el tratamiento de datos para todas las distribuidoras a nivel nacional; se procede a realizar el análisis con la información obtenida de los registros que constan en los sistemas de información geográfica de las empresas y el SISDAT, este análisis se ha realizado desde noviembre del 2018 hasta diciembre del 2019, aquí se presenta el análisis para los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre del 2019. Con base a este criterio, a continuación se presenta en la Tabla 3.7 la cantidad de luminarias existentes hasta octubre; en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se puede detallar el número de luminarias para el 2019.

**Tabla 3.7** Total de luminarias existentes.

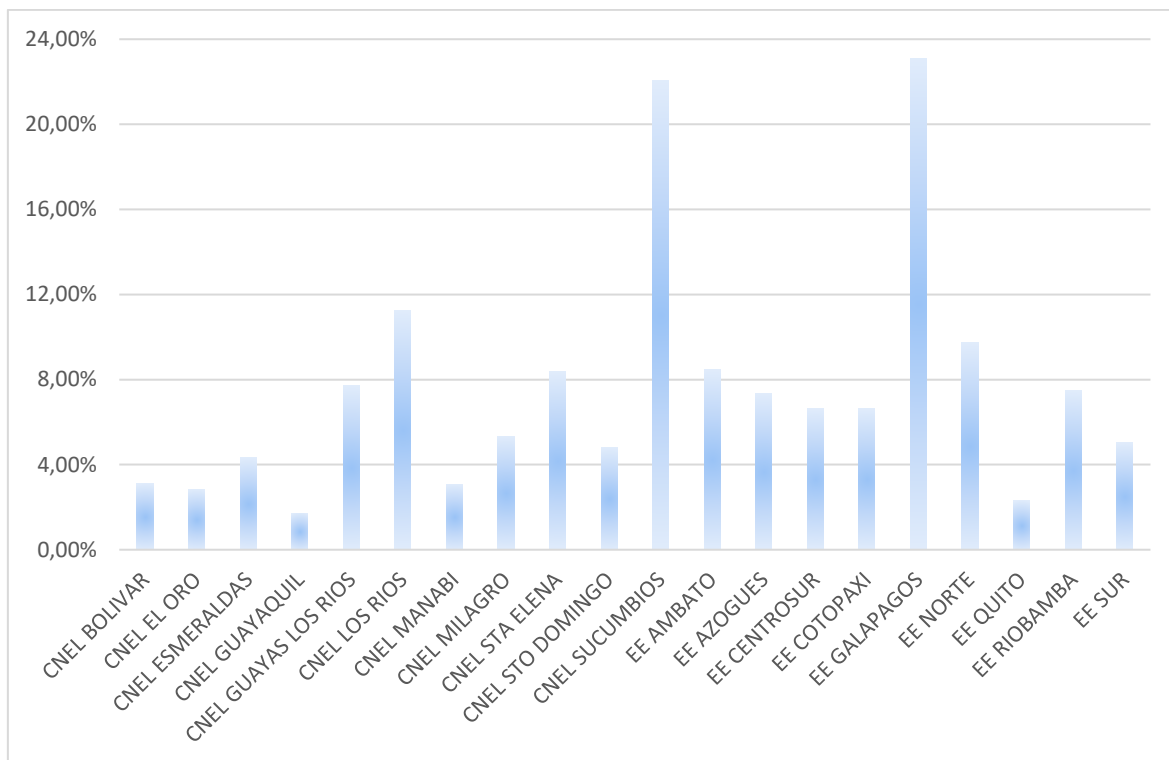
EMPRESA	NÚMERO DE LUMINARIAS					
	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
CNEL BOLIVAR	19.154	19.185	19.328	19.333	19.439	19.541
CNEL EL ORO	85.553	85.570	85.572	85.754	86.113	86.169
CNEL ESMERALDAS	47.704	47.705	47.803	47.934	48.192	48.259
CNEL GUAYAQUIL	174.134	174.536	174.667	174.679	174.724	175.229
CNEL GUAYAS LOS RIOS	93.806	94.756	94.968	94.968	95.863	96.323
CNEL LOS RIOS	30.650	30.676	30.650	30.775	30.818	31.195
CNEL MANABI	100.170	100.232	100.216	100.674	101.130	101.859
CNEL MILAGRO	45.999	46.046	46.270	46.306	46.429	46.601
CNEL STA ELENA	43.030	43.463	43.886	44.480	44.869	45.025
CNEL STO DOMINGO	72.987	73.059	73.368	73.660	73.731	74.268
CNEL SUCUMBIOS	38.594	38.614	38.628	38.628	38.711	38.711
EE AMBATO	103.700	117.066	117.774	118.427	119.418	119.541
EE AZOGUES	15.824	15.840	15.890	16.308	16.496	16.630
EE CENTROSUR	136.709	138.587	139.248	139.766	140.296	141.678
EE COTOPAXI	48.630	49.282	49.883	50.038	50.110	46.311
EE GALAPAGOS	3.633	3.684	3.796	3.804	3.855	3.857
EE NORTE	92.513	93.002	93.177	94.362	95.117	96.231
EE QUITO	279.492	279.579	279.992	280.632	280.853	281.309

EMPRESA	NÚMERO DE LUMINARIAS					
	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
EE RIOBAMBA	57.711	57.973	58.369	58.369	59.106	59.871
EE SUR	63.301	63.624	64.058	64.192	64.412	64.668
<b>TOTAL DE LUMINARIAS</b>	<b>1.553.294</b>	<b>1.572.479</b>	<b>1.577.543</b>	<b>1.583.089</b>	<b>1.589.682</b>	<b>1.593.276</b>



**Figura 3.15.** Cantidad de luminarias del año 2019.





**Figura 3.16.** Incremento anual de luminarias.

Para el análisis de la cantidad de luminarias estratificado por tipo de luminaria y potencia se lo ha realizado para el año 2019, desde enero hasta diciembre. Las tablas del **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta un resumen del número de luminarias por tipo de fuente de luz y potencia para cada una de las distribuidoras a nivel nacional, este número de luminarias será utilizado para hacer un cálculo aproximado de la potencia y energía del alumbrado público con los auxiliares según la Regulación y con lo propuesta mencionada en la Tabla 3.5.

De esta manera ya estratificado las luminarias por potencia y tipo de fuente de luz, se procede a calcular los valores de energía y potencia consumida por el sistema de alumbrado público a nivel nacional, agrupando a sodio, mercurio, halogenuros e inducción en un primer grupo debido a que estas tecnologías utilizan balastos; y a las LED en un segundo grupo, una vez agrupados se suma el consumo de auxiliares a la potencia de la luminaria, los valores de los consumos son los de la Regulación vigente y los de la nueva propuesta. Para el cálculo de energía y potencia del consumo de auxiliares del sistema de alumbrado público se lo dividirá en dos caso que se presentarán a continuación.

### 3.4.1. CASO 1: DURACIÓN DEL DIA CONSTANTE

Para este caso se realizó el cálculo de energía y potencia con la variación de los 4 minutos, es decir con un tiempo de funcionamiento del sistema de alumbrado público de 11 horas y 56 minutos; como una breve presentación el mes de octubre, en el cual se detalla en la Tabla 3.8 la cantidad de luminarias con sus diferentes fuentes de luz y potencias, para todas las distribuidoras de energía eléctrica a nivel nacional.

**Tabla 3.8** Consumo de potencia estratificado por potencia y fuente de luz en Watios.

Potencia	Mercurio, Sodio, Otros	LED	Potencia Regulación [Unidad]	Potencia Propuesta [Unidad]	Potencia LED [Unidad]	Potencia Regulación [KW Total]	Potencia Propuesta [KW Total]	Potencia LED [KW Total]
3,00	-	209,00	3,48	3,54	3,30	-	-	0,69
3,60	-	1.893,00	4,18	4,25	3,96	-	-	7,50
5,00	-	731,00	5,80	5,90	5,50	-	-	4,02
6,00	-	78,00	6,96	7,08	6,60	-	-	0,51
9,00	-	172,00	10,44	10,62	9,90	-	-	1,70
10,00	-	1.152,00	11,60	11,80	11,00	-	-	12,67
15,00	-	1.009,00	17,40	17,70	16,50	-	-	16,65
18,00	-	91,00	20,88	21,24	19,80	-	-	1,80
20,00	284,00	1.325,00	23,20	23,60	22,00	6,59	6,70	29,15
25,00	-	432,00	29,00	29,50	27,50	-	-	11,88
30,00	452,00	707,00	34,80	35,40	33,00	15,73	16,00	23,33
36,00	-	83,00	41,76	42,48	39,60	-	-	3,29
39,00	-	736,00	45,24	46,02	42,90	-	-	31,57
40,00	104,00	761,00	46,40	47,20	44,00	4,83	4,91	33,48
50,00	53,00	1.478,00	58,00	59,00	55,00	3,07	3,13	81,29
53,00	-	7,00	61,48	62,54	58,30	-	-	0,41
54,00	216,00	-	62,64	63,72	59,40	13,53	13,76	-
55,00	-	176,00	63,80	64,90	60,50	-	-	10,65
60,00	6,00	1.151,00	69,60	70,80	66,00	0,42	0,42	75,97
66,00	-	190,00	76,56	77,88	72,60	-	-	13,79
70,00	128.254,00	1.717,00	81,20	82,60	77,00	10.414,22	10.593,78	132,21
75,00	85,00	663,00	86,25	87,00	82,50	7,33	7,40	54,70
80,00	757,00	-	92,00	92,80	88,00	69,64	70,25	-
90,00	92,00	5.880,00	103,50	104,40	99,00	9,52	9,60	582,12
100,00	511.105,00	3.165,00	115,00	116,00	110,00	58.777,08	59.288,18	348,15
106,00	-	411,00	119,78	121,90	116,60	-	-	47,92
108,00	-	83,00	122,04	124,20	118,80	-	-	9,86
110,00	-	1.669,00	124,30	126,50	121,00	-	-	201,95
112,00	-	19,00	126,56	128,80	123,20	-	-	2,34

Potencia	Mercurio, Sodio, Otros	LED	Potencia Regulación [Unidad]	Potencia Propuesta [Unidad]	Potencia LED [Unidad]	Potencia Regulación [KW Total]	Potencia Propuesta [KW Total]	Potencia LED [KW Total]
114,00	-	2.935,00	128,82	131,10	125,40	-	-	368,05
115,00	-	255,00	129,95	132,25	126,50	-	-	32,26
120,00	-	577,00	135,60	138,00	132,00	-	-	76,16
123,00	-	5,00	138,99	141,45	135,30	-	-	0,68
125,00	22.578,00	-	141,25	143,75	137,50	3.189,14	3.245,59	-
133,00	-	8,00	150,29	152,95	146,30	-	-	1,17
135,00	-	174,00	152,55	155,25	148,50	-	-	25,84
139,00	-	523,00	157,07	159,85	152,90	-	-	79,97
145,00	-	155,00	163,85	166,75	159,50	-	-	24,72
150,00	473.046,00	4.870,00	169,50	172,50	165,00	80.181,30	81.600,44	803,55
155,00	-	184,00	173,60	175,15	170,50	-	-	31,37
175,00	19.174,00	-	196,00	197,75	192,50	3.758,10	3.791,66	-
180,00	-	2.794,00	201,60	203,40	198,00	-	-	553,21
200,00	-	557,00	224,00	226,00	220,00	-	-	122,54
210,00	-	1.984,00	235,20	235,20	231,00	-	-	458,30
212,00	-	1.942,00	237,44	237,44	233,20	-	-	452,87
220,00	-	714,00	246,40	246,40	242,00	-	-	172,79
240,00	-	1.830,00	268,80	268,80	264,00	-	-	483,12
250,00	286.095,00	1.701,00	280,00	280,00	275,00	80.106,60	80.106,60	467,78
400,00	92.894,00	964,00	448,00	448,00	440,00	41.616,51	41.616,51	424,16
500,00	3.475,00	370,00	560,00	560,00	550,00	1.946,00	1.946,00	203,50
800,00	1.069,00	-	896,00	896,00	880,00	957,82	957,82	-
1000,00	2.485,00	-	1.120,00	1.120,00	1.100,00	2.783,20	2.783,20	-
1500,00	111,00	-	1.680,00	1.680,00	1.650,00	186,48	186,48	-
2000,00	15,00	-	2.240,00	2.240,00	2.200,00	33,60	33,60	-
Total	1.542.350,00	48.530,00	12.138,76	12.197,36	11.868,56	284.080,72	286.282,03	6.521,65

Una vez calculada la potencia de las luminarias para todos los meses del año 2019, se realiza el cálculo de energía para el sistema de alumbrado público, este se lo realiza de la siguiente manera:

$$\text{Energía} = \text{Potencia} * \text{Tiempo de funcionamiento} \quad (3.1)$$

El tiempo de funcionamiento varía según el número de días del mes y el número de horas dado para cada caso.

Como ejemplo, en la Tabla 3.9 se calcula la potencia y energía para los 31 días del mes de octubre y con 12 horas de funcionamiento del sistema de alumbrado público. La

diferencia de la energía consumida entre la Regulación vigente y la propuesta realizada para las 12 horas de funcionamiento es de 818.89 MWh.

**Tabla 3.9** Consumo de potencia y energía para el mes de octubre con 12 horas de funcionamiento.

<b>Potencia [MW]</b>	290,60	Regulación
	292,80	Propuesta
<b>Energía [MWh]</b>	108.104,08	Regulación
	108.922,97	Propuesta

En la Tabla 3.10 se calcula la potencia y energía para los 31 días del mes de octubre y con 11 horas y 56 minutos de funcionamiento del sistema de alumbrado público. La diferencia de la energía consumida entre la Regulación vigente y la propuesta realizada para las 11 horas y 56 minutos de funcionamiento es de 814.11 MWh.

**Tabla 3.10** Consumo de potencia y energía para el mes de octubre con 11 horas y 56 minutos de funcionamiento.

<b>Potencia [MW]</b>	290,60	Regulación
	292,80	Propuesta
<b>Energía [MWh]</b>	107.473,48	Regulación
	108.287,59	Propuesta

La diferencia del consumo de energía total cambiando los 4 minutos; 12 horas para la Regulación y 11 horas y 56 minutos que tiene la propuesta para el caso 1 se la puede detallar en la Tabla 3.11, como resultado se puede observar que por cada minuto que varía el consumo es de aproximadamente 158 MWh ya sea para la Regulación o para la propuesta realizada en este estudio.

**Tabla 3.11** Diferencia del consumo de energía total cambiando el tiempo de funcionamiento en 4 minutos.

<b>Consumo de auxiliares</b>	<b>Energía total [MWh]</b>	<b>Energía por minuto [MWh]</b>
<b>Regulación</b>	630,61	157,65
<b>Propuesta</b>	635,38	158,85

En la Tabla 3.12 se puede detallar únicamente el consumo de los auxiliares del sistema de alumbrado público, en esta tabla los consumos ya están calculados con el número de luminarias que presenta el catastro de luminarias para el mes de octubre.

**Tabla 3.12** Consumo de potencia en los auxiliares del SAPG para el Caso 1 [W].

Potencia	Consumo Regulación [W]	Consumo Propuesta [W]	Consumo LED [W]
3,00	-	-	62,70
3,60	-	-	681,48
5,00	-	-	365,50
6,00	-	-	46,80
9,00	-	-	154,80
10,00	-	-	1.152,00
15,00	-	-	1.513,50
18,00	-	-	163,80
20,00	908,80	1.022,40	2.650,00
25,00	-	-	1.080,00
30,00	2.169,60	2.440,80	2.121,00
36,00	-	-	298,80
39,00	-	-	2.870,40
40,00	665,60	748,80	3.044,00
50,00	424,00	477,00	7.390,00
53,00	-	-	37,10
54,00	1.866,24	2.099,52	-
55,00	-	-	968,00
60,00	57,60	64,80	6.906,00
66,00	-	-	1.254,00
70,00	1.436.444,80	1.616.000,40	12.019,00
75,00	956,25	1.020,00	4.972,50
80,00	9.084,00	9.689,60	-
90,00	1.242,00	1.324,80	52.920,00
100,00	7.666.575,00	8.177.680,00	31.650,00
106,00	-	-	4.356,60
108,00	-	-	896,40
110,00	-	-	18.359,00
112,00	-	-	212,80
114,00	-	-	33.459,00
115,00	-	-	2.932,50
120,00	-	-	6.924,00
123,00	-	-	61,50
125,00	366.892,50	423.337,50	-
133,00	-	-	106,40
135,00	-	-	2.349,00
139,00	-	-	7.269,70
145,00	-	-	2.247,50
150,00	9.224.397,00	10.643.535,00	73.050,00

Potencia	Consumo Regulación [W]	Consumo Propuesta [W]	Consumo LED [W]
155,00	-	-	2.852,00
175,00	402.654,00	436.208,50	-
180,00	-	-	50.292,00
200,00	-	-	11.140,00
210,00	-	-	41.664,00
212,00	-	-	41.170,40
220,00	-	-	15.708,00
240,00	-	-	43.920,00
250,00	8.582.850,00	8.582.850,00	42.525,00
400,00	4.458.912,00	4.458.912,00	38.560,00
500,00	208.500,00	208.500,00	18.500,00
800,00	102.624,00	102.624,00	-
1000,00	298.200,00	298.200,00	-
1500,00	19.980,00	19.980,00	-
2000,00	3.600,00	3.600,00	-
Total	32.789.003,39	34.990.315,12	592.877,18

De igual manera que para el análisis de energía total, se realiza un cálculo solo para el consumo de los auxiliares y así se obtiene los resultados que se muestran en las siguientes tablas. En la Tabla 3.13 y la Tabla 3.14 se detalla la potencia y energía que consumen los auxiliares en el mes de octubre, teniendo así que al cambiar los 4 minutos tanto para la regulación como para la propuesta varía aproximadamente 75 MWh para el mes de octubre y 18 MWh por cada minuto. La energía que consumen los auxiliares se detalla en la Tabla 3.15 tanto como para los valores de la Regulación como para los de la propuesta, con la nueva propuesta realizada el consumo de auxiliares difiere en 4.78 MWh.

**Tabla 3.13** Consumo de potencia y energía en los auxiliares del SAPG para un tiempo de funcionamiento de 12 horas.

<b>Potencia [MW]</b>	33,38	Regulación
	35,58	Propuesta
<b>Energía [MWh]</b>	12.418,06	Regulación
	13.236,95	Propuesta

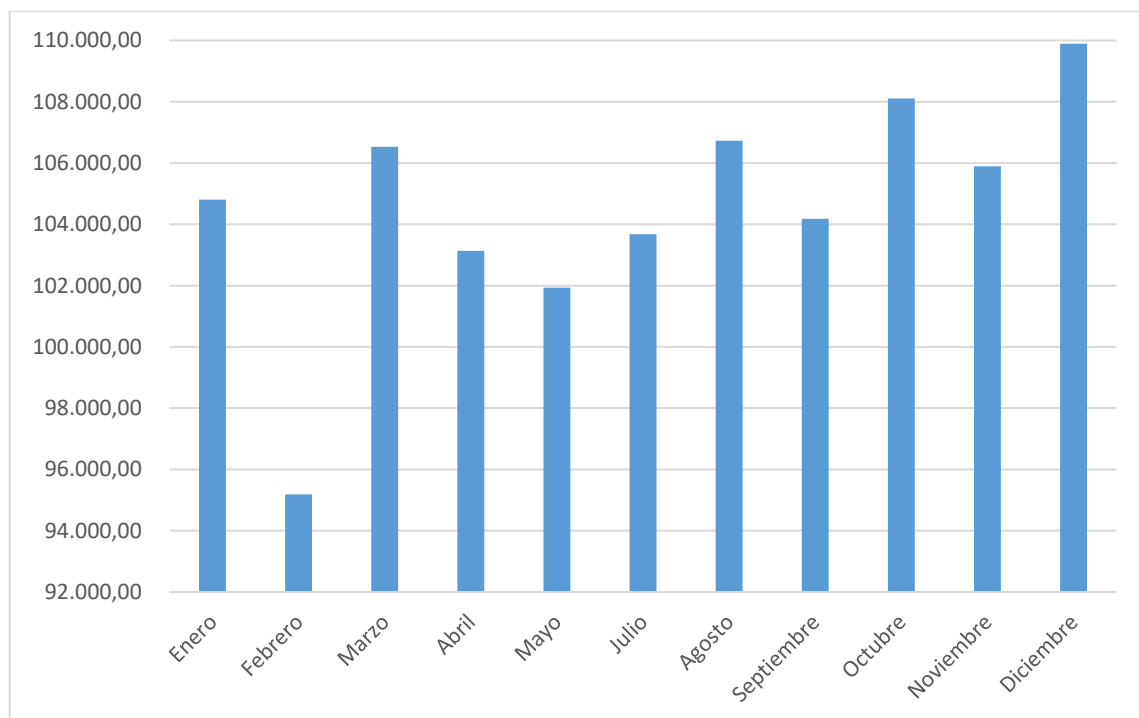
**Tabla 3.14** Consumo de potencia y energía en los auxiliares del SAPG para un tiempo de funcionamiento de 11 horas y 56 minutos.

<b>Potencia [MW]</b>	33,38	Regulación
	35,58	Propuesta
<b>Energía [MWh]</b>	12.345,62	Regulación
	13.159,73	Propuesta

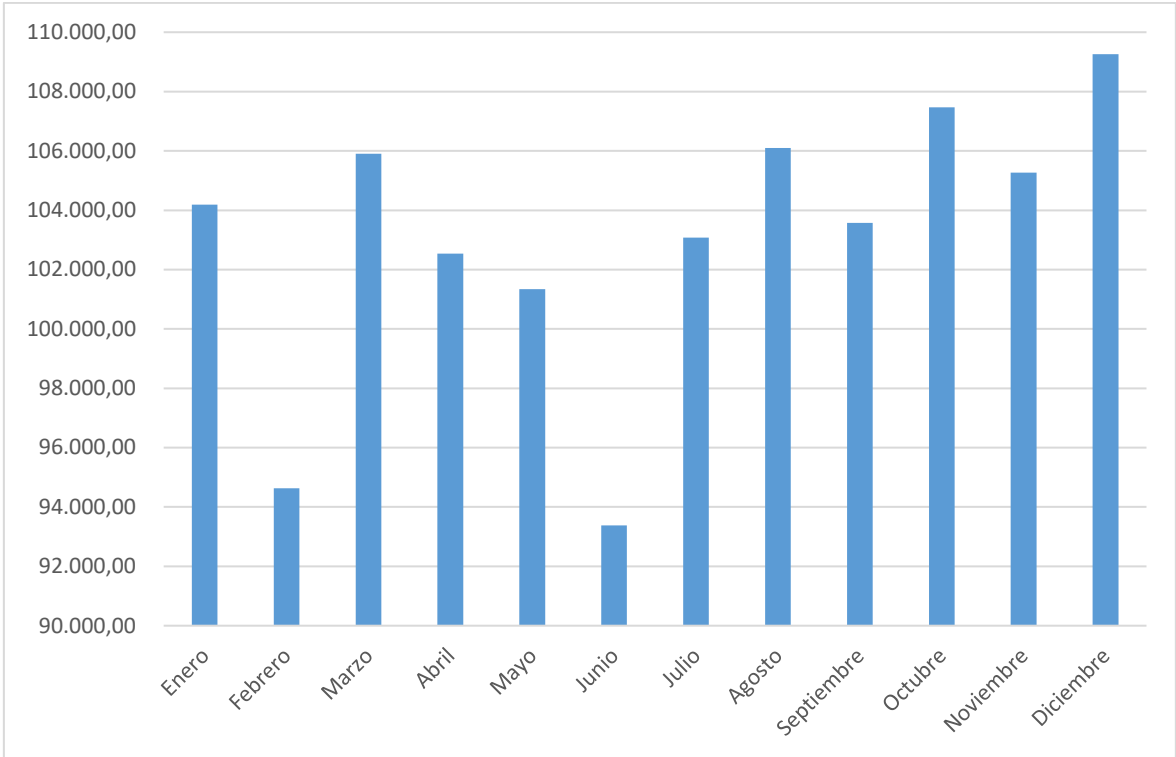
**Tabla 3.15** Diferencia del consumo de los auxiliares del SAPG cambiando el tiempo de funcionamiento en 4 minutos.

<b>Diferencia por tiempo</b>	<b>Consumo de Auxiliares</b>	<b>Energía total [MWh]</b>	<b>Energía por minuto [MWh]</b>
	<b>Regulación</b>	72,44	18,11
	<b>Propuesta</b>	77,22	19,30

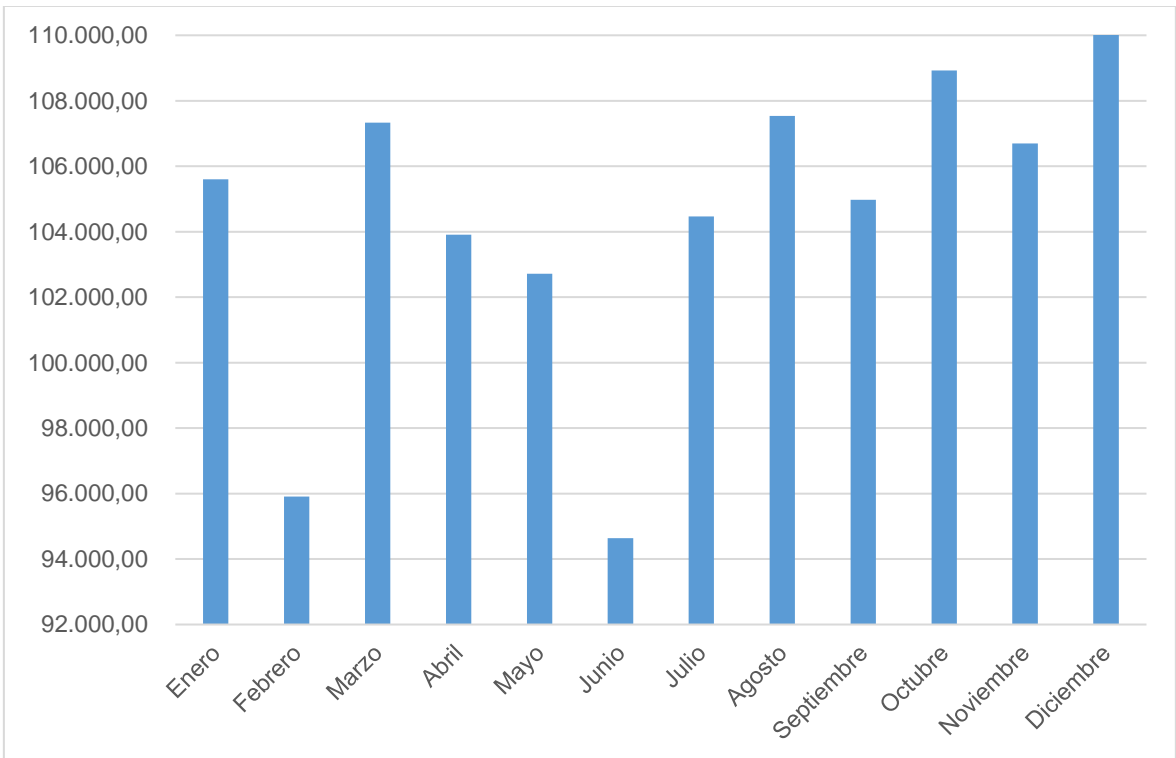
Estos análisis se encuentran realizados para todos los meses del año 2019 y se encuentran en tablas del **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** En la Figura 3.17 y la Figura 3.18 se pueden observar a detalle los consumos de energía para el año 2019 con los porcentajes de la Regulación y en la Figura 3.19 y la Figura 3.20 los consumos de energía para el año 2019 con los porcentajes de la propuesta, estos dos para tiempos constantes de 12 horas y 11 horas con 56 minutos respectivamente.



**Figura 3.17.** Consumo de energía de las luminarias del año 2019 con el tiempo de duración de 12 horas y porcentajes de Regulación.

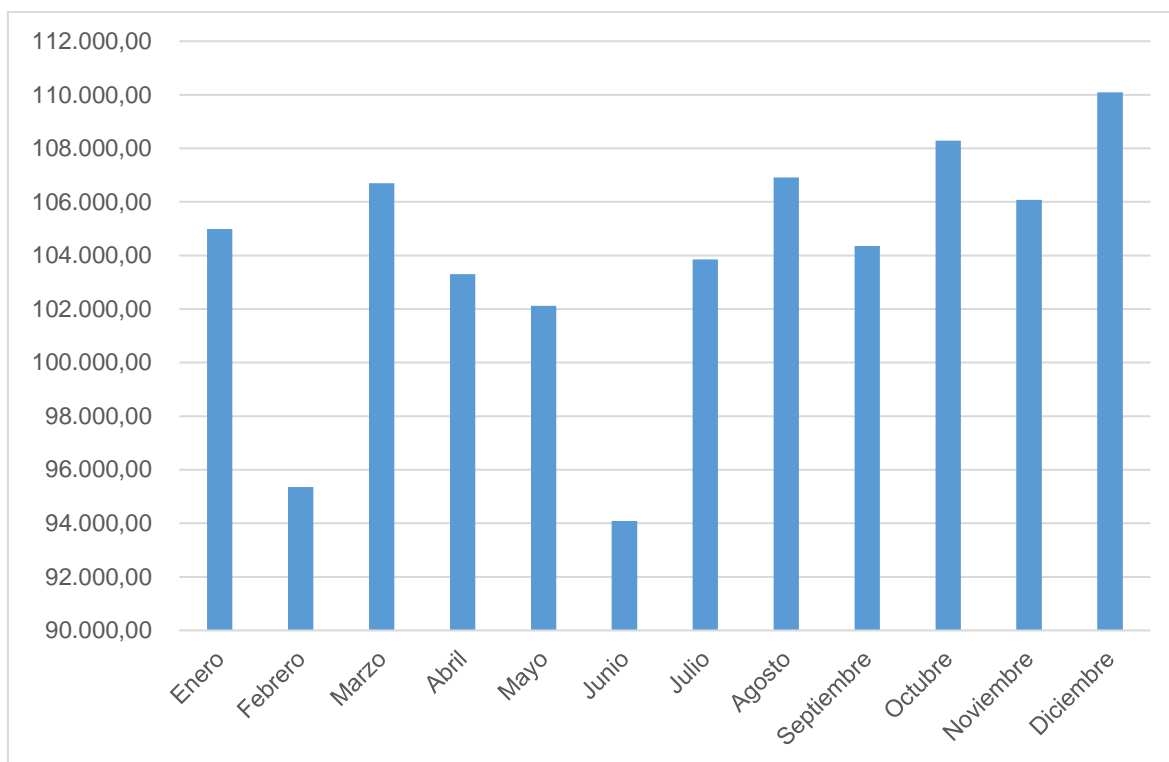


**Figura 3.18.** Consumo de energía de las luminarias del año 2019 con el tiempo de duración de 11 horas y 56 minutos y porcentajes de Regulación.



**Figura 3.19.** Consumo de energía de las luminarias del año 2019 con el tiempo de duración de 12 horas y porcentajes de la propuesta.





**Figura 3.20.** Consumo de energía de las luminarias del año 2019 con el tiempo de duración de 11 horas y 56 minutos y porcentajes de la propuesta.

### 3.4.2. CASO 2: DURACIÓN DE LA NOCHE VARIABLE SEGÚN LA ECUACIÓN DEL TIEMPO

Para este caso se realizó el cálculo de energía y potencia con la variación de la duración del tiempo para cada empresa distribuidora, el tiempo de cada día varía según la ecuación del tiempo. Los tiempos con los cuales fueron calculado las energías diarias para cada empresa distribuidora se encuentran en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

En la siguientes tablas se puede detallar los consumos de energía para el año 2019 para cada empresa distribuidora, teniendo en cuenta los porcentajes de consumo de los auxiliares y los porcentajes de la propuesta de consumos que se encuentra en la Tabla 3.5.

**Tabla 3.16** Consumo de energía con duración de la noche variable de enero a marzo.

MES		ENERO		FEBRERO		MARZO	
EMPRESA		ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA PROPUESTA [MWh]
CNE L	BOLIVAR	1.292,76	1.305,02	1.175,85	1.187,04	1.310,68	1.323,15
	EL ORO	6.119,23	6.180,92	5.598,41	5.654,94	6.267,78	6.331,00

MES		ENERO		FEBRERO		MARZO	
EMPRESA		ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA PROPUESTA [MWh]
	<b>ESMERALDAS</b>	4.157,90	4.190,08	3.781,50	3.810,56	4.459,24	4.484,13
	<b>GUAYAQUIL</b>	12.384,98	12.476,82	11.315,22	11.398,68	12.668,54	12.762,99
	<b>GUAYAS LOS RIOS</b>	6.851,43	6.903,52	6.266,21	6.314,02	7.017,63	7.071,30
	<b>LOS RIOS</b>	2.122,83	2.134,65	1.934,47	1.945,21	2.293,60	2.307,41
	<b>MANABI</b>	7.829,03	7.870,59	7.083,41	7.121,19	7.905,72	7.947,97
	<b>MILAGRO</b>	3.369,74	3.391,26	3.075,44	3.095,08	3.442,99	3.465,10
	<b>STA ELENA</b>	2.967,11	2.987,41	2.716,17	2.735,08	2.947,35	2.968,24
	<b>STO DOMINGO</b>	4.875,63	4.913,84	4.455,24	4.490,34	4.964,89	5.003,97
	<b>SUCUMBIOS</b>	2.063,60	2.084,89	1.872,69	1.891,98	2.084,20	2.105,66
<b>TOTAL CNEL</b>		54.034,25	54.439,00	49.274,62	49.644,12	55.362,64	55.770,92
<b>EE</b>	<b>AMBATO</b>	6.487,75	6.548,02	5.875,13	5.930,35	6.746,03	6.807,32
	<b>AZOGUES</b>	1.010,85	1.020,73	904,19	913,12	1.027,12	1.037,13
	<b>CENTROSUR</b>	9.763,22	9.834,73	8.931,80	8.996,65	10.004,83	10.077,58
	<b>COTOPAXI</b>	2.963,04	2.988,49	2.682,35	2.705,39	2.982,28	3.007,92
	<b>GALAPAGOS</b>	158,80	160,47	145,42	146,95	162,18	163,88
	<b>NORTE</b>	4.726,76	4.770,34	4.341,19	4.380,95	4.878,42	4.923,06
	<b>QUITO</b>	18.295,72	18.417,15	16.599,19	16.709,34	18.535,91	18.658,11
	<b>RIOBAMBA</b>	3.011,53	3.035,36	2.746,41	2.768,21	3.062,40	3.086,64
	<b>SUR</b>	3.016,15	3.043,24	2.744,92	2.769,58	3.114,50	3.141,96
<b>TOTAL EE</b>		49.433,82	49.818,53	44.970,62	45.320,53	50.513,68	50.903,60
<b>TOTAL</b>		103.468,07	104.257,53	94.245,23	94.964,65	105.876,31	106.674,53

**Tabla 3.17** Consumo de energía con duración de la noche variable de abril a junio.

MES		ABRIL		MAYO		JUNIO	
EMPRESA		ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA PROPUESTA [MWh]
<b>CNEL</b>	<b>BOLIVAR</b>	1.278,59	1.290,75	1.331,13	1.343,83	1.292,00	1.304,34
	<b>EL ORO</b>	6.149,29	6.211,39	6.448,51	6.513,25	6.260,31	6.323,17
	<b>ESMERALDAS</b>	3.324,38	3.341,94	678,02	680,02	640,42	642,10
	<b>GUAYAQUIL</b>	12.790,99	12.886,29	11.822,56	11.918,51	10.491,03	10.576,28
	<b>GUAYAS LOS RIOS</b>	6.929,01	6.982,41	7.262,81	7.318,85	7.104,05	7.159,01
	<b>LOS RIOS</b>	2.165,56	2.178,20	2.256,77	2.269,91	2.188,27	2.201,03
	<b>MANABI</b>	7.654,87	7.695,78	7.813,85	7.855,20	7.565,08	7.605,14
	<b>MILAGRO</b>	3.385,39	3.407,17	3.537,09	3.559,79	3.428,47	3.450,47
	<b>STA ELENA</b>	2.949,02	2.969,92	3.095,17	3.117,48	3.019,04	3.040,90
	<b>STO DOMINGO</b>	4.827,98	4.866,07	4.996,32	5.036,00	4.836,71	4.875,12
	<b>SUCUMBIOS</b>	2.029,65	2.050,52	2.113,89	2.135,67	2.049,36	2.070,46

MES	ABRIL		MAYO		JUNIO		
EMPRESA	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA PROPUESTA [MWh]	
<b>TOTAL CNEL</b>	53.484,72	53.880,43	51.356,13	51.748,52	48.874,75	49.248,01	
<b>EE</b>	<b>AMBATO</b>	6.615,79	6.675,90	6.041,64	6.096,71	5.135,37	5.135,37
	<b>AZOGUES</b>	1.004,62	1.014,38	1.051,32	1.061,55	1.023,10	1.033,01
	<b>CENTROSUR</b>	9.842,18	9.913,28	10.218,64	10.292,46	10.068,78	10.141,52
	<b>COTOPAXI</b>	2.896,78	2.921,69	3.068,95	3.095,14	3.023,14	3.048,83
	<b>GALAPAGOS</b>	155,71	157,13	163,50	165,03	162,52	164,03
	<b>NORTE</b>	4.768,19	4.811,80	4.969,37	5.014,98	4.938,39	4.982,54
	<b>QUITO</b>	17.999,44	18.117,87	18.659,30	18.781,83	18.075,60	18.194,25
	<b>RIOBAMBA</b>	3.011,21	3.034,89	3.144,94	3.169,57	3.065,29	3.089,24
<b>SUR</b>	3.046,06	3.072,95	3.204,30	3.232,83	3.121,03	3.148,89	
<b>TOTAL EE</b>	49.339,98	49.719,90	50.521,97	50.910,10	48.613,22	48.937,67	
<b>TOTAL</b>	102.824,70	103.600,33	101.878,09	102.658,61	97.487,97	98.185,68	

Tabla 3.18 Consumo de energía con duración de la noche variable de julio a septiembre.

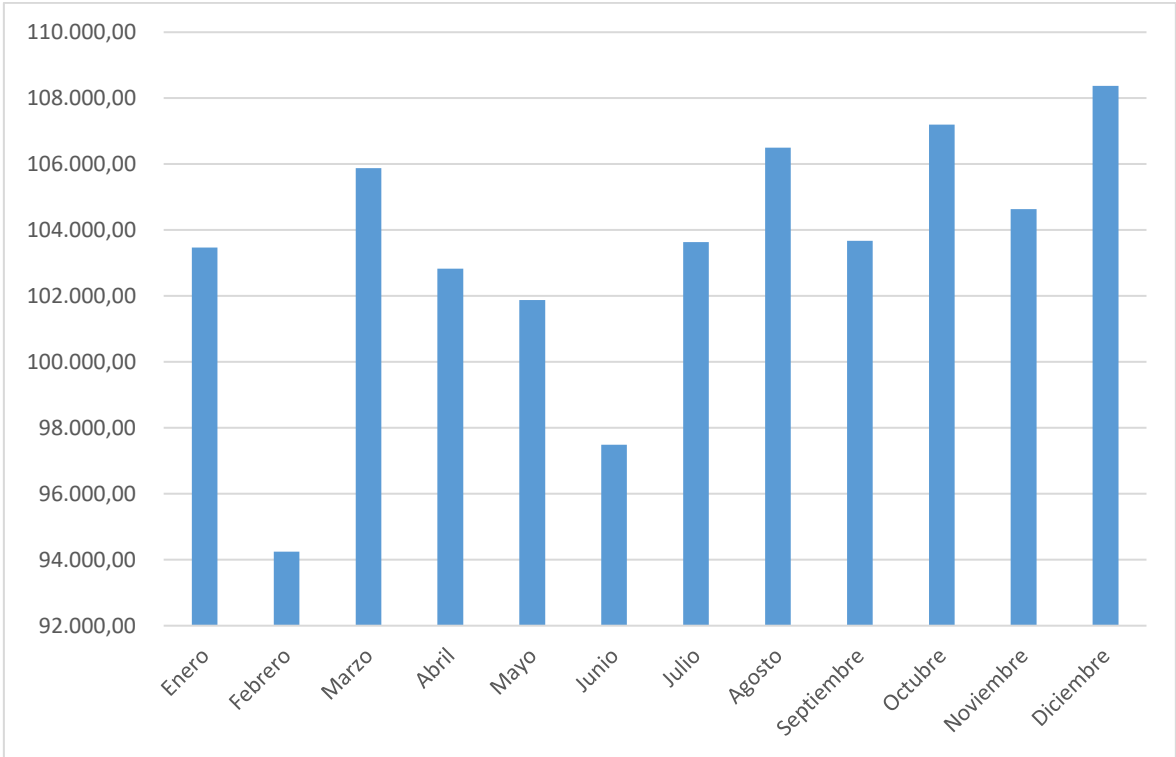
MES	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		
EMPRESA	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA PROPUESTA [MWh]	
<b>CNEL</b>	<b>BOLIVAR</b>	1.303,71	1.315,99	1.341,80	1.354,68	1.300,16	1.312,65
	<b>EL ORO</b>	6.163,64	6.226,16	6.438,84	6.503,44	6.226,38	6.288,59
	<b>ESMERALDAS</b>	3.299,49	3.315,15	3.326,84	3.342,57	3.251,78	3.267,29
	<b>GUAYAQUIL</b>	9.869,77	9.945,27	11.630,61	11.725,86	11.355,86	11.449,06
	<b>GUAYAS LOS RIOS</b>	7.329,16	7.385,97	7.336,88	7.393,70	7.133,41	7.189,07
	<b>LOS RIOS</b>	2.258,18	2.271,34	2.337,71	2.351,75	2.258,73	2.272,32
	<b>MANABI</b>	7.719,19	7.760,58	7.836,05	7.877,85	7.607,74	7.648,35
	<b>MILAGRO</b>	3.361,77	3.382,87	3.552,03	3.574,95	3.431,68	3.453,86
	<b>STA ELENA</b>	3.140,34	3.163,08	3.152,10	3.175,08	3.299,01	3.321,17
	<b>STO DOMINGO</b>	5.003,36	5.042,95	5.048,36	5.088,46	4.890,86	4.929,69
<b>SUCUMBIOS</b>	2.076,07	2.097,28	2.114,27	2.136,04	2.049,05	2.070,15	
<b>TOTAL CNEL</b>	51.524,68	51.906,64	54.115,48	54.524,38	52.804,66	53.202,19	
<b>EE</b>	<b>AMBATO</b>	6.981,13	7.044,86	7.020,13	7.084,16	6.843,40	6.905,78
	<b>AZOGUES</b>	1.062,90	1.073,13	1.119,86	1.129,80	1.096,91	1.106,51
	<b>CENTROSUR</b>	10.445,33	10.520,72	10.457,70	10.533,00	10.098,74	10.171,73
	<b>COTOPAXI</b>	3.170,75	3.197,68	3.179,89	3.206,93	3.076,57	3.102,75
	<b>GALAPAGOS</b>	171,10	172,66	170,69	172,25	166,22	167,74
	<b>NORTE</b>	5.137,94	5.183,62	5.225,45	5.271,72	5.122,50	5.167,56
	<b>QUITO</b>	18.721,97	18.844,69	18.806,71	18.929,81	18.225,03	18.344,26
	<b>RIOBAMBA</b>	3.189,91	3.214,70	3.182,91	3.207,65	3.116,91	3.140,98
<b>SUR</b>	3.227,89	3.256,67	3.220,67	3.249,26	3.125,78	3.153,64	

MES	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE	
EMPRESA	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA PROPUESTA [MWh]
TOTAL EE	52.108,91	52.508,73	52.384,01	52.784,58	50.872,07	51.260,95
TOTAL	103.633,59	104.415,37	106.499,48	107.308,97	103.676,73	104.463,14

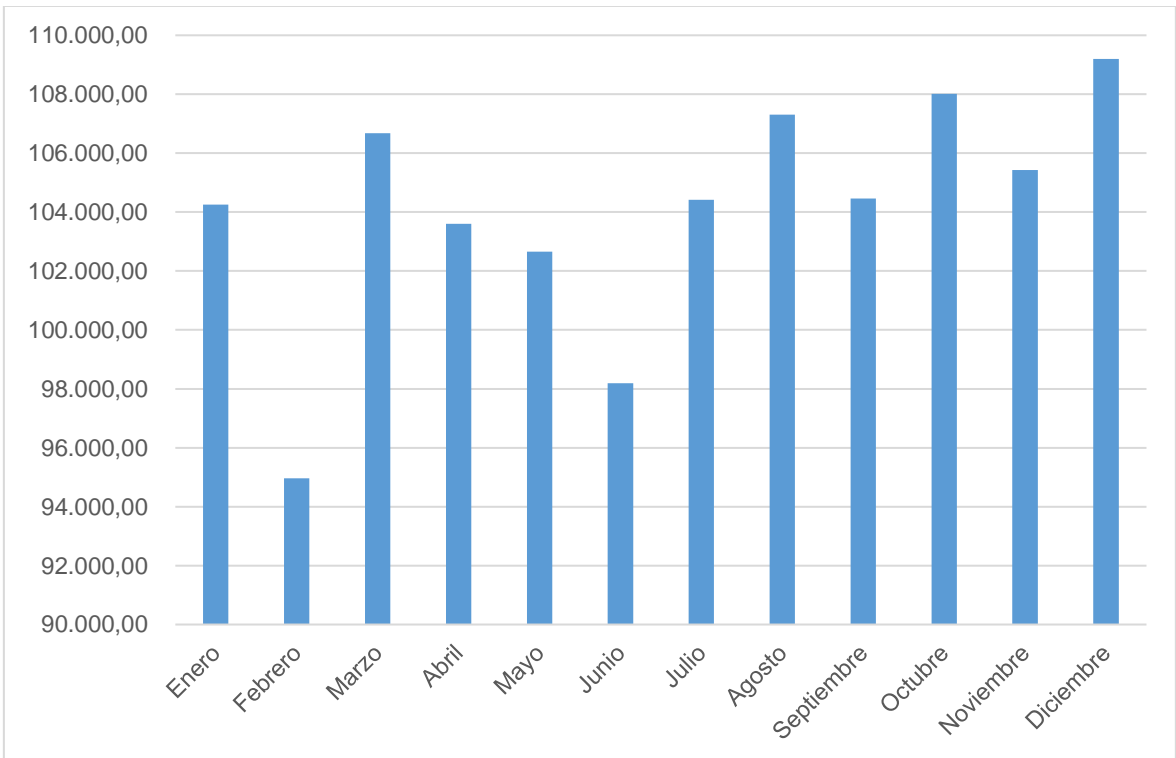
**Tabla 3.19** Consumo de energía con duración de la noche variable de octubre a diciembre.

MES	OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE		
EMPRESA	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA PROPUESTA [MWh]	
CNE L	BOLIVAR	1.344,52	1.357,44	1.287,56	1.299,96	1.325,22	1.338,01
	EL ORO	6.377,93	6.441,72	6.131,58	6.192,96	6.317,37	6.380,58
	ESMERALDAS	3.390,68	3.406,77	3.300,83	3.316,57	3.440,77	3.457,07
	GUAYAQUIL	11.708,22	11.804,67	11.282,83	11.375,94	11.632,44	11.728,48
	GUAYAS LOS RIOS	7.364,29	7.421,80	7.153,24	7.208,89	7.423,47	7.481,29
	LOS RIOS	2.383,80	2.397,82	2.296,25	2.309,76	2.385,00	2.399,14
	MANABI	8.040,21	8.083,20	7.823,19	7.864,73	8.079,77	8.122,65
	MILAGRO	3.539,48	3.562,50	3.387,56	3.409,70	3.509,31	3.532,40
	STA ELENA	3.399,78	3.422,70	3.315,34	3.337,54	3.421,22	3.444,04
	STO DOMINGO	5.123,34	5.163,97	4.958,49	4.997,93	5.131,77	5.172,72
SUCUMBIOS	2.113,20	2.134,96	2.544,74	2.573,74	2.631,99	2.662,34	
TOTAL CNE L	54.785,45	55.197,55	53.481,63	53.887,73	55.298,34	55.718,72	
EE	AMBATO	7.041,27	7.105,37	6.828,98	6.891,34	7.119,99	7.185,31
	AZOGUES	1.138,21	1.148,11	1.108,24	1.117,90	1.150,35	1.160,33
	CENTROSUR	10.484,93	10.560,52	10.136,57	10.209,79	10.557,41	10.634,02
	COTOPAXI	2.884,14	2.908,73	3.098,82	3.125,25	3.202,70	3.230,03
	GALAPAGOS	170,29	171,84	165,12	166,65	198,06	199,77
	NORTE	5.352,89	5.399,67	5.231,84	5.277,45	5.406,23	5.453,36
	QUITO	18.858,21	18.981,68	18.304,08	18.423,93	18.953,03	19.076,93
	RIOBAMBA	3.255,42	3.280,39	3.160,92	3.185,18	3.270,19	3.295,35
	SUR	3.228,38	3.257,21	3.115,11	3.142,87	3.216,31	3.244,94
TOTAL EE	52.413,75	52.813,53	51.149,69	51.540,35	53.074,27	53.480,06	
TOTAL	107.199,20	108.011,08	104.631,32	105.428,08	108.372,61	109.198,78	

En la Figura 3.21 y la Figura 3.22 se puede observar el comportamiento del consumo de energía del alumbrado público a nivel nacional con respecto a los porcentajes de consumo de auxiliares de la Regulación y con los de la propuesta, también teniendo en cuenta que para este caso la duración del tiempo de funcionamiento varía con respecto a la ecuación del tiempo.



**Figura 3.21.** Consumo de energía de las luminarias del año 2019 con el tiempo de duración de 11 horas y 56 minutos y porcentajes de la propuesta.



**Figura 3.22.** Consumo de energía de las luminarias del año 2019 con el tiempo de duración de 11 horas y 56 minutos y porcentajes de la propuesta.

Para este estudio se encontró inconsistencias en la información que presentaron para el mes de mayo y junio las empresas CNEL Esmeraldas y la Empresa Eléctrica Ambato por lo que pueden existir valores erróneos de energía para dichos meses.

### 3.4.3. DIFERENCIAS DE LOS CASOS

En la Tabla 3.20 se puede detallar los diferentes consumos de energía sumado los porcentajes de los consumos de auxiliares dados por la Regulación y por la propuesta realizada en este estudio con los diferentes tiempos de funcionamiento.

**Tabla 3.20** Consumo de energía para los diferentes tiempos de funcionamiento y con los porcentajes de consumos de auxiliares dado por la Regulación y la propuesta realizada en este estudio.

MES	TIEMPO	ENERGÍA TOTAL ANUAL	
		REGULACION	PROPUESTA
Enero	12:00	104.803,07	105.602,91
	11:56	104.191,71	104.986,90
	DIA A DIA	103.468,07	104.257,53
Febrero	12:00	95.183,11	95.909,76
	11:56	94.627,88	95.350,29
	DIA A DIA	94.245,23	94.964,65
Marzo	12:00	106.524,20	107.327,32
	11:56	105.902,81	106.701,25
	DIA A DIA	105.876,31	106.674,53
Abril	12:00	103.135,49	103.913,33
	11:56	102.533,87	103.307,17
	DIA A DIA	102.824,70	103.600,33
Mayo	12:00	101.936,18	102.716,91
	11:56	101.341,56	102.117,73
	DIA A DIA	101.878,09	102.658,61
Junio	12:00	93.922,65	94.635,57
	11:56	93.374,77	94.083,53
	DIA A DIA	97.487,97	98.185,68
Julio	12:00	103.681,47	104.463,27
	11:56	103.076,66	103.853,90
	DIA A DIA	103.633,59	104.415,37
Agosto	12:00	106.725,53	107.536,51
	11:56	106.102,97	106.909,21
	DIA A DIA	106.499,48	107.308,97
Septiembre	12:00	104.180,55	104.970,73
	11:56	103.572,83	104.358,40
	DIA A DIA	103.676,73	104.463,14

MES	TIEMPO	ENERGÍA TOTAL ANUAL	
		REGULACION	PROPUESTA
Octubre	12:00	108.104,08	108.922,97
	11:56	107.473,48	108.287,59
	DIA A DIA	107.199,20	108.011,08
Noviembre	12:00	105.888,40	106.695,04
	11:56	105.270,72	106.072,65
	DIA A DIA	104.631,32	105.428,08
Diciembre	12:00	109.897,10	110.735,29
	11:56	109.256,03	110.089,33
	DIA A DIA	108.372,61	109.198,78

En la Tabla 3.21 se detalla las diferencias de energía con respecto a las 12 horas de funcionamiento del sistema de alumbrado público, se utilizó los porcentajes de consumo de auxiliares de la Regulación y de la propuesta. Debido a las inconsistencias que reportan algunas distribuidoras se puede observar algunos errores en los meses de mayo y junio.

**Tabla 3.21** Diferencias de energía con respecto a las 12 horas.

MES	TIEMPO	ENERGÍA TOTAL ANUAL	
		REGULACION	PROPUESTA
Enero	11:56	611,35	616,02
	DIA A DIA	1.335,00	1.345,38
Febrero	11:56	555,23	559,47
	DIA A DIA	937,88	945,11
Marzo	11:56	621,39	626,08
	DIA A DIA	647,88	652,79
Abril	11:56	601,62	606,16
	DIA A DIA	310,79	313,00
Mayo	11:56	594,63	599,18
	DIA A DIA	58,09	58,30
Junio	11:56	547,88	552,04
	DIA A DIA	-3.565,32	-3.550,11
Julio	11:56	604,81	609,37
	DIA A DIA	47,87	47,90
Agosto	11:56	622,57	627,30
	DIA A DIA	226,05	227,54
Septiembre	11:56	607,72	612,33
	DIA A DIA	503,82	507,59
Octubre	11:56	630,61	635,38
	DIA A DIA	904,88	911,89
Noviembre	11:56	617,68	622,39
	DIA A DIA	1.257,08	1.266,96

<b>Diciembre</b>	11:56	641,07	645,96
	DIA A DIA	1.524,49	1.536,51

En la Tabla 3.22 se presenta las diferencias totalizadas para los dos casos. Teniendo en cuenta las inconsistencias que presenta junio.

**Tabla 3.22** Diferencias de energía total con respecto a las 12 horas.

<b>Total</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>DIFERENCIAS</b>	
		<b>REGULACION</b>	<b>PROPUESTA</b>
	11:56	7.256,56	7.311,67
	DIA A DIA	4.188,51	4.262,86

Debido a las inconsistencias que presenta el mes de junio también se ha realizado el análisis sin dicho mes, de esta manera en la Tabla 3.23 se detalla las diferencias que tiene el consumo de auxiliares con respecto a la Regulación y la propuesta cambiando los tiempos de funcionamiento del sistema de alumbrado público. En esta tabla se puede observar que los consumos de auxiliares para la propuesta van a ser mayores que los de la Regulación debido a que los porcentajes son mayores pero para el análisis cambiando los tiempos de funcionamiento se puede observar que las diferencias van a ser mayores cuando el tiempo de funcionamiento es variable con respecto a la ecuación del tiempo, es decir, el consumo de energía del sistema de alumbrado público será menor variando los tiempos de funcionamiento con respecto a la ecuación del tiempo.

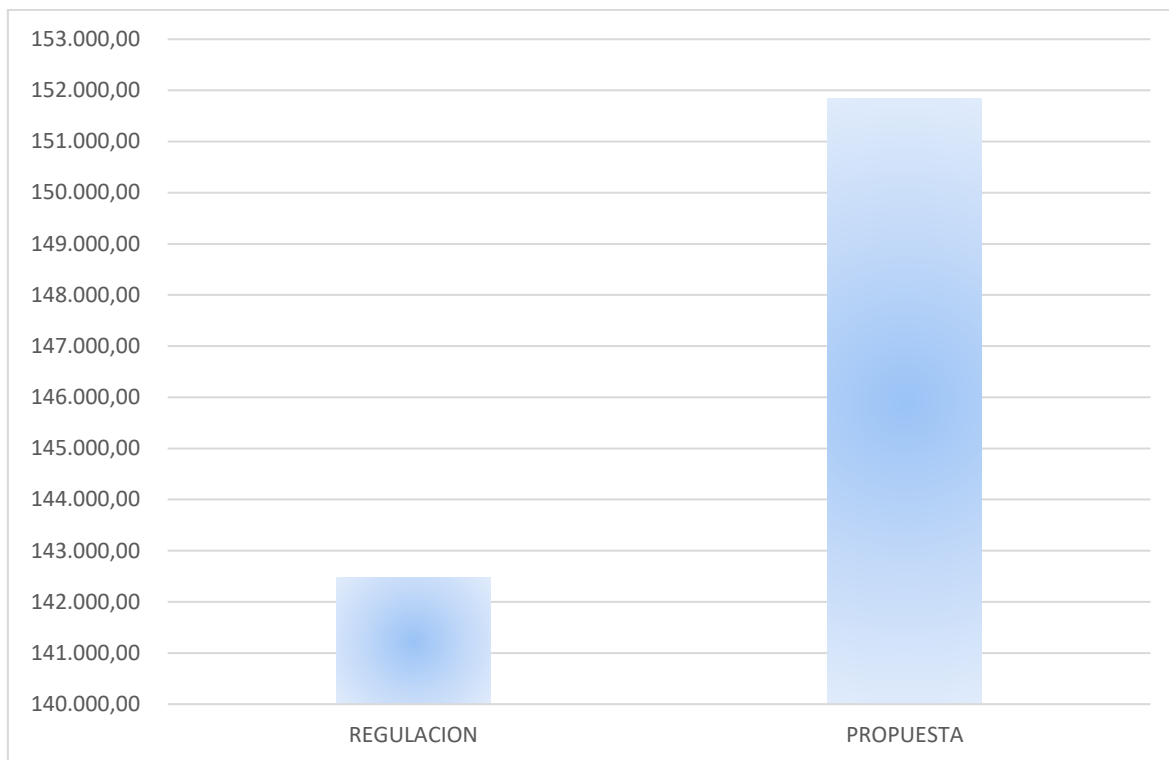
**Tabla 3.23** Diferencias de energía total con respecto a las 12 horas sin tener en cuenta el mes de junio.

<b>Total</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>DIFERENCIAS</b>	
		<b>REGULACION</b>	<b>PROPUESTA</b>
	11:56	6.708,68	6.759,63
	DIA A DIA	7.753,83	7.812,97

#### **3.4.4. CONSUMO DE LOS AUXILIARES**

Para el consumo de los auxiliares, los cálculos se los ha realizado en base a los porcentajes de la Regulación vigente y los de la propuesta realizada en este estudio. En la Figura 3.23 se puede detallar únicamente el consumo de los auxiliares de las luminarias totalizado con los porcentajes antes mencionados. En esta gráfica se puede observar que el consumo de los auxiliares con el porcentaje de la propuesta es mayor con 9373 MWh con respecto al de la Regulación.

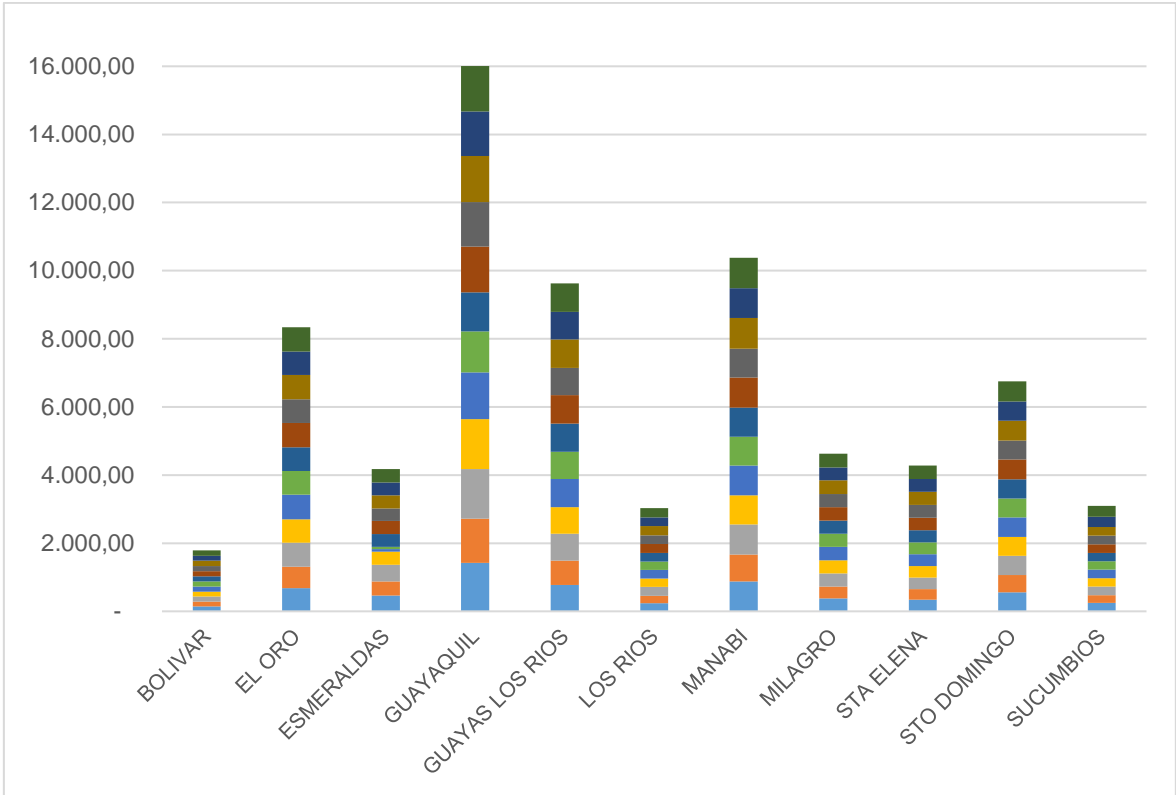




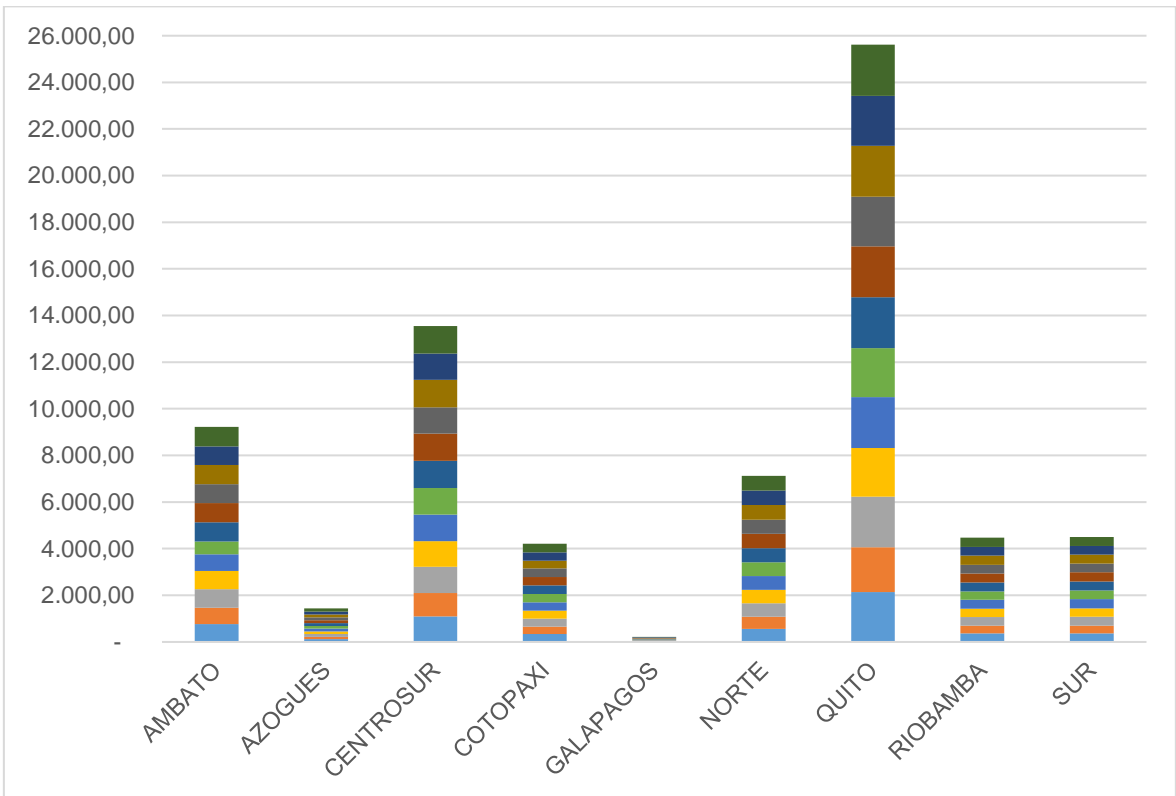
**Figura 3.23.** Consumo total de auxiliares del año 2019.

En las siguientes cuatro figuras se puede observar el comportamiento del consumo de los auxiliares a lo largo del año 2019, dividido en empresas distribuidoras y las empresas que pertenecen a CNEL. El consumo de los auxiliares está separado para consumo de auxiliares según la Regulación y con la propuesta realizada; para el caso de CNEL y de las empresas distribuidoras, con los porcentajes de consumo de auxiliares de la Regulación y de la propuesta, las empresas que consumen más energía en sus auxiliares son CNEL Guayaquil, CNEL Manabí, CNEL El Oro y CNEL Guayas Los Ríos para CNEL y Empresa Eléctrica Ambato, Empresa Eléctrica Quito y Empresa Eléctrica Centrosur para las empresas distribuidoras, las cuales sus consumos de auxiliares están sobre los 8000 MWh.

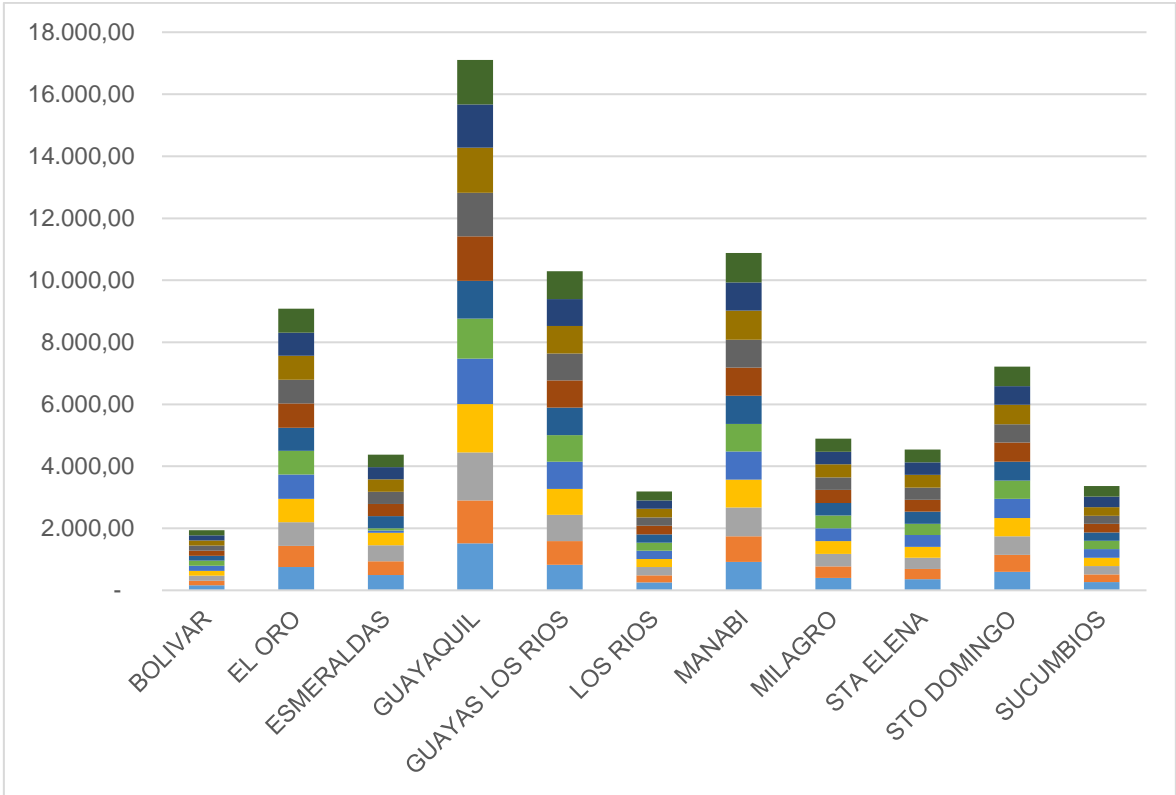
Los consumos de los auxiliares estratificado por empresa eléctrica distribuidora y por mes se encuentran detallados en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**



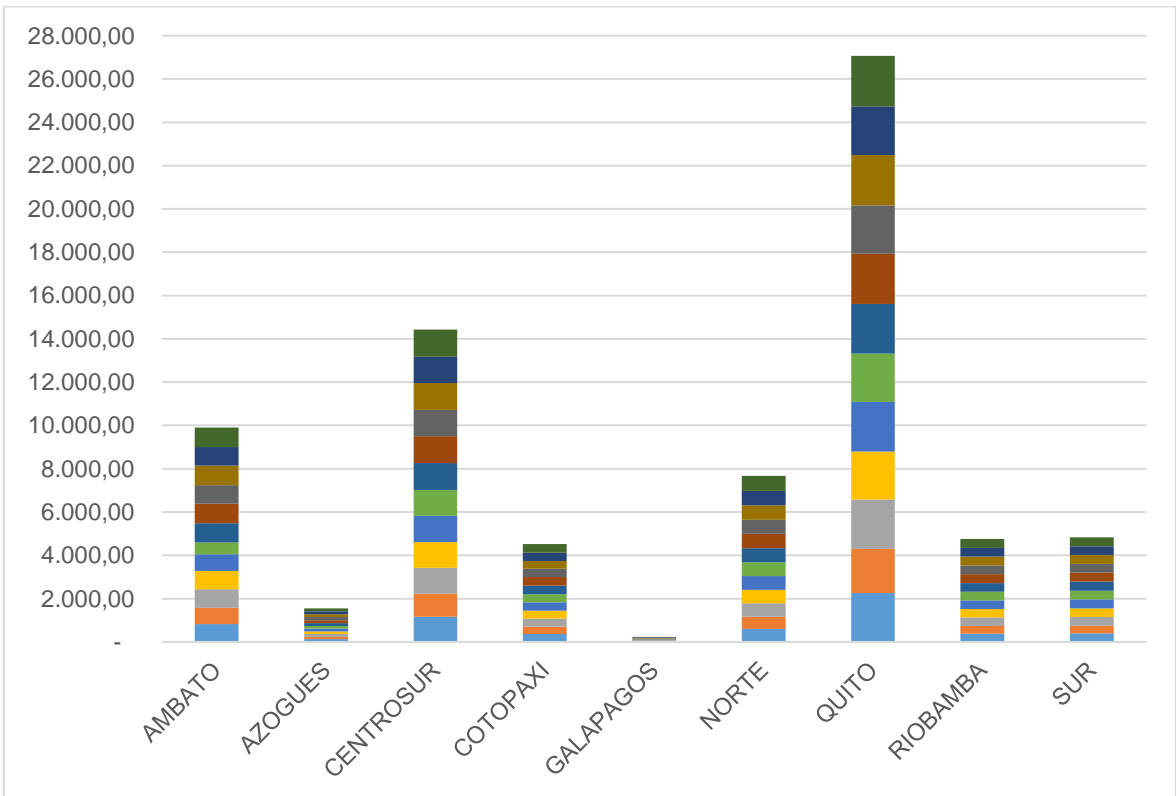
**Figura 3.24.** Consumo de auxiliares de CNEL del año 2019 según la Regulación.



**Figura 3.25.** Consumo de Auxiliares de Empresas Distribuidoras del año 2019 según la Regulación.



**Figura 3.26.** Consumo de auxiliares de CNEC del año 2019 según la propuesta.



**Figura 3.27.** Consumo de Auxiliares de Empresas Distribuidoras del año 2019 según la propuesta.

### 3.5. PROCEDIMIENTO PROPUESTO PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS PÉRDIDAS EN LOS BALASTOS DE LAS LUMINARIAS

Este procedimiento puede ser aplicado para cada empresa distribuidora de energía eléctrica con el fin de recolectar los datos de todas para un posterior análisis, luego de esto establecer nuevos porcentajes para las pérdidas de los auxiliares en el sistema de alumbrado público general. El procedimiento que se presenta a continuación es realizado en base a algunas normas, teniendo hincapié en la norma colombiana NTC 2118 que se denomina “Balastos para Bombillas de Descarga”.

#### 3.5.1. DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

##### 3.5.1.1. Método de muestreo simple

El número de luminarias a realizar el análisis será en función de las luminarias que se compren anualmente, es decir para tener el número de muestras que debería realizar las mediciones cada empresa se realizara en base a los muestreos de poblaciones finitas.

El muestreo de poblaciones finitas ayuda a seleccionar el número de elementos de una muestra, de esta manera la fórmula a utilizar es la siguiente:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2 * (N - 1) + (Z^2 * p * q)} \quad (3.2)$$

Donde:

$n$ : tamaño de muestra de luminarias a realizar el procedimiento de obtención de pérdidas.

$N$ : tamaño de las luminarias total compradas en el año de cada empresa.

$Z$ : valor obtenido con los niveles de confianza, 95% es 1.96 y 99% es 2.58.

$p$ : valor de aceptación, generalmente se usa  $p=q=0.5$ .

$q$ : valor de rechazo.

$e$ : límite de error aceptable. Siendo el valor aceptable 0.05 que equivale al 5%.

De ejemplo, se presenta que para la empresa X adquiere anualmente 10000 luminarias, entonces se aplica la ecuación ( 3.2. y se tiene:

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 10000}{0.05^2 * (10000 - 1) + (1.96^2 * 0.5 * 0.5)} = 370 \text{ luminarias}$$

De esta manera obtendremos el número de luminarias a las cuales se les realizara el procedimiento establecido en el subcapítulo 3.1.3, en la Tabla 3.24 se puede detallar el número de luminarias que deberán realizarse las mediciones según el número de luminarias adquiridas. Esto debe aplicarse para cada tipo de luminarias que se adquiriera, según el tipo de fuente de luz como para la potencia.

**Tabla 3.24** Ejemplo de Luminarias a realizar mediciones.

Número de Luminarias Adquiridas	Número de Luminarias a realizar medición
100	80
500	217
1000	278
2000	322
5000	357
7000	364
8000	367
10000	370
20000	377
30000	379
más de 30000	384

La empresa X, de las 10000 luminarias que adquirió, 5000 son de sodio, 3000 son led y 2000 halogenuros metálicos; esta empresa debe realizar 370 mediciones de las cuales, el 50% deben ser a las de sodio, 30% a las led y 20% a los halogenuros, en la Tabla 3.25 se detalla las luminarias según el tipo a las que deberá realizarse las mediciones.

**Tabla 3.25** Luminarias a realizar mediciones de la empresa X.

Tipo de Luminarias	Luminarias adquiridas	Porcentaje de Luminarias adquiridas [%]	Luminarias a realizar mediciones
<b>Sodio</b>	5000	50%	185
<b>Led</b>	3000	30%	111
<b>Halogenuros Metálicos</b>	2000	20%	74
		<b>Total</b>	<b>370</b>

De esta manera con el número de luminarias según el tipo de fuente de luz, se debe realizar las mediciones para todas las potencias de luminarias adquiridas, teniendo como preferencia las potencias más utilizadas en el servicio de alumbrado público.

### 3.5.1.2. Método de muestreo según la norma NTC-ISO 2859-1

Esta norma colombiana es una adaptación de la norma ISO 2859-1, en la cual se utiliza una desviación menor para las tablas de muestreo simples. La NTC-ISO 2859-1 plantea un sistema de muestreo para la aceptación de las muestras por inspección por atributos, utiliza términos de nivel aceptable de calidad. El objetivo principal de esta norma es inducir al distribuidor que mediante la presión psicológica y económica de la no aceptación de un lote de muestras manteniendo un proceso promedio cumpliendo el nivel de calidad aceptable. [33]

La norma dice que se puede aplicar para ítems terminados, componentes, materias primas, operaciones, suministros, operaciones de mantenimiento, datos, procedimientos o archivos, por lo cual este método podría ser aplicable para un lote de muestra de luminarias. De esta manera se detalla en la Tabla 3.26 y la Tabla 3.27 los muestreos que podrían ser utilizados para este estudio para el procedimiento a realizarse.

**Tabla 3.26** Muestreo por inspección visual y dimensional.

Tamaño del lote	Tamaño de la muestra	Número permitido de defectuosos	Número defectuosos para rechazo
2 a 8	2	0	1
9 a 15	3	0	1
16 a 25	5	0	1
26 a 50	8	1	2
51 a 90	13	1	2
91 a 150	20	1	2
151 a 280	32	2	3
281 a 500	50	3	4
501 a 1200	80	5	6
1201 a 3200	125	7	8
3201 a 10000	200	10	11

**Tabla 3.27** Muestreo para ensayos mecánicos.

Tamaño del lote	Tamaño de la muestra	Número permitido de defectuosos	Número defectuosos para rechazo
2 a 8	2	0	1
9 a 15	2	0	1

Tamaño del lote	Tamaño de la muestra	Número permitido de defectuosos	Número defectuosos para rechazo
16 a 25	3	0	1
26 a 50	3	0	1
51 a 90	5	1	2
91 a 150	5	1	2
151 a 280	8	1	2
281 a 500	8	1	2
501 a 1200	13	1	2
1201 a 3200	13	1	2
3201 a 10000	20	1	2

Los criterios de rechazo o aceptación de luminarias se consideran cuando los materiales de producción pertenecen a un solo lote de materia prima o cuando las cajas se fabrican en distintos lotes [34].

### 3.5.2. EQUIPO Y AMBIENTE PARA REALIZAR MEDICIONES

Es necesario que para realizar las mediciones, los equipos y el ambiente deben cumplir ciertos requisitos o características para una correcta obtención de mediciones. Debido a que las mediciones van a ser realizadas en Ecuador y consta de 4 regiones que son insular, costa, sierra y oriente, es de importancia tener en cuenta la variedad de climas, de esta manera la temperatura adecuada para realizar las mediciones debe ser 25°C +/-10°C.

La fuente de voltaje debe ser de 220 V eficaz, esta debe ser estable con un máximo de variación de +/- 1% y la frecuencia debe ser de 60Hz +/-0.5%, en el caso de necesitar voltajes superiores se deberá utilizar transformadores que se conecten a los tableros de distribución del laboratorio donde se vayan a realizar las mediciones.

Se deben utilizar cables y herramientas en buen estado para realizar las conexiones de los equipos.

El equipo de medición debe ser un analizador de calidad eléctrica y energía, con un rango de medida de voltaje de por lo menos de 0 V a 500 V con una resolución de 0.1 V y una precisión de +/-0.1% de la voltaje nominal, debe soportar una frecuencia de 60 Hz +/-5%, debe tener la capacidad de medir potencia activa, potencia reactiva y armónicos de voltaje y corriente. En el momento de la toma de registros se debe tener muy en cuenta el rango de medición de los dispositivos (TC y TP) de corriente y voltaje la relación de

transformación ya que si se elige erróneamente este, se tendrá demasiado ruido en las señales medidas provocando así errores en las mediciones.

El laboratorio donde se realizarán las mediciones se debe encontrar ordenado y limpio, en especial al momento de las mediciones no se deben encontrar objetos magnéticos y mucho menos cerca del balasto (al menos de 25mm) de cualquier cara de este.

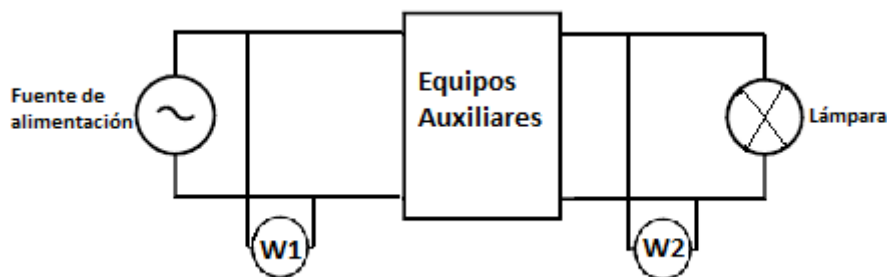
### **3.5.3. PROCEDIMIENTO PARA OBTENCIÓN DE DATOS**

Este procedimiento será realizado en base algunas normas internacionales, teniendo prioridad a la norma colombiana NTC 2118 “Balastos para bombillas de descarga” y NTC 2243 “Bombillas de sodio de alta presión” [24], [35]. Existen normas y ensayos en los cuales para el estudio se utilizan luminarias “ideales” y balastos patrón como es en los ensayos realizados en la norma técnica colombiana NTC 3657 “Pérdidas máximas en balastos”, mediante esta norma se ha guiado para realizar la Regulación vigente (006/18) para las pérdidas en los auxiliares del país. Estos ensayos no representan a la realidad, debido a que en el sistema de alumbrado público no se tiene luminarias “ideales” y balastos patrón, por lo que con este procedimiento se busca tener datos más reales de las pérdidas con las cuales se ajustará los valores de pérdidas de los auxiliares para la Regulación vigente.

En primer lugar para realizar las mediciones, las lámparas deben ser envejecidas durante 100 horas con la ayuda de un balasto comercial y en posición normal de funcionamiento, es decir de forma horizontal [35].

Luego de esto, se debe armar el circuito que se encuentra en la Figura 3.28 con todos los dispositivos necesarios para encender la bombilla y además conectar el analizador de señales con el que se tomará las mediciones (no olvidar utilizar una correcta relación de transformación para la toma de mediciones), además las lámparas deben cumplir con los requisitos de la Tabla 2.4 y la Tabla 2.5. Nota: W1 y W2 representan los dos analizadores de calidad y energía a utilizar o en el caso de ser un analizador trifásico se podrá realizar con uno solo, tomando en cuenta una línea como referencia y las otras dos líneas representarían cada analizador.





**Figura 3.28.** Circuito de medición

Antes de realizar las mediciones se debe realizar un ensayo de calentamiento, es decir que la lámpara debe encontrarse encendida por lo menos 10 horas antes del ensayo, esto es necesario en especial para las lámparas de vapor de sodio de alta presión debido a que necesitan estabilizarse, luego de esto se inicia las mediciones [35] en base al lote de muestreo para cada una de las empresas eléctricas.

Finalmente luego de tomar las mediciones se debe esperar una horas para el enfriamiento de la lámpara y su posterior traslado a bodegas, para una futura instalación de serlo necesario.

#### **3.5.4. MAGNITUDES POR MEDIR**

Las mediciones deben ser realizadas mediante el analizador de señales, estas mediciones deben ser programadas o tomadas manualmente por lo menos cada 10 minutos durante 24 horas. Las magnitudes que se necesita son las siguientes:

- Armónicos (THDv, THDi).
- Voltaje de entrada (en los terminales antes del balasto).
- Potencia activa, reactiva y aparente (en los terminales antes del balasto).
- Factor de potencia en la lámpara.
- Voltaje en la bombilla (en los terminales después del balasto).
- Potencia activa, reactiva y aparente de la bombilla (en los terminales después del balasto).

#### **3.5.5. FORMATO PROPUESTO PARA PRESENTAR DATOS**

En la Tabla 3.28 se presenta un formato con el que las empresas distribuidoras a nivel nacional deberán ingresar la información medida, para luego realizar una validación de

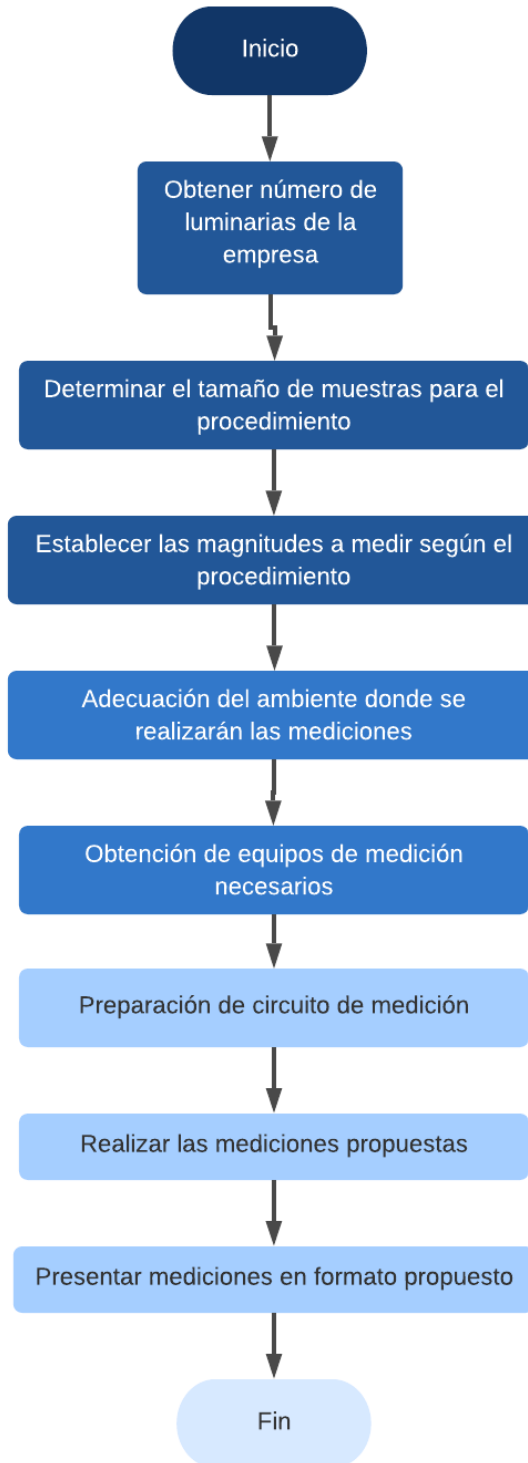
datos y un análisis de estos con el fin de ajustar los porcentajes de los consumos de los auxiliares del sistema de alumbrado público, esto será realizado por la Agencia Nacional de Regulación.

**Tabla 3.28** Formato para la presentación de la información

CÓDIGO DE LUMINARIA	POTENCIA DE LUMINARIA	TIPO DE LUMINARIA	CÓDIGO DE BALASTO	TIPO DE BALASTO	ARMONICOS		VOLTAJES		POTENCIAS		FACTOR DE POTENCIA
					VOLTAJE	CORRIENTE	TERMINALES ANTES DEL BALASTO	TERMINALES DESPUES DEL BALASTO	TERMINALES ANTES DEL BALASTO	TERMINALES DESPUES DEL BALASTO	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

### 3.5.6. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCEDIMIENTO PRESENTADO

A continuación, se presenta un diagrama de flujo detallado con el fin de facilitar la comprensión del procedimiento propuesto.



**Figura 3.29.** Diagrama de flujo del procedimiento para obtención de datos de pérdidas en los balastos

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. CONCLUSIONES

- Resultado del análisis realizado se ha identificado que en el catastro de alumbrado público (geodatabase) existen inconsistencias en la información geográfica, entre las principales se puede citar: ingreso de datos en campos equivocados, campos vacíos o códigos con información errónea y en otros casos sin coherencia; esto permite concluir que para el análisis de los tiempos de funcionamiento no se cuenta con datos que aporten.
- Para el análisis de las pérdidas en los elementos auxiliares del sistema de alumbrado público no se contó con información de calidad, especialmente del tipo de balastos, tasas de fallas, existencia de medición y tipo de control de luminarias; las empresas distribuidoras se limitaron a asignar un campo donde se identifica como pérdidas los porcentajes máximos establecidos en la Regulación vigente.
- Con la realización del presente estudio se ha podido identificar que algunas empresas distribuidoras incorporan dentro del catastro de sistema alumbrado público elementos que corresponden al sistema de semaforización y vigilancia; esto permitió tomar acciones correctivas y, en la actualidad las empresas distribuidoras cuentan un catastro diferente sin embargo aún se requiere el consumo de energía de estos elementos sea registrado individualmente.
- Considerando los aspectos antes referidos, respecto de la falta de información se desarrolló una metodología basada en normas internacionales, la cual podría ser incluida como parte de la Regulación vigente de alumbrado público, con la cual se podrá calcular las pérdidas del sistema de alumbrado público de manera más acorde a la realidad en cuanto al tiempo de funcionamiento y los tipos de balastos con sus correspondientes pérdidas.
- Es necesario considerar en la Regulación vigente la incorporación de las pérdidas correspondientes al balasto tipo autotransformador, debido a que estos consumen aproximadamente el doble de energía que los de tipo reactor (para una mayor referencia refiérase a la Tabla 3.5 y Tabla 3.6).
- En base al estudio realizado se ha identificado que los consumos de auxiliares planteados en la Regulación vigente son inferiores respecto de la normativa internacional e información existente, por lo cual, la propuesta metodológica desarrollada establece un criterio único a nivel nacional, con el cual se podrá

determinar los valores de pérdidas en los balastos de las luminarias, considerando información más cercana a la realidad y tecnologías de luminarias existentes en el país.

- La metodología antes referida considera aspectos como: métodos de muestreo y magnitudes a medir, mediante el cual se recopilará información de pérdidas de las luminarias existentes y que se incorporen en el sistema de alumbrado público del país; con estos datos se podrá ajustar y actualizar permanentemente la Regulación vigente.
- Para el análisis de consumos de energía se puede observar que utilizando los porcentajes de consumos de auxiliares de la propuesta realizada, la energía será mayor debido a que estos son mayores que los de la Regulación, pero para el caso del tiempo de funcionamiento, se ha analizado el consumo de energía con los tiempos de funcionamiento de 12 horas, 11 horas y 56 minutos y con el tiempo variable a lo largo del año se ha concluido que el consumo de energía disminuirá en aproximadamente 7.500 MWh para el año 2019 utilizando los tiempos de funcionamiento variables con respecto a las 12 horas de funcionamiento establecidos por la Regulación.
- A pesar de las políticas que se han incorporado respecto al reemplazo de tecnologías más eficientes y menos contaminantes en iluminación (luminarias de mercurio), se evidencia que aún existen en el país 50.829 luminarias de mercurio, además de 980 luminarias de inducción.

## **4.2. RECOMENDACIONES**

- A pesar de las políticas que se han incorporado respecto al reemplazo de luminarias de tecnologías antiguas como las de mercurio e inducción, se han identificado que aún existen aproximadamente un 5% de luminarias con estas tecnologías, y se recomienda que deben ser reemplazadas en corto plazo.
- Para la construcción se debe considerar los parámetros de las luminarias como es la vida útil y la del índice de protección, debido que si estos parámetros se encuentran dentro de rangos establecidos, el mantenimiento de las luminarias se lo realizará con menor frecuencia, especialmente en la costa.
- La Regulación cuenta con una sección en la que explica como calcular la tasa de fallas, esto no ha sido aplicado por ninguna empresa distribuidora, mediante una reunión virtual que se ha logrado con algunas empresas distribuidoras, han

manifestado que han encontrado inconvenientes en la aplicación de las fórmulas, por eso se recomienda analizar las ecuaciones que se encuentran en la Regulación vigente.

- Se recomienda que el procedimiento propuesto se realice por parte de las empresas distribuidoras lo antes posible con el fin de obtener datos y ajustar los porcentajes de consumos de auxiliares.
- Se recomienda al Centro Nacional de Análisis Geográfico y Técnico (SIG-SAT) que en el reporte de las geodatabases se debe incluir información sobre los balastos debido a que los porcentajes de consumos varían con respecto al tipo de balasto que tenga la luminaria.
- Las geodatabases tienen una gran cantidad de información con respecto al sector eléctrico pero tienen algunas falencias además de que no tienen un único formato de entrega por parte de las empresas distribuidoras; esta información debería ser actualizada y tener errores en lo menos posible debido a que gracias a estos datos se podría realizar algunos estudios de estadística no solo para alumbrado público sino también para subestaciones, transformadores, acometidas, medidores, etc.
- Se recomienda tener en cuenta este documento para posteriores estudios de pérdidas de potencia del sistema de alumbrado público en flujos de potencia y de esta manera verificar su convergencia.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Agencia de Regulación y Control de Electricidad, “Prestación del Servicio de Alumbrado Público General”. ARCONEL, 2018.
- [2] Guillermo Rodríguez Lara, “Ley Básica de Electrificación”. sep-1973.
- [3] Agencia de Regulación y Control de Electricidad, “Atlas del Sector Eléctrico Ecuatoriano”. ARCONEL, 2018.
- [4] Ministerio de Electricidad y Energía Renovable y Sistema Integrado para la Gestión de la Distribución Eléctrica, “Homologación de las Unidades de Propiedad (UP) y Unidades de Construcción (UC) del Sistema de Distribución Eléctrica”. 2011.
- [5] A. M. Nuria Castillo, “Criterios de Elección de Luminarias”. E.T.S. Arquitectura, 2017.
- [6] Normalización Española, “Lámparas y Equipos Asociados”. UNE, 2018.
- [7] Gabriela Carrillo, “Lámparas de Sodio en el Alumbrado Público”, 2017. [En línea]. Disponible en: <http://www.transmagneca.com/wordpress/por-que-se-usan-las-lamparas-de-sodio-en-el-alumbrado-publico/>.
- [8] D. de E. E. Consejo Nacional de Energía, “Alumbrado Público”. 2011.
- [9] Cristina Morente, “Fuentes de Luz y Equipos Auxiliares.”, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/sistemasIluminacion-fuentesDeLuz-OtrosTipos.php>.
- [10] Fausto Patricio Granda, “Estudio técnico económico de sistemas de alumbrado público”. 1982.
- [11] CAIB, “Alumbrado público - Tecnologías eficientes”. [En línea]. Disponible en: [http://www.caib.es/conselleries/industria/dgener/user/portalenenergia/pla\\_eficiencia\\_en\\_ergetica/enllumenat\\_2.es.html](http://www.caib.es/conselleries/industria/dgener/user/portalenenergia/pla_eficiencia_en_ergetica/enllumenat_2.es.html). [Consultado: 22-oct-2019].
- [12] Jorge Bustamante, “Manual del Instalador”. 2017.
- [13] Sergi Ramos Munté, “Cálculo Luminotécnico del Alumbrado Público de una Calle en Zona Urbana”, Trabajo de Fin de Grado, Universitat Rovira I Virgili, Tarragona, 2016.
- [14] Cristina Morente, “Fundamentos de Iluminación”. [En línea]. Disponible en: <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/fundamentosIluminacion-magnitudesLuminosas.php>.
- [15] Israel Mockey, Joaquín Cuervo, y Maikel Rodríguez, “Evaluación de la depreciación luminosa y la eficiencia energética de los sistemas de alumbrado viario”, *SCIELO*, 2018. [En línea]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59012012000100004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012012000100004). [Consultado: 05-nov-2019].
- [16] Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, “Valores / Misión / Visión - MERNNR”, *MERNNR*, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.recursosyenergia.gob.ec/valores-mision-vision-e/>.
- [17] Asamblea Nacional República del Ecuador, “Ley de Régimen del Sector Eléctrico”. Registro Oficial N° 43, 10-oct-1996.
- [18] Asamblea Nacional República del Ecuador, “Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica”. Registro Oficial N° 418, 16-ene-2015.
- [19] Centro Nacional de Control de Electricidad, “Valores / Misión / Visión - CENACE”. [En línea]. Disponible en: [http://www.cenace.org.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=264&Itemid=53](http://www.cenace.org.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=264&Itemid=53). [Consultado: 06-nov-2019].
- [20] Agencia de Regulación y Control de Electricidad, “Informe de Gestión”. ARCONEL, 2018.
- [21] Agencia de Regulación y Control de Electricidad, “Valores / Misión / Visión – ARCONEL”. [En línea]. Disponible en: <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/valores-mision-vision/>. [Consultado: 06-nov-2019].

- [22] Centrales eléctricas del norte de Santander, “Especificaciones técnicas de elementos y accesorios de iluminación CENS-NORMA TÉCNICA -CNS-NT-11-19”. CENS, feb-2015.
- [23] ANSI, “American National Standar for Lamp Ballasts – Ballas for High-Intensity-Discharge and Low Pressure Sodium Lamps”. ANSI, 2017.
- [24] Norma Técnica Colombiana, “Pérdidas máximas en balastos, para bombillas de alta intensidad de descarga.” ICONTEC, 2003.
- [25] D. O’Keefe y S. Eddy, “HID Lamps and Ballasts”. Otawwa, 2010.
- [26] Ministerio de Minas y Energía, “Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público.” 30-mar-2010.
- [27] Santiago Cañar, “Cálculo detallado de pérdidas en sistemas eléctricos de distribución aplicado al alimentador ‘Universidad’ perteneciente a la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.”, Tesis, Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2007.
- [28] John A. Duffie y William A. Beckam, “Solar Engineering of Thermal Processes”. WILEY, 2013.
- [29] NOAA Global Monitoring Division, “General Solar Position Calculations”. NOAA, 2015.
- [30] Yogi Goswami, “Principles of Solar Engineering”. CRC Press, 2015.
- [31] “Sunrise and Sunset”, *Sunrise-and-Sunset*, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.sunrise-and-sunset.com/es/sun/ecuador/salinas/2015/mayo>. [Consultado: 12-nov-2019].
- [32] “Time and Date”, *Time and Date*, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.timeanddate.com/>.
- [33] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, “Procedimiento de muestreo para inspección por atributos”. ICONTEC, 03-abr-2002.
- [34] División Ingeniería y Obras, “Especificaciones técnicas para luminarias de sodio de 1000W”. CODENSA, nov-2000.
- [35] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, “Bombillas de Sodio de Alta Presión”. ICONTEC, 25-nov-1998.



## **ANEXOS**

ANEXO A. CÓDIGO DE PYTHON UTILIZADO PARA EL TRATAMIENTO DE DATOS

ANEXO B. CODIFICACIÓN DE PROVINCIAS, CANTONES Y PARROQUIAS

ANEXO C. CANTIDAD DE LUMINARIAS DE LAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DEL AÑO 2019

ANEXO D. CONSUMO DE AUXILIARES MENSUALES DE LAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS

ANEXO E. TIEMPOS DE FUNCIONAMIENTO ANUAL DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO DE LAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS

ANEXO F. CUADRO FODA DE METODOLOGÍA Y REGULACIÓN VIGENTE

ANEXO G. PÉRDIDAS TÉCNICAS, PÉRDIDAS NO TÉCNICAS Y PÉRDIDAS EN EL ALUMBRADO PÚBLICO.

## **ANEXO A. CÓDIGO DE PYTHON UTILIZADO PARA EL TRATAMIENTO DE DATOS**

La información se encuentra en el CD adjunto debido a su extensión.

## **ANEXO B. CODIFICACIÓN DE PROVINCIAS, CANTONES Y PARROQUIAS**

La información se encuentra en el CD adjunto debido a su extensión.

## ANEXO C. CANTIDAD DE LUMINARIAS DE LAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DEL AÑO 2019

Tabla C. 1. Cantidad de luminarias de las empresas distribuidoras del año 2019

EMPRESA	MES												INCREMENTO ANUAL
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
CNEL BOLIVAR	18810	18893	18959	19038	19154	19185	19328	19333	19439	19541	19437	19413	3,11%
CNEL EL ORO	83855	84411	84639	85105	85553	85570	85572	85754	86113	86169	86234	86310	2,84%
CNEL ESMERALDAS	46582	46870	47026	47563	47704	47705	47803	47934	48192	48259	48425	48691	4,33%
CNEL GUAYAQUIL	172300	173146	173607	181309	174134	174536	174667	174679	174724	175229	175296	175322	1,72%
CNEL GUAYAS LOS RIOS	89762	90618	91306	92890	93806	94756	94968	94968	95863	96323	96800	97261	7,71%
CNEL LOS RIOS	27973	30219	30320	30469	30650	30676	30650	30775	30818	31195	31195	31519	11,25%
CNEL MANABI	99371	99586	99923	99778	100170	100232	100216	100674	101130	101859	102488	102539	3,09%
CNEL MILAGRO	44373	44929	45318	45927	45999	46046	46270	46306	46429	46601	46586	46878	5,34%
CNEL STA ELENA	41753	42250	41386	42490	43030	43463	43886	44480	44869	45025	45495	45562	8,36%
CNEL STO DOMINGO	71369	72078	72321	72606	72987	73059	73368	73660	73731	74268	74776	74980	4,82%
CNEL SUCUMBOS	38138	38162	38181	38408	38594	38614	38628	38628	38711	38711	49116	48924	22,05%
EE AMBATO	111126	113492	114218	115620	103700	117066	117774	118427	119418	119541	120091	121428	8,48%
EE AZOGUES	15647	15649	15677	15717	15824	15840	15890	16308	16496	16630	16803	16886	7,34%
EE CENTROSUR	134382	134943	135657	136709	136709	138587	139248	139766	140296	141678	142365	143935	6,64%
EE COTOPAXI	47513	47526	47634	47723	48630	49282	49883	50038	50110	46311	50835	50895	6,65%
EE GALAPAGOS	3549	3549	3546	3546	3633	3684	3796	3804	3855	3857	3909	4616	23,12%
EE NORTE	87930	89624	90607	91606	92513	93002	93177	94362	95117	96231	97412	97412	9,73%
EE QUITO	276381	277284	278299	278943	279492	279579	279992	280632	280853	281309	282312	282869	2,29%
EE RIOBAMBA	56047	56454	56743	57345	57711	57973	58369	58369	59106	59871	60368	60572	7,47%
EE SUR	61753	62796	62837	62902	63301	63624	64058	64192	64412	64668	64855	65018	5,02%
<b>TOTAL</b>	1528614	1542479	1548204	1565694	1553294	1572479	1577543	1583089	1589682	1593276	1614798	1621030	5,70%
<b>INCREMENTO MES A MES</b>	0	0,90%	0,37%	1,12%	-0,80%	1,22%	0,32%	0,35%	0,41%	0,23%	1,33%	0,38%	

**Tabla C. 2.** Cantidad de luminarias de las empresas distribuidoras de años anteriores.

EMPRESA		LUMINARIAS		
		2016	2017	2018
CNEL EP	GUAYAQUIL	159.323	164.606	171.968
	MANABI	107.664	116.102	119.745
	EL ORO	82.153	81.039	88.274
	GUAYAS LOS RIOS	77.623	80.024	84.716
	SANTO DOMINGO	56.027	62.601	69.617
	ESMERALDAS	40.242	43.119	46.474
	MILAGRO	36.749	42.304	43.889
	SANTA ELENA	32.751	37.821	41.206
	LOS RIOS	25.868	36.459	38.079
	SUCUMBIOS	33.456	27.802	30.420
BOLIVAR	15.273	16.565	18.745	
CNEL EP		667.129	708.442	753.133
EMPRESA ELECTRICA	QUITO	257.712	265.910	275.643
	CENTRO SUR	115.560	125.165	134.494
	AMBATO	91.182	100.069	109.467
	NORTE	76.404	79.909	88.791
	RIOBAMBA	48.746	56.369	64.983
	SUR	53.941	52.606	55.898
	COTOPAXI	38.227	42.594	47.320
	AZOGUES	14.023	14.565	15.647
GALAPAGOS	3.279	3.400	3.542	
EMPRESA ELECTRICA		699.074	740.587	795.785
TOTAL		1.366.203	1.449.029	1.548.918

**Tabla C. 3.** Cantidad de luminarias del mes de enero.

EMPRESA	TIPO DE LUMINARIA					TOTAL
	Sodio	Mercurio	Led	Halogenuro Metálico	Inducción	
EE CENTROSUR	126753	2332	4473	824	0	134382
CNEL BOLIVAR	17031	1592	186	1	0	18810
CNEL EL ORO	73919	3620	3276	3040	0	83855
CNEL ESMERALDAS	44741	1002	839	0	0	46582
CNEL GUAYAQUIL	147612	17406	1282	6000	0	172300
CNEL GUAYAS LOS RIOS	87755	1702	225	80	0	89762
CNEL LOS RIOS	27493	47	433	0	0	27973
CNEL MANABI	89572	9367	432	0	0	99371
CNEL MILAGRO	40200	3318	672	183	0	44373
CNEL STA ELENA	41034	713	6	0	0	41753
CNEL STO DOMINGO	66645	1670	3027	27	0	71369
CNEL SUCUMBIOS	37509	98	531	0	0	38138
EE AMBATO	108083	1403	1528	112	0	111126
EE AZOGUES	13874	758	783	232	0	15647

EE COTOPAXI	42843	4212	458	0	0	47513
EE GALAPAGOS	1585	12	1064	0	888	3549
EE NORTE	78805	6419	2543	163	0	87930
EE QUITO	260467	1699	4735	9388	92	276381
EE RIOBAMBA	54463	448	939	197	0	56047
EE SUR	56756	1011	3360	626	0	61753
<b>TOTAL</b>	<b>1417140</b>	<b>58829</b>	<b>30792</b>	<b>20873</b>	<b>980</b>	<b>1528614</b>

**Tabla C. 4.** Cantidad de luminarias del mes de febrero.

EMPRESA	TIPO DE LUMINARIA						TOTAL
	Halogenuro Metálico	Inducción	Led	Mercurio	No existe DN	Sodio	
CNEL BOLIVAR	1	0	186	1577	0	17129	18893
CNEL EL ORO	3040	0	3276	3618	8	74469	84411
CNEL ESMERALDAS	0	0	874	992	0	45004	46870
CNEL GUAYAQUIL	5992	0	1360	17563	124	148107	173146
CNEL GUAYAS LOS RIOS	80	0	323	1701	0	88514	90618
CNEL LOS RIOS	0	0	497	51	2102	27569	30219
CNEL MANABI	0	0	432	9356	0	89798	99586
CNEL MILAGRO	211	0	648	3269	374	40427	44929
CNEL STA ELENA	0	0	8	703	0	41539	42250
CNEL STO DOMINGO	27	0	3076	1669	0	67306	72078
CNEL SUCUMBOS	0	0	531	98	0	37533	38162
EE AMBATO	112	0	576	1403	2221	109180	113492
EE AZOGUES	232	0	538	758	245	13876	15649
EE CENTROSUR	860	0	4504	2306	0	127273	134943
EE COTOPAXI	0	0	458	4212	13	42843	47526
EE GALAPAGOS	0	888	1064	12	0	1585	3549
EE NORTE	163	0	2549	6312	687	79913	89624
EE QUITO	9388	92	4767	1699	0	261338	277284
EE RIOBAMBA	197	0	1537	444	0	54276	56454
EE SUR	626	0	3360	1011	1043	56756	62796
<b>TOTAL</b>	<b>20929</b>	<b>980</b>	<b>30564</b>	<b>58754</b>	<b>6817</b>	<b>1424435</b>	<b>1542479</b>

**Tabla C. 5.** Cantidad de luminarias del mes de marzo.

EMPRESA	TIPO DE LUMINARIA						TOTAL
	Halogenuro Metálico	Inducción	Led	Mercurio	No existe DN	Sodio	
CNEL BOLIVAR	1	0	190	1576	0	17192	18959
CNEL EL ORO	3040	0	3286	3485	14	74814	84639
CNEL ESMERALDAS	0	0	874	982	0	45170	47026
CNEL GUAYAQUIL	5952	0	1411	17568	8	148668	173607
CNEL GUAYAS LOS RIOS	80	0	397	1699	0	89130	91306
CNEL LOS RIOS	0	0	497	1199	0	28624	30320
CNEL MANABI	0	0	432	9356	0	90135	99923
CNEL MILAGRO	220	0	583	3306	477	40732	45318
CNEL STA ELENA	0	0	8	481	0	40897	41386
CNEL STO DOMINGO	27	0	3078	1671	0	67545	72321

EMPRESA	TIPO DE LUMINARIA						TOTAL
	Halogenuro Metálico	Inducción	Led	Mercurio	No existe DN	Sodio	
CNEL SUCUMBIOS	0	0	531	98	0	37552	38181
EE AMBATO	112	0	3800	1403	0	108903	114218
EE AZOGUES	232	0	783	762	0	13900	15677
EE CENTROSUR	835	0	4661	2300	0	127861	135657
EE COTOPAXI	0	0	459	4211	13	42951	47634
EE GALAPAGOS	0	888	1062	12	0	1584	3546
EE NORTE	163	0	2612	6283	658	80891	90607
EE QUITO	9397	92	4836	1694	0	262280	278299
EE RIOBAMBA	203	0	1902	447	0	54191	56743
EE SUR	573	0	4969	1006	0	56289	62837
<b>TOTAL</b>	<b>20835</b>	<b>980</b>	<b>36371</b>	<b>59539</b>	<b>1170</b>	<b>1429309</b>	<b>1548204</b>

Tabla C. 6. Cantidad de luminarias del mes de abril.

EMPRESA	TIPO DE LUMINARIA						TOTAL
	Halogenuro Metálico	Inducción	Led	Mercurio	No existe DN	Sodio	
CNEL BOLIVAR	1	0	190	1576	8	17263	19038
CNEL EL ORO	3040	0	3286	3212	0	75567	85105
CNEL ESMERALDAS	0	0	874	978	0	45711	47563
CNEL GUAYAQUIL	5908	0	1665	17614	0	156122	181309
CNEL GUAYAS LOS RIOS	80	0	480	1705	0	90625	92890
CNEL LOS RIOS	0	0	497	56	1143	28773	30469
CNEL MANABI	0	0	432	9356	0	89990	99778
CNEL MILAGRO	237	0	867	3321	458	41044	45927
CNEL STA ELENA	0	0	17	665	0	41808	42490
CNEL STO DOMINGO	27	0	3074	1671	0	67834	72606
CNEL SUCUMBIOS	0	0	629	98	76	37605	38408
EE AMBATO	112	0	4053	1403	0	110052	115620
EE AZOGUES	232	0	821	766	0	13898	15717
EE CENTROSUR	835	0	5879	2296	0	127699	136709
EE COTOPAXI	0	0	459	4211	13	43040	47723
EE GALAPAGOS	0	837	1336	12	0	1361	3546
EE NORTE	163	0	2750	6224	748	81721	91606
EE QUITO	9396	92	4906	1693	0	262856	278943
EE RIOBAMBA	215	0	2189	446	0	54495	57345
EE SUR	587	0	5018	1006	0	56291	62902
<b>TOTAL</b>	<b>20833</b>	<b>929</b>	<b>39422</b>	<b>58309</b>	<b>2446</b>	<b>1443755</b>	<b>1565694</b>

C. 7. Cantidad de luminarias del mes de mayo.

EMPRESA	TIPO DE LUMINARIA						TOTAL
	Halogenuro Metálico	Inducción	Led	Mercurio	No existe DN	Sodio	
CNEL BOLIVAR	1	0	190	1575	8	17380	19154
CNEL EL ORO	3050	0	3441	3171	11	75880	85553

EMPRESA	TIPO DE LUMINARIA						TOTAL
	Halogenuro Metálico	Inducción	Led	Mercurio	No existe DN	Sodio	
CNEL ESMERALDAS	0	0	874	990	0	45840	47704
CNEL GUAYAQUIL	5907	0	1688	17238	0	149301	174134
CNEL GUAYAS LOS RIOS	80	0	480	1714	0	91532	93806
CNEL LOS RIOS	0	0	544	56	1147	28903	30650
CNEL MANABI	0	0	862	9356	0	89952	100170
CNEL MILAGRO	237	0	1330	3324	0	41108	45999
CNEL STA ELENA	0	0	35	614	12	42369	43030
CNEL STO DOMINGO	27	0	3138	1667	0	68155	72987
CNEL SUCUMBIOS	0	0	629	98	0	37867	38594
EE AMBATO	112	0	1170	1408	344	100666	103700
EE AZOGUES	232	0	821	770	3	13998	15824
EE CENTROSUR	835	0	5879	2296	0	127699	136709
EE COTOPAXI	0	0	459	4197	13	43961	48630
EE GALAPAGOS	0	816	1432	12	0	1373	3633
EE NORTE	163	0	2941	6127	892	82390	92513
EE QUITO	9382	92	4934	1692	0	263392	279492
EE RIOBAMBA	215	0	2200	445	0	54851	57711
EE SUR	594	0	5258	1006	0	56443	63301
<b>TOTAL</b>	<b>20835</b>	<b>908</b>	<b>38305</b>	<b>57756</b>	<b>2430</b>	<b>1433060</b>	<b>1553294</b>

Tabla C. 8. Cantidad de luminarias del mes de junio.

EMPRESA	TIPO DE LUMINARIA						TOTAL
	Halogenuro Metálico	Inducción	Led	Mercurio	No existe DN	Sodio	
CNEL BOLIVAR	1	0	190	1575	8	17411	19185
CNEL EL ORO	3050	0	3441	3171	0	75908	85570
CNEL ESMERALDAS	0	0	874	985	6492	39354	47705
CNEL GUAYAQUIL	5896	0	1688	16953	0	149999	174536
CNEL GUAYAS LOS RIOS	80	0	596	1715	0	92365	94756
CNEL LOS RIOS	0	0	544	56	1140	28936	30676
CNEL MANABI	0	0	871	9356	0	90005	100232
CNEL MILAGRO	239	0	1331	3320	0	41156	46046
CNEL STA ELENA	0	0	35	581	13	42834	43463
CNEL STO DOMINGO	27	0	3175	1667	0	68190	73059
CNEL SUCUMBIOS	0	0	629	98	0	37887	38614
EE AMBATO	105	0	4167	1393	0	111401	117066
EE AZOGUES	232	0	821	786	0	14001	15840
EE CENTROSUR	833	0	6004	2266	0	129484	138587
EE COTOPAXI	0	0	459	4174	14	44635	49282
EE GALAPAGOS	0	715	1555	12	0	1402	3684
EE NORTE	163	0	4014	6105	0	82720	93002
EE QUITO	9380	92	4934	1688	0	263485	279579
EE RIOBAMBA	221	0	2231	439	0	55082	57973
EE SUR	592	0	5450	1006	0	56576	63624
<b>TOTAL</b>	<b>20819</b>	<b>807</b>	<b>43009</b>	<b>57346</b>	<b>7667</b>	<b>1442831</b>	<b>1572479</b>

**Tabla C. 9.** Cantidad de luminarias del mes de julio.

EMPRESA	TIPO DE LUMINARIA						TOTAL
	Halogenuro Metálico	Inducción	Led	Mercurio	No existe DN	Sodio	
CNEL BOLIVAR	0	0	194	1066	610	17458	19328
CNEL EL ORO	0	0	3376	3121	4141	74934	85572
CNEL ESMERALDAS	0	0	873	981	2347	43602	47803
CNEL GUAYAQUIL	0	0	1688	7339	27459	138181	174667
CNEL GUAYAS LOS RIOS	0	0	632	1711	458	92167	94968
CNEL LOS RIOS	0	0	544	56	1147	28903	30650
CNEL MANABI	0	0	871	9354	958	89033	100216
CNEL MILAGRO	0	0	1180	2110	2616	40364	46270
CNEL STA ELENA	0	0	35	515	12	43324	43886
CNEL STO DOMINGO	0	0	3194	1651	370	68153	73368
CNEL SUCUMBIOS	0	0	531	74	1065	36958	38628
EE AMBATO	105	0	4409	1393	0	111867	117774
EE AZOGUES	232	0	821	785	0	14052	15890
EE CENTROSUR	782	0	6184	2252	0	130030	139248
EE COTOPAXI	0	0	491	4071	14	45307	49883
EE GALAPAGOS	0	716	1666	12	0	1402	3796
EE NORTE	41	0	4206	6165	0	82765	93177
EE QUITO	9407	92	4960	1681	0	263852	279992
EE RIOBAMBA	221	0	2309	435	0	55404	58369
EE SUR	601	0	5836	1004	0	56617	64058
<b>TOTAL</b>	<b>11389</b>	<b>808</b>	<b>44000</b>	<b>45776</b>	<b>41197</b>	<b>1434373</b>	<b>1577543</b>

**Tabla C. 10.** Cantidad de luminarias del mes de agosto.

EMPRESA	TIPO DE LUMINARIA						TOTAL
	Halogenuro Metálico	Inducción	Led	Mercurio	No existe DN	Sodio	
CNEL BOLIVAR	1	0	194	1570	4	17564	19333
CNEL EL ORO	3050	0	3486	3171	0	76047	85754
CNEL ESMERALDAS	0	0	873	977	2367	43717	47934
CNEL GUAYAQUIL	5820	0	1688	16565	2402	148204	174679
CNEL GUAYAS LOS RIOS	80	0	632	1712	0	92544	94968
CNEL LOS RIOS	0	0	551	1182	11	29031	30775
CNEL MANABI	0	0	871	9328	6	90469	100674
CNEL MILAGRO	242	0	1331	3307	3	41423	46306
CNEL STA ELENA	0	0	41	511	11	43917	44480
CNEL STO DOMINGO	27	0	3199	1665	0	68769	73660
CNEL SUCUMBIOS	0	0	629	98	0	37901	38628
EE AMBATO	105	0	4717	1393	0	112212	118427
EE AZOGUES	232	0	821	785	0	14470	16308
EE CENTROSUR	782	0	6184	2266	0	130534	139766
EE COTOPAXI	13	0	491	4019	0	45515	50038
EE GALAPAGOS	0	713	1675	12	0	1404	3804
EE NORTE	40	0	4262	6134	0	83926	94362
EE QUITO	9415	92	4964	1644	0	264517	280632



EMPRESA	TIPO DE LUMINARIA						TOTAL
	Halogenuro Metálico	Inducción	Led	Mercurio	No existe DN	Sodio	
EE RIOBAMBA	221	0	2309	435	0	55404	58369
EE SUR	601	0	5975	995	0	56621	64192
<b>TOTAL</b>	20629	805	44893	57769	4804	1454189	1583089

**Tabla C. 11.** Cantidad de luminarias del mes de septiembre.

EMPRESA	TIPO DE LUMINARIA						TOTAL
	No existe DN	Halogenuro Metálico	Inducción	Led	Mercurio	Sodio	
CNEL BOLIVAR	0	1	0	198	1562	17678	19439
CNEL EL ORO	0	3050	0	3486	3170	76407	86113
CNEL ESMERALDAS	2367	0	0	873	969	43983	48192
CNEL GUAYAQUIL	0	5880	0	1688	16767	150389	174724
CNEL GUAYAS LOS RIOS	0	80	0	632	1715	93436	95863
CNEL LOS RIOS	11	0	0	551	1180	29076	30818
CNEL MANABI	18	0	0	878	9312	90922	101130
CNEL MILAGRO	0	242	0	1331	3308	41548	46429
CNEL STA ELENA	11	0	0	45	473	44340	44869
CNEL STO DOMINGO	0	27	0	3234	1665	68805	73731
CNEL SUCUMBOS	0	15	0	638	98	37960	38711
EE AMBATO	0	104	0	5350	1393	112571	119418
EE AZOGUES	0	232	0	821	785	14658	16496
EE CENTROSUR	0	782	0	6292	2258	130964	140296
EE COTOPAXI	0	13	0	491	3986	45620	50110
EE GALAPAGOS	0	0	720	1699	12	1424	3855
EE NORTE	0	40	0	4509	6111	84457	95117
EE QUITO	0	9415	92	4989	1644	264713	280853
EE RIOBAMBA	0	221	0	2400	434	56051	59106
EE SUR	0	601	0	6024	995	56792	64412
<b>TOTAL</b>	2407	20703	812	46129	57837	1461794	1589682

**Tabla C. 12.** Cantidad de luminarias del mes de octubre.

EMPRESA	TIPO DE LUMINARIA						TOTAL
	No existe DN	Halogenuro Metálico	Inducción	Led	Mercurio	Sodio	
CNEL BOLIVAR	0	1	0	198	1549	17793	19541
CNEL EL ORO	0	3050	0	3486	3162	76471	86169
CNEL ESMERALDAS	2340	0	0	873	969	44077	48259
CNEL GUAYAQUIL	0	5880	0	1688	16759	150902	175229
CNEL GUAYAS LOS RIOS	0	118	0	799	1707	93699	96323
CNEL LOS RIOS	11	0	0	558	1178	29448	31195
CNEL MANABI	16	0	0	888	9287	91668	101859
CNEL MILAGRO	0	242	0	1432	3307	41620	46601
CNEL STA ELENA	15	0	0	49	473	44488	45025
CNEL STO DOMINGO	0	27	0	3332	1659	69250	74268

EMPRESA	TIPO DE LUMINARIA						TOTAL
	No existe DN	Halogenuro Metálico	Inducción	Led	Mercurio	Sodio	
CNEL SUCUMBIOS	0	15	0	638	98	37960	38711
EE AMBATO	0	103	0	6275	1393	111770	119541
EE AZOGUES	1	232	0	829	785	14783	16630
EE CENTROSUR	0	782	0	6482	2237	132177	141678
EE COTOPAXI	13	0	0	444	4262	41592	46311
EE GALAPAGOS	0	0	724	1702	12	1419	3857
EE NORTE	0	40	0	5171	6186	84834	96231
EE QUITO	0	9441	92	5006	1642	265128	281309
EE RIOBAMBA	0	221	0	2557	432	56661	59871
EE SUR	0	601	0	6123	993	56951	64668
TOTAL	2396	20753	816	48530	58090	1462691	1593276

Tabla C. 13. Cantidad de luminarias del mes de noviembre.

EMPRESA	TIPO DE LUMINARIA						TOTAL
	Halogenuro Metálico	Inducción	Led	Mercurio	No existe DN	Sodio	
CNEL BOLIVAR	1	0	198	1433	0	17805	19437
CNEL EL ORO	3050	0	3486	3161	1	76536	86234
CNEL ESMERALDAS	0	0	873	939	2335	44278	48425
CNEL GUAYAQUIL	5880	0	1688	16757	0	150971	175296
CNEL GUAYAS LOS RIOS	118	0	799	1699	0	94184	96800
CNEL LOS RIOS	0	0	558	1178	11	29448	31195
CNEL MANABI	0	0	948	9287	38	92215	102488
CNEL MILAGRO	240	0	1430	3267	0	41649	46586
CNEL STA ELENA	0	0	49	463	11	44972	45495
CNEL STO DOMINGO	27	0	3470	1652	0	69627	74776
CNEL SUCUMBIOS	15	0	541	137	642	47781	49116
EE AMBATO	103	0	6328	1393	0	112267	120091
EE AZOGUES	232	0	829	785	0	14957	16803
EE CENTROSUR	782	0	6482	2235	0	132866	142365
EE COTOPAXI	13	0	536	3970	0	46316	50835
EE GALAPAGOS	0	747	1710	12	0	1440	3909
EE NORTE	40	0	5635	6124	0	85613	97412
EE QUITO	9441	92	5104	1629	0	266046	282312
EE RIOBAMBA	221	0	2557	432	0	57158	60368
EE SUR	607	0	6318	993	0	56937	64855
TOTAL	11439	839	49539	57546	3038	1483066	1614798

Tabla C. 14. Cantidad de luminarias del mes de diciembre.

EMPRESA	TIPO DE LUMINARIA						TOTAL
	Halogenuro Metálico	Inducción	Led	Mercurio	No existe DN	Sodio	
CNEL BOLIVAR	1	0	198	1417	0	17797	19413
CNEL EL ORO	3050	0	3486	3162	0	76612	86310

EMPRESA	TIPO DE LUMINARIA						TOTAL
	Halogenuro Metálico	Inducción	Led	Mercurio	No existe DN	Sodio	
CNEL ESMERALDAS	0	0	873	939	2421	44458	48691
CNEL GUAYAQUIL	5880	0	1688	16755	0	150999	175322
CNEL GUAYAS LOS RIOS	118	0	799	1687	0	94657	97261
CNEL LOS RIOS	0	0	655	1167	11	29686	31519
CNEL MANABI	0	0	948	9287	38	92266	102539
CNEL MILAGRO	240	0	1436	3267	0	41935	46878
CNEL STA ELENA	0	0	206	421	11	44924	45562
CNEL STO DOMINGO	27	0	3470	1649	0	69834	74980
CNEL SUCUMBIOS	15	0	541	139	0	48229	48924
EE AMBATO	103	0	6331	1380	0	113614	121428
EE AZOGUES	232	0	829	785	0	15040	16886
EE CENTROSUR	782	0	6486	2229	0	134438	143935
EE COTOPAXI	13	0	536	3971	0	46375	50895
EE GALAPAGOS	0	755	1923	94	240	1604	4616
EE NORTE	40	0	5635	6124	0	85613	97412
EE QUITO	9440	92	5112	1627	0	266598	282869
EE RIOBAMBA	221	0	2576	428	0	57347	60572
EE SUR	607	0	6515	993	0	56903	65018
<b>TOTAL</b>	<b>20769</b>	<b>847</b>	<b>50243</b>	<b>57521</b>	<b>2721</b>	<b>1488929</b>	<b>1621030</b>

## ANEXO D. CONSUMO DE AUXILIARES MENSUALES DE LAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS

Tabla D. 1. Consumo de auxiliares del mes de enero a junio del año 2019.

MES		ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
EMPRESA		ENERGÍA REGULA CION [MWh]	ENERGÍ A PROPUE STA [MWh]	ENERGÍA REGULA CION [MWh]	ENERGÍ A PROPUE STA [MWh]	ENERGÍA REGULA CION [MWh]	ENERGÍ A PROPUE STA [MWh]	ENERGÍA REGULA CION [MWh]	ENERGÍ A PROPUE STA [MWh]	ENERGÍA REGULA CION [MWh]	ENERGÍ A PROPUE STA [MWh]	ENERGÍA REGULA CION [MWh]	ENERGÍ A PROPUE STA [MWh]
CN EL	BOLIVAR	148,06	160,32	134,69	145,88	150,15	162,62	146,47	158,63	152,51	165,21	148,02	160,37
	EL ORO	685,03	746,71	626,76	683,29	701,68	764,89	688,50	750,60	721,53	786,26	700,47	763,33
	ESMERALDA S	460,71	492,88	418,88	447,94	489,71	514,60	379,99	397,55	73,83	75,82	69,62	71,30
	GUAYAQUIL	1.423,41	1.515,25	1.299,87	1.383,32	1.454,18	1.548,63	1.468,92	1.564,22	1.363,83	1.459,79	1.205,98	1.291,23
	GUAYAS LOS RIOS	775,31	827,40	708,96	756,76	793,87	847,54	783,68	837,07	821,28	877,32	803,15	858,10
	LOS RIOS	239,30	251,13	217,95	228,70	258,30	272,11	244,16	256,80	254,38	267,52	246,68	259,44
	MANABI	874,80	916,36	791,53	829,31	883,38	925,63	855,34	896,25	872,79	914,13	844,99	885,05
	MILAGRO	380,23	401,75	347,00	366,65	388,61	410,73	381,84	403,63	398,41	421,11	386,16	408,17
	STA ELENA	339,46	359,76	310,81	329,72	337,57	358,46	337,48	358,37	354,09	376,41	345,68	367,54
	STO DOMINGO	557,29	595,50	509,06	544,16	567,07	606,14	551,36	589,45	570,50	610,18	552,23	590,64
SUCUMBIOS	248,22	269,51	225,22	244,51	250,60	272,05	243,93	264,81	254,12	275,89	246,33	267,42	
TOTAL CNEL		6.131,82	6.536,58	5.590,73	5.960,23	6.275,11	6.683,39	6.081,67	6.477,38	5.837,26	6.229,65	5.549,33	5.922,59
EE	AMBATO	769,90	830,18	698,84	754,06	795,92	857,22	780,49	840,59	718,73	773,80	545,88	545,88
	AZOGUES	114,91	124,79	102,88	111,81	116,73	126,74	114,08	123,85	119,37	129,60	116,13	126,04
	CENTROSUR	1.096,34	1.167,84	1.002,60	1.067,44	1.122,86	1.195,61	1.102,17	1.173,27	1.144,33	1.218,15	1.126,96	1.199,69
	COTOPAXI	345,31	370,76	312,60	335,64	347,58	373,22	337,64	362,55	357,33	383,52	351,82	377,51
	GALAPAGOS	17,99	19,66	16,45	17,98	18,35	20,05	17,27	18,69	18,10	19,63	17,82	19,33
	NORTE	564,74	608,32	518,19	557,95	581,85	626,49	568,49	612,10	592,05	637,66	585,21	629,36
	QUITO	2.132,71	2.254,14	1.934,94	2.045,09	2.159,48	2.281,68	2.096,53	2.214,97	2.172,83	2.295,36	2.104,59	2.223,24

MES	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
EMPRESA	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]
RIOBAMBA	364,03	387,85	331,16	352,96	368,87	393,10	362,13	385,82	378,06	402,69	368,35	392,30
SUR	366,94	394,03	333,95	358,60	376,38	403,83	367,98	394,87	386,33	414,85	376,16	404,01
<b>TOTAL EE</b>	<b>5.772,87</b>	<b>6.157,58</b>	<b>5.251,60</b>	<b>5.601,52</b>	<b>5.888,00</b>	<b>6.277,93</b>	<b>5.746,78</b>	<b>6.126,71</b>	<b>5.887,12</b>	<b>6.275,25</b>	<b>5.592,92</b>	<b>5.917,37</b>
<b>TOTAL</b>	<b>11.904,69</b>	<b>12.694,15</b>	<b>10.842,33</b>	<b>11.561,75</b>	<b>12.163,11</b>	<b>12.961,32</b>	<b>11.828,45</b>	<b>12.604,08</b>	<b>11.724,37</b>	<b>12.504,89</b>	<b>11.142,25</b>	<b>11.839,96</b>

**Tabla D. 2.** Consumo de auxiliares del mes de julio a diciembre del año 2019.

MES	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
EMPRESA	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]
BOLIVAR	149,40	161,68	153,70	166,59	148,97	161,46	154,07	167,00	147,61	160,01	151,93	164,71
EL ORO	688,50	751,02	720,42	785,02	696,45	758,67	713,46	777,25	685,90	747,27	706,66	769,87
ESMERALDAS	376,95	392,62	379,89	395,62	371,26	386,77	386,85	402,94	376,53	392,27	392,23	408,53
GUAYAQUIL	1.145,23	1.220,72	1.342,57	1.437,82	1.311,06	1.404,26	1.351,64	1.448,09	1.302,40	1.395,51	1.342,67	1.438,71
GUAYAS LOS RIOS	828,33	885,14	829,43	886,25	806,49	862,14	832,49	890,00	808,18	863,83	838,52	896,34
LOS RIOS	254,54	267,69	263,24	277,28	254,33	267,92	268,09	282,11	258,27	271,78	268,23	282,38
MANABI	862,65	904,04	875,35	917,16	849,75	890,36	897,67	940,66	873,18	914,72	901,79	944,67
MILAGRO	378,57	399,67	400,10	423,02	386,54	408,72	398,41	421,44	381,66	403,79	395,41	418,50
STA ELENA	359,76	382,49	361,36	384,34	376,54	398,70	388,08	410,99	378,29	400,50	390,09	412,91
STO DOMINGO	571,10	610,69	576,25	616,35	558,20	597,02	584,25	624,88	565,48	604,93	585,23	626,18

	<b>SUCUMBIOS</b>	249,31	270,53	254,13	275,89	246,16	267,25	253,76	275,52	305,66	334,66	316,74	347,09
	<b>TOTAL CNEL</b>	5.864,33	6.246,30	6.156,43	6.565,33	6.005,74	6.403,26	6.228,78	6.640,88	6.083,16	6.489,25	6.289,52	6.709,89
<b>EE</b>	<b>AMBATO</b>	822,92	886,65	826,77	890,79	804,69	867,06	826,64	890,73	801,54	863,90	835,86	901,19
	<b>AZOGUES</b>	120,58	130,81	126,44	136,38	123,74	133,34	128,33	138,24	124,92	134,57	129,62	139,61
	<b>CENTROSUR</b>	1.168,81	1.244,20	1.169,99	1.245,29	1.129,61	1.202,59	1.172,20	1.247,79	1.133,17	1.206,38	1.180,12	1.256,74
	<b>COTOPAXI</b>	368,80	395,73	369,87	396,91	357,88	384,06	336,47	361,05	360,57	387,00	372,64	399,97
	<b>GALAPAGOS</b>	18,71	20,27	18,65	20,21	18,16	19,68	18,61	20,16	18,06	19,58	21,58	23,30
	<b>NORTE</b>	607,89	653,57	617,98	664,26	605,03	650,09	631,39	678,17	616,80	662,41	637,36	684,49
	<b>QUITO</b>	2.179,61	2.302,33	2.188,72	2.311,82	2.120,81	2.240,05	2.194,28	2.317,75	2.129,55	2.249,39	2.204,62	2.328,52
	<b>RIOBAMBA</b>	383,15	407,94	382,31	407,04	374,06	398,13	390,33	415,30	379,13	403,38	392,18	417,34
	<b>SUR</b>	388,83	417,62	387,64	416,23	375,50	403,36	387,25	416,09	373,13	400,88	384,82	413,45
	<b>TOTAL EE</b>	6.059,30	6.459,11	6.088,35	6.488,93	5.909,48	6.298,36	6.085,50	6.485,29	5.936,85	6.327,51	6.158,81	6.564,61
	<b>TOTAL</b>	11.923,63	12.705,41	12.244,78	13.054,26	11.915,22	12.701,63	12.314,28	13.126,16	12.020,00	12.816,76	12.448,33	13.274,50

**Tabla D. 3.** Consumo de auxiliares en porcentajes del mes de enero a junio del año 2019 con respecto al consumo total mensualizado y anual.

MES	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		
	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]	
<b>CNEL</b>	<b>BOLIVAR</b>	11,45%	12,29%	11,46%	12,29%	11,46%	12,29%	11,46%	12,29%	11,46%	12,29%	11,46%	12,29%
	<b>EL ORO</b>	11,19%	12,08%	11,20%	12,08%	11,19%	12,08%	11,20%	12,08%	11,19%	12,07%	11,19%	12,07%
	<b>ESMERALDAS</b>	11,08%	11,76%	11,08%	11,76%	10,98%	11,48%	11,43%	11,90%	10,89%	11,15%	10,87%	11,10%
	<b>GUAYAQUIL</b>	11,49%	12,14%	11,49%	12,14%	11,48%	12,13%	11,48%	12,14%	11,54%	12,25%	11,50%	12,21%
	<b>GUAYAS LOS RIOS</b>	11,32%	11,99%	11,31%	11,99%	11,31%	11,99%	11,31%	11,99%	11,31%	11,99%	11,31%	11,99%
	<b>LOS RIOS</b>	11,27%	11,76%	11,27%	11,76%	11,26%	11,79%	11,27%	11,79%	11,27%	11,79%	11,27%	11,79%

MES		ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
EMPRESA		ENERGÍA REGULA CION [MWh]	ENERGÍA A PROPUE STA [MWh]	ENERGÍA REGULA CION [MWh]	ENERGÍA A PROPUE STA [MWh]	ENERGÍA REGULA CION [MWh]	ENERGÍA A PROPUE STA [MWh]	ENERGÍA REGULA CION [MWh]	ENERGÍA A PROPUE STA [MWh]	ENERGÍA REGULA CION [MWh]	ENERGÍA A PROPUE STA [MWh]	ENERGÍA REGULA CION [MWh]	ENERGÍA A PROPUE STA [MWh]
	MANABI	11,17%	11,64%	11,17%	11,65%	11,17%	11,65%	11,17%	11,65%	11,17%	11,64%	11,17%	11,64%
	MILAGRO	11,28%	11,85%	11,28%	11,85%	11,29%	11,85%	11,28%	11,85%	11,26%	11,83%	11,26%	11,83%
	STA ELENA	11,44%	12,04%	11,44%	12,06%	11,45%	12,08%	11,44%	12,07%	11,44%	12,07%	11,45%	12,09%
	STO DOMINGO	11,43%	12,12%	11,43%	12,12%	11,42%	12,11%	11,42%	12,11%	11,42%	12,12%	11,42%	12,12%
	SUCUMBIOS	12,03%	12,93%	12,03%	12,92%	12,02%	12,92%	12,02%	12,91%	12,02%	12,92%	12,02%	12,92%
<b>TOTAL CNEL</b>		11,35%	12,01%	11,35%	12,01%	11,33%	11,98%	11,37%	12,02%	11,37%	12,04%	11,35%	12,03%
EE	AMBATO	11,87%	12,68%	11,89%	12,72%	11,80%	12,59%	11,80%	12,59%	11,90%	12,69%	10,63%	10,63%
	AZOGUES	11,37%	12,23%	11,38%	12,25%	11,36%	12,22%	11,36%	12,21%	11,35%	12,21%	11,35%	12,20%
	CENTROSUR	11,23%	11,87%	11,23%	11,86%	11,22%	11,86%	11,20%	11,84%	11,20%	11,84%	11,19%	11,83%
	COTOPAXI	11,65%	12,41%	11,65%	12,41%	11,65%	12,41%	11,66%	12,41%	11,64%	12,39%	11,64%	12,38%
	GALAPAGOS	11,33%	12,25%	11,31%	12,23%	11,31%	12,23%	11,09%	11,89%	11,07%	11,89%	10,97%	11,79%
	NORTE	11,95%	12,75%	11,94%	12,74%	11,93%	12,73%	11,92%	12,72%	11,91%	12,72%	11,85%	12,63%
	QUITO	11,66%	12,24%	11,66%	12,24%	11,65%	12,23%	11,65%	12,23%	11,64%	12,22%	11,64%	12,22%
	RIOBAMBA	12,09%	12,78%	12,06%	12,75%	12,04%	12,74%	12,03%	12,71%	12,02%	12,70%	12,02%	12,70%
SUR	12,17%	12,95%	12,17%	12,95%	12,08%	12,85%	12,08%	12,85%	12,06%	12,83%	12,05%	12,83%	
<b>TOTAL EE</b>		11,68%	12,36%	11,68%	12,36%	11,66%	12,33%	11,65%	12,32%	11,65%	12,33%	11,50%	12,09%
<b>TOTAL</b>		11,51%	12,18%	11,50%	12,17%	11,49%	12,15%	11,50%	12,17%	11,51%	12,18%	11,43%	12,06%

**Tabla D. 4.** Consumo de auxiliares en porcentajes del mes de enero a junio del año 2019 con respecto al consumo total mensualizado y anual.

MES		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
EMPRESA		ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]	ENERGÍA REGULACION [MWh]	ENERGÍA A PROPUESTA [MWh]
CNEL	BOLIVAR	11,46%	12,29%	11,45%	12,30%	11,46%	12,30%	11,46%	12,30%	11,46%	12,31%	11,46%	12,31%
	EL ORO	11,17%	12,06%	11,19%	12,07%	11,19%	12,06%	11,19%	12,07%	11,19%	12,07%	11,19%	12,07%
	ESMERALDAS	11,42%	11,84%	11,42%	11,84%	11,42%	11,84%	11,41%	11,83%	11,41%	11,83%	11,40%	11,82%
	GUAYAQUIL	11,60%	12,27%	11,54%	12,26%	11,55%	12,27%	11,54%	12,27%	11,54%	12,27%	11,54%	12,27%
	GUAYAS LOS RIOS	11,30%	11,98%	11,30%	11,99%	11,31%	11,99%	11,30%	11,99%	11,30%	11,98%	11,30%	11,98%
	LOS RIOS	11,27%	11,79%	11,26%	11,79%	11,26%	11,79%	11,25%	11,77%	11,25%	11,77%	11,25%	11,77%
	MANABI	11,18%	11,65%	11,17%	11,64%	11,17%	11,64%	11,16%	11,64%	11,16%	11,63%	11,16%	11,63%
	MILAGRO	11,26%	11,81%	11,26%	11,83%	11,26%	11,83%	11,26%	11,83%	11,27%	11,84%	11,27%	11,85%
	STA ELENA	11,46%	12,09%	11,46%	12,10%	11,41%	12,00%	11,41%	12,01%	11,41%	12,00%	11,40%	11,99%
	STO DOMINGO	11,41%	12,11%	11,41%	12,11%	11,41%	12,11%	11,40%	12,10%	11,40%	12,10%	11,40%	12,11%
SUCUMBIOS	12,01%	12,90%	12,02%	12,92%	12,01%	12,91%	12,01%	12,91%	12,01%	13,00%	12,03%	13,04%	
TOTAL CNEL		11,38%	12,03%	11,38%	12,04%	11,37%	12,04%	11,37%	12,03%	11,37%	12,04%	11,37%	12,04%
EE	AMBATO	11,79%	12,59%	11,78%	12,57%	11,76%	12,56%	11,74%	12,54%	11,74%	12,54%	11,74%	12,54%
	AZOGUES	11,34%	12,19%	11,29%	12,07%	11,28%	12,05%	11,28%	12,04%	11,27%	12,04%	11,27%	12,03%
	CENTROSUR	11,19%	11,83%	11,19%	11,82%	11,19%	11,82%	11,18%	11,82%	11,18%	11,82%	11,18%	11,82%
	COTOPAXI	11,63%	12,38%	11,63%	12,38%	11,63%	12,38%	11,67%	12,41%	11,64%	12,38%	11,64%	12,38%
	GALAPAGOS	10,93%	11,74%	10,93%	11,73%	10,93%	11,73%	10,93%	11,73%	10,94%	11,75%	10,90%	11,66%
	NORTE	11,83%	12,61%	11,83%	12,60%	11,81%	12,58%	11,80%	12,56%	11,79%	12,55%	11,79%	12,55%
	QUITO	11,64%	12,22%	11,64%	12,21%	11,64%	12,21%	11,64%	12,21%	11,63%	12,21%	11,63%	12,21%
	RIOBAMBA	12,01%	12,69%	12,01%	12,69%	12,00%	12,68%	11,99%	12,66%	11,99%	12,66%	11,99%	12,66%



MES	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
EMPRESA	ENERGÍA REGULA CION [MWh]	ENERGÍA A PROPUE STA [MWh]	ENERGÍA REGULA CION [MWh]	ENERGÍA A PROPUE STA [MWh]	ENERGÍA REGULA CION [MWh]	ENERGÍA A PROPUE STA [MWh]	ENERGÍA REGULA CION [MWh]	ENERGÍA A PROPUE STA [MWh]	ENERGÍA REGULA CION [MWh]	ENERGÍA A PROPUE STA [MWh]	ENERGÍA REGULA CION [MWh]	ENERGÍA A PROPUE STA [MWh]
<b>SUR</b>	12,05%	12,82%	12,04%	12,81%	12,01%	12,79%	12,00%	12,77%	11,98%	12,76%	11,96%	12,74%
<b>TOTAL EE</b>	11,63%	12,30%	11,62%	12,29%	11,62%	12,29%	11,61%	12,28%	11,61%	12,28%	11,60%	12,27%
<b>TOTAL</b>	11,51%	12,17%	11,50%	12,17%	11,49%	12,16%	11,49%	12,15%	11,49%	12,16%	11,49%	12,16%

## ANEXO E. TIEMPOS DE FUNCIONAMIENTO ANUAL DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO DE LAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS

La información se encuentra en el CD adjunto debido a su extensión.

## ANEXO F. CUADRO FODA DE METODOLOGÍA Y REGULACIÓN VIGENTE

La información obtenida es tomada en base a normativa internacional.	<b>FORTALEZAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>	Ajustar la Regulación vigente mediante nuevas normas y pruebas realizadas.
La Norma Técnica Colombiana, ANSI y RETILAP son de renombre, siendo su información confiable.			Actualización del catastro de las luminarias para realizar estadística.
Procedimiento propuesto de elaboración tiene un fundamento estadístico y actualizable.			Mediante la actualización se generaría estadística con datos más acercados a la realidad para tomar decisiones sobre el SAPG.
Procedimiento propuesto tiene un formato de entrega por parte de las empresas distribuidoras.			Establecer nuevos valores de consumo en los auxiliares para el SAPG de Ecuador.
Generación de información estadística para el SAPG.			Implementar un método de mediciones de pérdidas en auxiliares del SAPG.
Resultados de los valores serán obtenidos mediante un proceso sistemático.			Perfeccionar el esquema de las Geodatabases, un solo formato para todas las empresas distribuidoras.
Ayuda de algunas empresas distribuidoras para la obtención de información de consumo de auxiliares del SAPG.			Optimizar el balance energético mediante la implementación del método para la obtención de los valores de consumo de auxiliares en el SAPG.
Datos de las Geodatabases seguras, no se pueden modificar, los únicos que pueden hacerlo son las			Optimizar la elección de las lámparas del SAPG al momento de la compra.

empresas distribuidoras.			
La Regulación 006/18 no se ajusta a la realidad a pesar de que se basa en la NTC 3657.	<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>	El ingreso de nuevas tecnologías de iluminación.
No existe información estadística real con la cual se pueda contrastar los valores de la Regulación vigente.			Otras entidades públicas con más conocimiento sobre el tema.
Información de las Geodatabases con datos nulos, incompletos o incorrectos.			Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables pueden emitir una regulación o procedimiento que no haya sido estudiado.
Datos ingresados en las Geodatabases no se encuentran totalmente actualizados.			La construcción de semaforización, vigilancia, entre otros sin control.
Los datos estadísticos de facturación del sistema de alumbrado público incluyen información de semaforización, vigilancia, entre otros.			El MERNNR o la SERCOP no realicen una catalogación de las luminarias.
No existe medición en la semaforización, esta energía es estimada.			Las empresas distribuidoras de energía eléctrica no sigan el procedimiento establecido para la obtención de consumo de auxiliares.
Debido a los valores de consumos de auxiliares de la Regulación vigente, algunos sistemas de distribución no convergen.			Información errónea o mal medida por parte de las empresas distribuidoras de energía eléctrica.
Los datos de las Geodatabases no presentan un único formato.			Existencia de luminarias de tecnologías caducas en el SAPG.

## ANEXO G. PÉRDIDAS TÉCNICAS, PÉRDIDAS NO TÉCNICAS Y PÉRDIDAS EN EL ALUMBRADO PÚBLICO.

Tabla G. 1. Pérdidas para la Empresa Eléctrica Ambato.

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
2.018	Ene	57.274	3.145	3.089	57	-	120,66
	Feb	52.483	454	445	8	-	242,65
	Mar	58.590	4.988	4.898	90	-	364,97
	Abr	56.997	2.472	2.428	45	-	487,94
	May	59.571	3.990	3.918	72	-	610,77
	Jun	57.324	2.840	2.789	51	-	733,15
	Jul	59.359	4.348	4.270	78	-	854,59
	Ago	59.207	3.005	2.951	54	-	976,19
	Sep	57.407	3.022	2.968	54	-	1.100,31
	Oct	60.947	3.968	3.896	71	-	1.225,69
	Nov	59.148	2.673	2.625	48	-	1.352,36
Dic	59.398	4.304	4.227	77	-	1.477,34	
<b>Total 2018</b>		<b>697.704</b>	<b>39.210</b>	<b>38.504</b>	<b>706</b>	-	
2.019	Ene	59.597	3.353	3.293	60	-	122,95
	Feb	54.870	1.229	1.206	22	-	246,21
	Mar	60.090	5.583	5.482	100	-	369,89
	Abr	58.886	2.026	1.990	36	-	494,49
	May	60.582	4.171	4.096	75	-	617,43
	Jun	58.436	3.534	3.470	64	-	739,71
	Jul	60.906	4.135	4.061	74	-	861,78
	Ago	60.211	3.601	3.536	65	-	982,83
	Sep	59.286	3.481	3.418	63	-	1.106,74
<b>Total 2019</b>		<b>532.864</b>	<b>31.113</b>	<b>30.553</b>	<b>560</b>	-	

Tabla G. 2. Pérdidas para la Empresa Eléctrica Azogues.

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
2.018	Ene	9.738	358	371	- 13	-	18,75
	Feb	8.358	212	325	- 114	-	37,46

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
	Mar	10.041	739	361	378	-	56,44
	Abr	9.296	446	371	75	-	75,43
	May	9.648	499	363	135	-	94,60
	Jun	9.779	366	343	23	-	113,53
	Jul	9.958	622	354	268	-	132,27
	Sep	9.615	412	342	70	-	144,14
	Oct	10.020	545	360	186	-	156,32
	Dic	9.806	701	501	200	-	175,45
<b>Total 2018</b>		<b>96.259</b>	<b>4.899</b>	<b>3.691</b>	<b>1.208</b>	-	
<b>2.019</b>	Mar	9.443	771	417	354	-	18,66
	Abr	9.462	435	385	50	-	37,33
	May	9.993	440	414	26	-	56,13
	Jul	9.974	655	500	155	-	67,99
<b>Total 2019</b>		<b>38.872</b>	<b>2.301</b>	<b>1.715</b>	<b>585</b>	-	

Tabla G. 3. Pérdidas para la Empresa Eléctrica Centrosur.

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
<b>2.018</b>	Ene	95.639	6.086	5.572	514	161	183,95
	Feb	87.961	6.498	5.131	1.367	146	370,53
	Mar	97.974	6.995	5.773	1.223	162	559,85
	Abr	94.892	7.260	5.635	1.625	157	747,75
	May	99.330	6.158	5.697	462	165	936,77
	Jun	96.412	6.544	5.431	1.113	159	1.126,53
	Jul	98.960	7.306	5.591	1.716	163	1.312,16
	Ago	97.576	6.775	5.569	1.205	167	1.495,95
	Sep	96.221	5.860	5.507	353	162	1.686,14
	Oct	100.075	7.107	5.660	1.447	169	1.879,67
	Nov	97.517	7.428	5.608	1.819	166	2.074,61
	Dic	97.594	6.368	5.715	652	171	2.266,88
<b>Total 2018</b>		<b>1.160.153</b>	<b>80.384</b>	<b>66.888</b>	<b>13.496</b>	<b>1.946</b>	
<b>2.019</b>	Ene	98.638	6.837	5.657	1.180	170	189,65
	Feb	92.009	6.045	5.183	862	160	377,37

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
	Mar	99.524	6.112	5.789	323	176	565,82
	Abr	97.087	6.512	5.528	984	177	755,28
	May	100.371	5.896	5.811	85	173	943,22
	Jun	97.227	6.285	5.558	727	178	1.131,01
	Jul	96.171	6.362	5.936	426	186	1.318,03
	Ago	97.446	6.272	6.242	30	186	1.499,89
	Sep	97.145	6.243	5.946	297	183	1.690,96
<b>Total 2019</b>		<b>875.617</b>	<b>56.563</b>	<b>51.650</b>	<b>4.913</b>	<b>1.587</b>	

**Tabla G. 4.** Pérdidas para la Empresa Eléctrica Cotopaxi.

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
<b>2.018</b>	Ene	52.222	3.481	2.841	640	192	81,06
	Feb	49.422	3.241	2.645	596	179	167,51
	Mar	55.427	6.030	4.921	1.109	332	265,16
	Abr	53.038	4.621	3.772	850	255	349,31
	May	53.680	5.929	4.839	1.090	327	432,62
	Jun	53.326	4.857	3.964	893	268	518,26
	Jul	52.842	5.934	4.843	1.091	327	607,29
	Ago	54.223	5.032	4.106	925	277	694,41
	Sep	54.754	4.997	4.078	919	275	796,97
	Oct	55.576	5.026	4.102	924	277	885,02
	Nov	52.378	3.570	2.913	657	197	969,80
Dic	50.135	5.753	4.695	1.058	317	1.056,16	
<b>Total 2018</b>		<b>637.023</b>	<b>58.471</b>	<b>47.718</b>	<b>10.753</b>	<b>3.222</b>	
<b>2.019</b>	Ene	54.157	4.671	3.812	859	257	97,79
	Feb	49.516	2.823	2.304	519	156	186,09
	Mar	56.570	5.679	4.635	1.044	313	282,71
	Abr	47.301	4.686	3.825	862	258	368,18
	May	49.487	5.392	4.587	805	312	455,68
	Jun	50.634	3.727	3.042	685	205	539,88
	Jul	49.405	4.662	3.805	857	257	625,01
	Ago	54.563	4.544	3.709	836	250	711,10

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
	Sep	46.999	3.428	2.798	630	189	796,51
<b>Total 2019</b>		<b>458.632</b>	<b>39.614</b>	<b>32.515</b>	<b>7.098</b>	<b>2.197</b>	

Tabla G. 5. Pérdidas para la Empresa Eléctrica Galápagos

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
<b>2.018</b>	Ene	4.845	641	518	123	53	9,02
	Feb	4.842	- 108	87	- 195	9	18,64
	Mar	5.643	881	712	168	73	28,55
	Abr	5.112	171	138	33	14	38,04
	May	5.231	140	113	27	12	47,73
	Jun	4.207	68	55	13	6	55,72
	Jul	4.390	609	493	117	50	62,97
	Ago	4.188	296	239	57	24	70,60
	Sep	3.944	257	208	49	21	78,59
	Oct	4.207	381	308	73	32	86,64
	Nov	4.312	377	305	72	31	94,99
	Dic	5.042	1.119	905	214	93	105,14
<b>Total 2018</b>		<b>55.963</b>	<b>4.831</b>	<b>4.082</b>	<b>749</b>	<b>418</b>	
<b>2.019</b>	Ene	5.636	542	439	104	45	10,65
	Feb	5.659	94	76	18	8	21,86
	Mar	6.162	562	454	107	46	32,83
	Abr	6.099	571	462	109	47	43,93
	May	5.841	485	392	93	40	54,43
	Jun	4.898	108	87	21	9	63,73
	Jul	4.574	480	388	92	40	72,19
	Ago	4.388	258	208	49	21	80,19
	Sep	4.007	313	253	60	26	88,05
<b>Total 2019</b>		<b>47.264</b>	<b>3.412</b>	<b>2.760</b>	<b>653</b>	<b>282</b>	

**Tabla G. 6.** Pérdidas para la Empresa Eléctrica Norte.

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
2.018	Ene	53.734	4.466	3.048	1.418	161	107,96
	Feb	50.616	1.081	738	343	39	216,26
	Mar	53.037	9.255	6.316	2.939	334	319,63
	Abr	50.355	4.480	3.058	1.423	162	422,50
	May	52.047	5.228	3.568	1.660	189	524,24
	Jun	50.469	3.224	2.200	1.024	116	625,05
	Jul	52.208	5.687	3.881	1.806	205	725,04
	Ago	52.137	5.011	3.420	1.591	181	825,98
	Sep	51.346	3.676	2.509	1.167	133	929,60
	Oct	54.876	5.259	3.589	1.670	190	1.035,55
	Nov	52.176	5.018	3.425	1.594	181	1.139,66
Dic	52.703	5.529	3.773	1.756	199	1.242,70	
<b>Total 2018</b>		<b>625.703</b>	<b>57.914</b>	<b>39.524</b>	<b>18.390</b>	<b>2.089</b>	
2.019	Ene	53.897	5.858	3.998	1.860	211	104,09
	Feb	48.542	1.057	721	336	38	207,21
	Mar	53.253	4.156	2.836	1.320	150	309,99
	Abr	52.764	3.823	2.609	1.214	138	415,21
	May	55.356	6.231	4.252	1.979	225	519,12
	Jun	53.470	4.266	2.912	1.355	154	622,74
	Jul	55.657	6.039	4.121	1.918	218	726,15
	Ago	55.801	6.309	4.305	2.003	228	831,14
	Sep	54.222	4.834	3.299	1.535	174	939,85
Oct	54.648	5.877	4.011	1.866	212	1.045,03	
<b>Total 2019</b>		<b>537.611</b>	<b>48.450</b>	<b>33.065</b>	<b>15.385</b>	<b>1.747</b>	

**Tabla G. 7.** Pérdidas para la Empresa Eléctrica Quito.

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
2.018	Ene	390.895	24.648	18.441	6.207	389	660,62
	Feb	353.348	18.467	18.210	257	350	1.334,44
	Mar	395.930	23.214	18.947	4.267	440	2.008,26



Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
	Abr	383.002	22.336	19.135	3.200	415	2.688,81
	May	399.686	22.715	19.479	3.236	449	3.377,90
	Jun	388.217	23.673	19.191	4.482	422	4.069,19
	Jul	396.670	23.416	19.305	4.111	440	4.741,99
	Ago	374.952	21.441	18.965	2.476	408	5.414,78
	Sep	385.512	22.259	19.209	3.050	408	6.100,30
	Oct	400.716	25.172	19.464	5.708	436	6.780,34
	Nov	379.829	19.702	18.363	1.339	350	7.466,06
	Dic	379.786	19.672	18.608	1.063	404	8.164,64
<b>Total 2018</b>		<b>4.628.543</b>	<b>266.715</b>	<b>227.318</b>	<b>39.397</b>	<b>4.910</b>	
<b>2.019</b>	Ene	391.907	25.710	18.937	6.773	411	682,46
	Feb	358.180	21.809	17.884	3.925	371	1.363,75
	Mar	383.647	20.229	18.885	1.345	440	2.037,64
	Abr	374.794	22.236	18.386	3.850	421	2.707,56
	May	385.888	21.503	17.958	3.545	447	3.378,82
	Jun	373.287	19.781	17.664	2.117	419	4.042,80
	Jul	398.380	31.594	18.994	12.600	455	4.698,10
	Ago	392.954	35.877	18.541	17.336	441	5.332,94
	Sep	380.047	23.220	18.857	4.364	414	5.990,16
<b>Total 2019</b>		<b>3.439.084</b>	<b>221.959</b>	<b>166.105</b>	<b>55.855</b>	<b>3.818</b>	

Tabla G. 8. Pérdidas para la Empresa Eléctrica Riobamba.

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
<b>2.018</b>	Ene	33.561	2.937	2.493	444	340	71,92
	Feb	30.938	1.516	2.425	- 909	309	144,46
	Mar	34.137	4.515	2.408	2.107	344	215,87
	Abr	33.295	2.428	2.387	41	335	288,60
	May	33.877	3.811	2.463	1.349	347	359,28
	Jun	32.798	3.003	2.407	596	338	431,13
	Jul	33.960	2.163	2.114	48	50	501,22
	Ago	33.715	2.779	2.180	598	235	563,36
Sep	33.200	2.397	2.052	345	51	626,30	

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
	Oct	35.124	3.181	2.218	962	41	690,61
	Nov	33.497	2.615	2.131	485	38	754,37
	Dic	34.585	2.984	2.105	879	39	817,00
<b>Total 2018</b>		<b>402.686</b>	<b>34.329</b>	<b>27.383</b>	<b>6.947</b>	<b>2.467</b>	
<b>2.019</b>	Ene	36.546	2.656	2.157	499	38	63,22
	Feb	33.277	1.426	1.426	0	15	138,98
	Mar	37.168	2.828	2.043	785	15	213,43
	Abr	35.799	2.662	1.998	664	15	288,13
	May	34.616	3.523	2.048	1.475	15	362,99
	Jun	30.907	2.156	1.981	175	15	428,28
	Jul	32.652	3.265	2.037	1.228	15	488,79
	Ago	35.718	1.840	1.840	0	15	547,46
Sep	34.161	2.328	1.969	359	15	607,95	
<b>Total 2019</b>		<b>310.843</b>	<b>22.683</b>	<b>17.499</b>	<b>5.184</b>	<b>156</b>	

**Tabla G. 9.** Pérdidas para la Empresa Eléctrica Sur.

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
<b>2.018</b>	Ene	31.457	2.469	2.201	268	0	64,70
	Feb	28.498	614	456	159	0	133,23
	Mar	31.775	5.226	2.223	3.003	0	199,21
	Abr	30.850	2.364	2.158	205	0	265,11
	May	32.158	3.464	2.250	1.214	0	330,69
	Jun	30.941	959	711	248	0	396,01
	Jul	31.775	2.922	2.223	699	0	460,50
	Ago	31.920	1.854	1.442	413	0	525,95
	Sep	31.306	1.418	1.102	315	0	592,60
	Oct	32.615	3.552	2.282	1.270	0	659,32
	Nov	31.835	2.418	2.224	193	0	726,32
	Dic	32.621	5.668	2.282	3.385	0	792,89
<b>Total 2018</b>		<b>377.751</b>	<b>32.927</b>	<b>21.555</b>	<b>11.373</b>	<b>3</b>	
<b>2.019</b>	Ene	32.802	1.708	1.675	32	0	65,59
	Mar	32.864	4.689	1.932	2.756	0	131,53

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
	Abr	32.008	832	800	32	0	199,23
	May	33.602	3.486	1.976	1.510	0	265,21
	Jun	33.700	3.214	1.982	1.231	0	340,20
	Jul	38.513	3.395	2.045	1.351	0	428,99
	Ago	48.846	3.263	2.876	387	0	520,30
	Sep	35.462	2.235	2.086	149	0	610,91
<b>Total 2019</b>		<b>287.798</b>	<b>22.821</b>	<b>15.373</b>	<b>7.449</b>	<b>2</b>	

Tabla G. 10. Pérdidas para CNEL Bolívar.

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
2.018	Ene	8.120	471	471	0	-	19,50
	Feb	7.580	136	136	0	-	39,53
	Mar	8.157	1.133	1.132	0	-	58,77
	Abr	7.939	519	519	0	-	78,33
	May	8.241	765	713	52	-	97,50
	Jun	7.809	407	380	28	-	116,59
	Jul	8.040	730	680	49	-	135,63
	Ago	8.071	654	610	44	-	154,99
	Sep	7.882	494	460	33	-	174,38
	Oct	8.158	786	733	53	-	193,83
	Nov	8.101	502	468	34	-	213,32
	Dic	8.298	833	777	56	-	233,61
<b>Total 2018</b>		<b>96.394</b>	<b>7.430</b>	<b>7.081</b>	<b>350</b>	<b>-</b>	
2.019	Ene	8.253	547	510	37	-	18,97
	Feb	7.528	105	100	4	-	37,96
	Mar	8.192	573	550	23	-	56,68
	Abr	8.001	462	444	18	-	75,23
	May	8.326	808	776	32	-	93,75
	Jun	7.925	418	402	17	-	112,09
	Jul	8.081	639	614	25	-	130,15
	Ago	7.988	651	625	26	-	148,57
Sep	7.877	526	506	21	-	167,30	

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
<b>Total 2019</b>		<b>72.171</b>	<b>4.729</b>	<b>4.526</b>	<b>203</b>	<b>-</b>	

Tabla G. 11. Pérdidas para CNEL El Oro.

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
<b>2.018</b>	Ene	105.157	15.972	10.031	5.941	819	188,32
	Feb	96.181	6.622	6.622	-	424	378,72
	Mar	111.113	16.674	10.583	6.091	833	569,76
	Abr	111.154	18.823	10.556	8.267	809	765,95
	May	108.393	19.670	9.669	10.001	1	963,28
	Jun	96.568	14.687	8.883	5.804	1	1.144,20
	Jul	97.564	17.732	8.880	8.851	2	1.317,74
	Ago	99.276	15.528	8.639	6.889	1	1.492,13
	Sep	95.671	14.543	8.699	5.844	1	1.669,06
	Oct	98.464	15.761	8.979	6.782	1	1.845,41
	Nov	99.323	11.182	9.013	2.169	1	2.028,72
	Dic	107.962	15.163	9.969	5.194	1	2.216,86
<b>Total 2018</b>		<b>1.226.825</b>	<b>182.357</b>	<b>110.523</b>	<b>71.834</b>	<b>2.897</b>	
<b>2.019</b>	Ene	114.626	17.283	10.764	6.519	1	200,30
	Feb	107.126	16.266	10.214	6.051	1	407,46
	Mar	118.821	18.088	10.691	7.397	2	611,61
	Abr	120.171	19.926	10.945	8.981	1	821,11
	May	121.621	22.328	10.607	11.721	2	1.028,78
	Jun	110.652	18.860	9.410	9.451	1	1.229,57
	Jul	107.179	17.127	9.907	7.219	2	1.420,68
	Ago	103.189	15.594	9.646	5.948	2	1.602,24
	Sep	100.834	13.339	9.421	3.918	1	1.784,66
<b>Total 2019</b>		<b>1.004.219</b>	<b>158.811</b>	<b>91.607</b>	<b>67.204</b>	<b>13</b>	

Tabla G. 12. Pérdidas para CNEL Esmeraldas.

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
2.018	Ene	50.184	11.272	3.039	8.233	290	93,59
	Feb	45.478	5.805	2.730	3.076	263	185,12
	Mar	51.105	7.998	3.107	4.890	296	279,65
	Abr	50.140	13.018	3.010	10.008	288	375,01
	May	51.644	13.426	3.366	10.061	212	469,86
	Jun	48.300	10.464	3.099	7.365	195	558,61
	Jul	50.967	13.768	3.282	10.486	206	650,35
	Ago	51.580	14.040	3.307	10.733	207	744,35
	Sep	47.731	12.786	2.865	9.921	275	836,39
	Oct	50.538	11.510	3.267	8.243	208	926,69
	Nov	49.525	8.355	3.210	5.145	204	1.017,55
Dic	51.782	8.092	3.381	4.711	215	1.114,27	
<b>Total 2018</b>		<b>598.974</b>	<b>130.535</b>	<b>37.663</b>	<b>92.872</b>	<b>2.859</b>	
2.019	Ene	51.473	10.171	3.552	6.619	221	95,03
	Feb	47.462	5.563	3.275	2.288	204	188,66
	Mar	52.744	14.758	3.769	10.989	129	286,01
	Abr	52.006	13.038	3.716	9.321	128	380,13
	May	53.430	12.611	3.787	8.823	131	473,76
	Jun	50.157	14.052	3.555	10.496	123	564,82
	Jul	51.761	9.186	3.669	5.517	127	656,90
	Ago	52.294	15.629	3.707	11.922	128	750,42
	Sep	48.669	13.183	3.450	9.733	119	841,09
<b>Total 2019</b>		<b>459.996</b>	<b>108.190</b>	<b>32.481</b>	<b>75.709</b>	<b>1.311</b>	

Tabla G. 13. Pérdidas para CNEL Los Ríos.

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
2.018	Ene	40.812	8.785	3.472	5.313	226	79,60
	Feb	34.847	4.476	1.769	2.707	115	155,89
	Mar	40.489	8.509	3.363	5.146	219	234,24
	Abr	41.727	5.668	2.240	3.428	146	315,14

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
	May	41.572	7.725	3.053	4.672	198	394,32
	Jun	37.053	5.894	2.329	3.565	151	469,89
	Jul	36.308	7.596	3.002	4.594	195	541,96
	Ago	37.062	4.206	1.662	2.544	108	614,06
	Sep	37.056	5.030	1.988	3.042	129	688,87
	Oct	37.464	6.798	2.686	4.111	175	761,33
	Nov	38.982	7.687	3.038	4.649	198	840,94
	Dic	40.697	6.500	2.569	3.931	167	918,05
<b>Total 2018</b>		<b>464.070</b>	<b>78.875</b>	<b>31.170</b>	<b>47.704</b>	<b>2.027</b>	
<b>2.019</b>	Ene	41.484	7.656	3.026	4.631	197	81,24
	Feb	38.469	6.321	2.498	3.823	162	161,86
	Mar	42.343	7.871	3.111	4.761	202	242,08
	Abr	43.199	5.802	2.293	3.509	149	328,91
	May	43.984	8.864	3.503	5.361	228	410,51
	Jun	38.946	5.561	2.198	3.364	143	484,84
	Jul	37.866	7.867	3.109	4.758	202	559,16
	Ago	37.428	5.757	2.275	3.482	148	633,27
	Sep	38.239	5.867	2.319	3.549	151	707,61
<b>Total 2019</b>		<b>361.957</b>	<b>61.566</b>	<b>24.330</b>	<b>37.236</b>	<b>1.582</b>	

Tabla G. 14. Pérdidas para CNEL Manabí.

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
<b>2.018</b>	Ene	158.528	37.372	17.790	19.582	1.934	275,50
	Feb	140.689	26.368	15.651	10.717	1.716	546,16
	Mar	160.028	36.966	17.980	18.986	1.952	821,62
	Abr	157.954	36.732	17.724	19.008	1.832	1.098,46
	May	159.948	38.442	17.830	20.612	1.823	1.375,07
	Jun	143.565	32.086	15.677	16.409	1.579	1.629,92
	Jul	149.838	33.999	16.086	17.913	1.498	1.889,88
	Ago	151.618	35.499	16.166	19.333	1.486	2.149,71
	Sep	146.022	33.412	15.253	18.160	1.431	2.412,12
	Oct	150.997	36.308	15.447	20.860	1.480	2.672,61

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
	Nov	151.655	33.794	15.482	18.313	1.501	2.938,58
	Dic	160.847	36.843	16.263	20.581	1.592	3.215,84
<b>Total 2018</b>		<b>1.831.689</b>	<b>417.821</b>	<b>197.349</b>	<b>220.472</b>	<b>19.826</b>	
<b>2.019</b>	Ene	164.294	39.241	16.573	22.668	1.627	283,95
	Feb	155.309	30.918	15.641	15.276	1.522	568,45
	Mar	171.627	43.778	16.957	26.820	1.682	855,09
	Abr	169.862	38.464	17.004	21.461	1.665	1.144,79
	May	173.557	43.717	17.082	26.635	1.666	1.426,21
	Jun	158.114	38.063	15.530	22.533	1.502	1.699,98
	Jul	158.196	36.439	15.172	21.267	1.455	1.960,03
	Ago	156.357	37.927	14.872	23.055	1.423	2.221,18
Sep	149.648	35.586	14.306	21.280	1.377	2.475,94	
<b>Total 2019</b>		<b>1.456.964</b>	<b>344.133</b>	<b>143.137</b>	<b>200.996</b>	<b>13.918</b>	

Tabla G. 15. Pérdidas para CNEL Milagro.

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
<b>2.018</b>	Ene	65.158	13.232	3.951	9.281	369	112,03
	Feb	58.616	7.435	3.610	3.825	334	221,67
	Mar	65.639	10.126	4.424	5.702	375	335,59
	Abr	68.961	11.332	4.295	7.038	369	487,51
	May	71.565	12.074	3.884	8.189	1	632,11
	Jun	63.420	9.231	3.189	6.042	1	772,48
	Jul	65.581	10.673	3.637	7.036	1	901,75
	Ago	67.790	9.759	3.482	6.276	1	1.034,81
	Sep	67.026	10.169	2.678	7.491	1	1.182,01
	Oct	69.835	10.275	3.500	6.775	1	1.323,67
	Nov	72.937	8.718	3.666	5.052	1	1.476,03
	Dic	71.838	9.459	3.488	5.971	0	1.628,28
<b>Total 2018</b>		<b>808.365</b>	<b>122.482</b>	<b>43.804</b>	<b>78.678</b>	<b>1.451</b>	
<b>2.019</b>	Ene	78.183	12.088	4.027	8.060	1	154,27
	Feb	73.580	6.082	3.449	2.632	0	314,09
	Mar	82.796	11.380	4.461	6.919	1	472,67

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
	Abr	82.431	11.940	3.926	8.014	1	643,20
	May	80.158	13.431	4.277	9.154	1	797,96
	Jun	72.901	11.988	3.472	8.516	1	949,99
	Jul	78.058	15.444	3.597	11.847	1	1.105,41
	Ago	81.295	16.553	3.802	12.751	1	1.265,99
	Sep	76.209	10.211	3.688	6.523	1	1.415,59
<b>Total 2019</b>		<b>705.610</b>	<b>109.117</b>	<b>34.699</b>	<b>74.418</b>	<b>5</b>	

Tabla G. 16. Pérdidas para CNEL Santa Elena.

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
2.018	Ene	63.683	9.183	4.026	5.157	344	113,89
	Feb	58.787	7.608	3.818	3.790	293	227,32
	Mar	66.207	11.038	3.813	7.225	293	337,48
	Abr	63.874	9.828	3.569	6.260	314	447,10
	May	62.778	11.591	3.669	7.922	326	554,36
	Jun	56.219	7.391	3.645	3.746	329	650,64
	Jul	57.444	7.853	4.460	3.393	337	756,74
	Ago	57.662	8.906	3.938	4.968	398	857,87
	Sep	54.808	7.815	3.575	4.240	380	957,21
	Oct	57.532	7.824	3.360	4.463	392	1.055,10
	Nov	55.976	7.675	3.320	4.355	366	1.153,80
	Dic	64.181	8.181	3.436	4.745	425	1.284,53
<b>Total 2018</b>		<b>719.151</b>	<b>104.894</b>	<b>44.629</b>	<b>60.264</b>	<b>4.197</b>	
2.019	Ene	68.506	9.655	3.565	6.090	414	113,72
	Feb	64.586	8.994	3.923	5.071	383	233,94
	Mar	72.770	16.236	3.863	12.373	398	363,13
	Abr	71.313	4.698	3.734	964	350	482,91
	May	71.268	14.828	3.547	11.280	386	612,10
	Jun	62.779	8.581	4.003	4.578	393	720,91
	Jul	62.736	10.890	3.738	7.152	411	825,87
	Ago	62.085	8.988	4.555	4.433	391	931,41
Sep	59.863	7.884	4.164	3.720	380	1.039,00	



Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
<b>Total 2019</b>		<b>595.906</b>	<b>90.753</b>	<b>35.092</b>	<b>55.660</b>	<b>3.507</b>	

Tabla G. 17. Pérdidas para CNEL Santo Domingo.

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
<b>2.018</b>	Ene	63.176	9.299	5.583	3.716	91	103,49
	Feb	57.431	5.386	4.777	609	83	206,30
	Mar	64.121	8.817	5.287	3.530	100	309,81
	Abr	64.319	7.142	5.574	1.568	100	418,11
	May	65.911	8.331	5.674	2.657	104	524,87
	Jun	61.774	5.629	5.271	358	102	629,84
	Jul	63.917	6.311	5.403	908	106	734,46
	Ago	64.677	7.444	5.426	2.018	107	841,91
	Sep	62.746	6.372	5.286	1.086	103	951,29
	Oct	65.071	6.824	5.423	1.401	99	1.058,50
	Nov	63.086	7.562	4.983	2.579	96	1.166,85
	Dic	65.038	6.231	5.030	1.200	100	1.274,58
<b>Total 2018</b>		<b>761.267</b>	<b>85.346</b>	<b>63.715</b>	<b>21.631</b>	<b>1.192</b>	
<b>2.019</b>	Ene	65.209	8.534	5.156	3.378	97	104,67
	Feb	61.021	7.614	4.828	2.786	92	214,43
	Mar	67.491	7.318	5.269	2.049	99	322,82
	Abr	66.024	7.602	4.980	2.622	96	432,41
	May	68.892	7.779	5.015	2.764	96	539,99
	Jun	65.527	6.610	5.020	1.590	97	645,66
	Jul	66.880	7.873	5.176	2.697	101	753,41
	Ago	66.897	7.847	4.792	3.055	101	861,78
	Sep	64.995	6.407	4.677	1.730	101	971,71
<b>Total 2019</b>		<b>592.937</b>	<b>67.585</b>	<b>44.913</b>	<b>22.672</b>	<b>879</b>	

**Tabla G. 18.** Pérdidas para CNEL Sucumbios.

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
2.018	Ene	50.832	4.452	4.452	-	335	94,63
	Feb	50.654	4.029	4.029	-	303	190,54
	Mar	48.949	4.853	4.307	546	324	289,24
	Abr	51.981	3.981	3.981	-	300	383,23
	May	55.399	5.004	4.875	129	367	483,66
	Jun	57.549	4.618	4.618	-	348	590,88
	Jul	58.893	4.174	4.174	-	314	692,77
	Ago	59.353	4.305	4.305	-	324	795,59
	Sep	61.088	4.831	4.831	-	364	918,43
	Oct	62.652	5.126	5.126	-	386	1.024,39
	Nov	61.737	5.212	5.212	-	393	1.129,05
Dic	63.664	5.477	5.477	-	413	1.231,28	
<b>Total 2018</b>		<b>682.750</b>	<b>56.061</b>	<b>55.387</b>	<b>674</b>	<b>4.172</b>	
2.019	Ene	62.853	6.182	5.531	651	417	111,80
	Feb	56.634	3.412	3.412	-	257	212,67
	Mar	63.141	4.996	4.996	-	376	322,24
	Abr	62.023	4.805	4.805	-	362	434,25
	May	64.607	5.664	5.664	-	427	544,45
	Jun	62.769	4.941	4.941	-	372	655,98
	Jul	67.135	5.168	5.168	-	389	762,96
	Ago	67.313	4.766	4.766	-	359	874,49
	Sep	69.041	5.194	5.194	-	391	990,35
<b>Total 2019</b>		<b>575.516</b>	<b>45.129</b>	<b>44.478</b>	<b>651</b>	<b>3.350</b>	

**Tabla G. 19.** Pérdidas para CNEL Guayas Los Ríos.

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
2.018	Ene	206.397	34.384	19.380	15.004	908	344,39
	Feb	176.868	13.634	16.605	- 2.971	778	671,38
	Mar	194.515	21.296	17.892	3.403	778	1.001,58
	Abr	201.520	25.834	18.975	6.859	766	1.359,54

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
	May	205.458	39.129	18.803	20.325	761	1.694,22
	Jun	188.273	25.118	18.039	7.080	772	2.027,86
	Jul	187.117	27.441	17.957	9.484	767	2.340,04
	Ago	195.453	27.832	17.571	10.261	723	2.657,06
	Sep	194.563	29.488	17.351	12.138	720	2.997,45
	Oct	202.137	31.608	16.996	14.612	707	3.318,39
	Nov	204.667	29.633	18.411	11.223	758	3.666,33
	Dic	202.783	23.420	17.661	5.759	771	4.005,32
<b>Total 2018</b>		<b>2.359.751</b>	<b>328.818</b>	<b>215.642</b>	<b>113.176</b>	<b>9.208</b>	
<b>2.019</b>	Ene	215.775	32.129	18.190	13.939	755	368,70
	Feb	197.138	17.567	16.384	1.183	710	731,31
	Mar	222.105	34.209	19.370	14.839	711	1.096,27
	Abr	223.873	31.555	19.031	12.523	685	1.475,40
	May	228.295	37.003	19.061	17.942	730	1.847,65
	Jun	195.003	18.996	16.266	2.730	741	2.190,20
	Jul	205.130	30.315	16.901	13.414	738	2.514,36
	Ago	206.710	33.036	17.862	15.174	744	2.845,00
	Sep	208.853	29.603	17.298	12.305	731	3.185,37
<b>Total 2019</b>		<b>1.902.882</b>	<b>264.413</b>	<b>160.363</b>	<b>104.050</b>	<b>6.546</b>	

Tabla G. 20. Pérdidas para CNEL Guayaquil.

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
<b>2.018</b>	Ene	491.602	80.069	44.944	35.124	1.510	877,05
	Feb	421.589	10.852	9.611	1.241	729	1.744,95
	Mar	495.754	67.397	47.749	19.649	1.668	2.630,75
	Abr	497.560	49.327	38.719	10.607	1.675	3.537,46
	May	493.335	69.238	47.604	21.635	1.656	4.418,35
	Jun	427.251	18.537	15.882	2.654	1.428	5.220,75
	Jul	424.077	36.946	27.360	9.586	1.417	6.005,23
	Ago	438.437	47.062	28.260	18.802	1.466	6.791,89
	Sep	432.540	61.001	29.573	31.429	1.447	7.614,90
		Oct	441.881	50.736	27.803	22.934	1.329

Año	Mes	Energía Disponible en el Sistema (MWh)	Pérdidas Sistema (MWh)	Perdidas Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perdidas No Técnicas del Sistema Real (MWh)	Perd. A. Público (MWh)	Potencia Total de la Distribuidora (MW)
	Nov	455.634	40.109	25.073	15.036	1.366	9.235,07
	Dic	476.454	78.549	41.794	36.754	1.432	10.091,74
<b>Total 2018</b>		<b>5.496.112</b>	<b>609.822</b>	<b>384.372</b>	<b>225.450</b>	<b>17.122</b>	
<b>2.019</b>	Ene	498.107	71.888	43.730	28.159	1.501	872,51
	Feb	464.935	52.150	27.508	24.642	1.405	1.760,11
	Mar	518.203	72.472	49.302	23.171	1.556	2.659,83
	Abr	513.290	67.760	45.537	22.224	1.537	3.599,62
	May	522.269	73.780	49.388	24.392	1.563	4.488,26
	Jun	471.191	39.456	26.684	12.772	1.394	5.343,67
	Jul	461.216	52.025	36.758	15.268	1.364	6.158,05
	Ago	446.140	33.786	25.253	8.532	1.317	6.965,73
Sep	435.141	48.491	29.465	19.026	1.288	7.770,64	
<b>Total 2019</b>		<b>4.330.491</b>	<b>511.808</b>	<b>333.624</b>	<b>178.184</b>	<b>12.923</b>	

## **ORDEN DE EMPASTADO**