



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## DIRECCIÓN DE POSGRADO

### MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD

#### MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**Título:**

---

Análisis y proyección del consumo de energía eléctrica ante confinamiento por emergencia sanitaria en el área de concesión de la empresa eléctrica provincial Cotopaxi. Caso de estudio cantón Latacunga.

---

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de magister en Electricidad  
mención sistemas eléctricos de potencia

**Autores:** Estrella Tapia Diego Fernando

Pazuña Naranjo William Paul

**Tutor:** Franklin Medina Salazar MSc.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2021**


## AVAL DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “Análisis y proyección del consumo de energía eléctrica ante confinamiento por emergencia sanitaria en el área de concesión de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi. Caso de estudio cantón Latacunga.” presentado por **Estrella Tapia Diego Fernando y Pazuña Naranjo William Paul**, para optar por el título magíster en Electricidad mención sistemas eléctricos de potencia

## CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

Latacunga, julio, 26, 2021



MSc. Franklin Medina Salazar

CC: 0501259618

## AVAL DEL TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: “Análisis y proyección del consumo de energía eléctrica ante confinamiento por emergencia sanitaria en el área de concesión de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi. Caso de estudio cantón Latacunga”, ha sido revisado, aprobado y autorizado su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Educación Inicial; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

Latacunga, julio, 26, 2021



MSc. Xavier Alfonso Proaño Maldonado

CC 0502656424

Presidente del tribunal



MSc. Carlos Ivan Quinatoa Caiza

CC 0503287864

Lector 2



MSc. Manuel Ángel León Segovia

CC 0502041353

Lector 3

## DEDICATORIA

Dedico este título de Magister, el cual es mi mayor logro personal y académico alcanzado, a mi Dios todo poderoso y misericordioso, a mi bella madre Elena que sin ella no sé qué hubiese sido de mi existencia, tal vez algún hombre derrotado, perdido en el camino de la vida, pero gracias a ella en la actualidad estoy perfilándome como uno de los mejores especialistas en la rama de la electricidad y acercándome cada vez a mis metas, de ser una persona representativa, útil para la sociedad, con excelencia en el medio profesional y humano. Por último, también dedico este título a mi gran amigo Diego con el fin de motivarle, a que el también logre esta gran meta que es la obtención del título, ya que por las adversidades de la vida no podremos defender juntos este gran proyecto de titulación, y pueda demostrar que, a pesar de las complicaciones de la vida, exponga de que este hecho y demuestre que un hombre de fe, constancia y capacidades puede superar cualquier obstáculo de la vida.

William Paul Pazuña Naranjo

## AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios que me ha dado el don de la vida, que, si bien ha sido un camino por momentos difíciles, también me ha bendecido brindándome todas armas y personas necesarias conmigo, para salir adelante y lograr todas mis metas propuestas hasta ahora, a pesar de mi corta edad. En segundo lugar, agradecer a mi señora Madre Elena Naranjo que con su ejemplo, capacidad, lucha, constancia e infinito amor a logrado hacer de mí el gran ser humano y excelente profesional que lo he venido demostrando en cada oportunidad, por darme el ejemplo, que, con trabajo duro, honradez y lealtad hacia lo moralmente correcto se puede llegar al éxito, todo esto sin tener que dejar la humildad como código de vida. Y tercero a mi gran amigo, compañero de la vida, de estudios y de tesis Diego Estrella, ya que sin sus conocimientos, constancia y excelente calidad humana no podría estar aquí, titulándome como Magister en Electricidad.

William Paul Pazuña Naranjo

## **DEDICATORIA**

Gracias a Dios, que me da la victoria por  
medio de nuestro Señor Jesucristo.

Diego Estrella

## **AGRADECIMIENTO**

Dedicado a Jesucristo por esta nueva oportunidad, por esta nueva esperanza que pones hoy en mi corazón.

Diego Estrella.

## RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

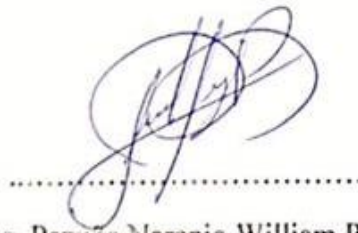
Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de titulación.

Latacunga, julio, 19, 2021

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'E. Tapia', written over a horizontal dotted line.

Ing. Estrella Tapia Diego Fernando

0503078677

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'W. Paul', written over a horizontal dotted line.

Ing. Pazuña Naranjo William Paul

0503338592

## RENUNCIA DE DERECHOS

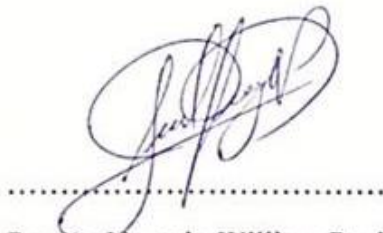
Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, julio, 19, 2021



Estrella Tapia Diego Fernando

0503078677



Pazuña Naranjo William Paul

0503338592

## AVAL DEL PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: “Análisis y proyección del consumo de energía eléctrica ante confinamiento por emergencia sanitaria en el área de concesión de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi. Caso de estudio cantón Latacunga”, contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los lectores en sesión científica del tribunal.

Latacunga, julio, 26, 2021



MSc. Xavier Alfonso Proaño Maldonado

CC 0502656424

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD  
MENCIÓN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA**

**Título:** “ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA ANTE CONFINAMIENTO POR EMERGENCIA SANITARIA EN EL ÁREA DE CONCESIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI. CASO DE ESTUDIO CANTÓN LATACUNGA.”

**Autores:** Estrella Tapia Diego Fernando  
Pazuña Naranjo William Paul

**Tutor:** Franklin Medina Salazar MSc.

**RESUMEN**

El presente documento analizó el impacto acontecido fruto de la llegada de la pandemia a la región, que obligó a tomar una secuencia de medidas de protección sanitaria que produjeron una disminución drástica de la actividad económica a partir del decreto de confinamiento obligatorio de las personas en sus hogares en la mayoría de los países. Es así que las empresas distribuidoras del suministro eléctrico se encontraron con un gran problema, al no poder registrar las lecturas de los medidores de forma presencial, para la respectiva facturación mensual, lo que ha llevado a utilizar un método erróneo para el cálculo y estimación de consumo promedio de energía que posteriormente se lo asignó a cada uno de los usuarios, ya que ningún comportamiento anterior puede ser igual al de la cuarentena del año 2020. Para eso se analizó el altibajo significativo del consumo de energía en los diferentes tipos de abonados tarifados en concesión de ELEPCO S.A. pertenecientes al cantón Latacunga, mediante un modelo de proyección estadística de consumo eléctrico que establece valores probabilísticos que simulan consumos típicos en épocas de confinamiento humano, los cuales son validados con el registro de información medida y datos proyectados por el modelo probabilístico aplicado mediante los métodos de medias móviles y mínimos cuadrados ordinarios, determinando un evidente decremento de consumo energético a nivel general de los usuarios analizados, pero fallando que cada tipo de usuario tarifado tiene su propio comportamiento bajo estas circunstancias de confinamiento.

**PALABRAS CLAVE:** Covid-19, Consumo de energía, Facturación de energía, Empresas Distribuidoras, Modelo Estadístico, Proyecciones.

**UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI  
DIRECCION DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD  
MENCIÓN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA**

**Title:** "ANALYSIS AND PROJECTION OF ELECTRICITY CONSUMPTION IN THE EVENT OF A SANITARY EMERGENCY CONFINEMENT IN THE CONCESSION AREA OF THE COTOPAXI PROVINCIAL ELECTRIC COMPANY. LATACUNGA CANTON STUDY CASE."

**Author:** Estrella Tapia Diego Fernando  
Pazuña Naranjo William Paul  
**Tutor:** Franklin Medina Salazar MSc.

**ABSTRACT**

This document analyzes the impact occurred as a result of pandemic in the region, which forced the adoption of a sequence of sanitary protection measures that produced a drastic decrease in economic activity from the decree of obligatory people confinement in their houses in most countries. Thus, electricity supply distribution companies encountered a major problem, as they were not able to record the meter readings in person, for respective monthly billing, which has led the use of an erroneous method to calculate and estimate energy consumption average that was subsequently assigned to each user, since no previous behavior can be equal to 2020-year quarantine. For this, it is necessary to analyze the significant ups and downs of energy consumption in different types of subscribers ELEPCO SA concession rates belonging to Latacunga canton, by means a statistical projection model of electricity consumption that establishes probabilistic values that will simulate typical consumption in times of human confinement, which are validated by measured information recording and data projection by probabilistic model applied using methods of moving averages and ordinary least squares.

**KEYWORDS:** Covid-19, Energy Consumption, Energy Billing, Distribution Companies, Statistical Model, Projections.

Edison Marcelo Pacheco Pruna con cédula de identidad número: 050261735-0 Licenciado en Ciencias de la Educación mención Inglés con número de registro de la SENESCYT: 1020-12-1169234; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: "Análisis y proyección del consumo de energía eléctrica ante confinamiento por emergencia sanitaria en el área de concesión de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi. Caso de estudio cantón Latacunga.", de: William Paul Pazuña Naranjo y Diego Fernando Estrella Tapia, aspirantes a magister en Electricidad mención en Sistemas Eléctricos de Potencia

Latacunga, julio, 27, 2021.

  
Líc. Edison Marcelo Pacheco Pruna Mg.

050261735-0



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

## Contenido

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
Antecedentes.....	1
Planteamiento del problema .....	2
Formulación del problema.....	3
Objetivo General .....	4
Objetivos Específicos .....	4
Justificación.....	5
<b>CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEORICA METODOLOGICA.....</b>	<b>8</b>
1.1. Antecedentes de la investigación o fundamentación del estado del arte...8	
1.2. Fundamentación Teórica. – .....	10
1.2.1 Relación de consumo y demanda.....	10
1.2.2 Categorías tarifarias .....	10
1.2.3 Facturación mensual .....	14
1.2.4 Mes de consumo .....	14
1.2.5 Resolución Nro. ARCERNNR -001/2020.....	14
1.2.6 Resolución Nro. ARCERNNR-004/2020.....	16
1.2.7 Resolución Nro. ARCERNNR-005/2020.....	17
1.2.8 Resolución Nro. ARCERNNR-026/2020.....	17
1.2.9 Resolución Nro. ARCERNNR -027/2020.....	18
1.2.10 Resolución Nro. ARCERNNR -028/2020.....	18
1.2.11 Descripción general del software Power Pivot.....	20
1.2.12 LibreOffice Calc .....	21
1.2.13 Excel y la herramienta de regresión .....	21
1.2.14 Tamaño de la muestra.....	22
1.2.15 Conformación del tamaño de la muestra .....	22
1.2.16 Fórmula para el tamaño de la muestra .....	22
1.2.17 Comparación de medias.....	23
1.2.18 Comparación de medias: pruebas para datos independientes .....	24

1.2.19 Pruebas paramétricas en la comparación de medias para datos independientes .....	24
1.2.20 Tipos de modelos y técnicas estadísticas de pronóstico. ....	25
1.3.    Fundamentación metodológica.....	30
1.3.1.    Métodos de Investigación .....	30
1.3.2.    Tipos de Investigación.....	31
1.4.    Conclusiones Capítulo I .....	32
<b>CAPÍTULO II. PROPUESTA .....</b>	<b>34</b>
2.1    Título del proyecto. ....	34
2.2    Objetivo del proyecto. ....	34
2.3    Descripción de la propuesta.....	34
2.4    Metodología o procedimientos empleados para el cumplimiento de los objetivos planteados .....	36
2.4.1    Descripción de los usuarios de ELEPCO S.A. ....	36
2.4.2    Manejo de la base de datos .....	36
2.4.3    Aplicación de modelos de proyección .....	39
2.4.3.1    Modelo de medias móviles (MODELO 1).....	39
2.4.3.2    Modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MODELO 2).....	40
2.4.3.3    Modelo matemático .....	44
2.5    Conclusiones.....	46
<b>CAPÍTULO III APLICACIÓN Y/O VALIDACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>47</b>
3.1.    Análisis de los resultados .....	47
3.1.1.    Tipo de usuarios dentro de la Tarifa General .....	47
3.1.1.1    Usuarios Bomba de Agua (BA).....	50
3.1.1.2    Usuarios Bomba de Agua Sistema Potable (BASP) .....	54
3.1.1.3    Usuarios Beneficio Público .....	57
3.1.1.4    Usuarios Comerciales .....	59
3.1.1.5    Usuarios Culto Religioso .....	62
3.1.1.6    Usuarios Entidad Oficial .....	64
3.1.1.7    Usuarios Industriales Artesanales .....	67
3.1.1.8    Usuarios de Tarifa Residencial .....	69

3.1.2.1 Usuarios Residencial Discapacidad .....	69
3.1.2.2 Usuarios Residencial Servicio Comunitario.....	72
3.1.2.3 Usuarios Residenciales .....	74
3.1.2.4 Resumen de todas las tarifas.....	77
3.2. Validación técnica -económica de los resultados. _ .....	80
3.3. Evaluación de expertos. –.....	81
3.4. Evaluación de usuarios. –.....	82
3.5. Evaluación de impactos o resultados (no aplica). _ .....	83
Conclusiones del III capítulo.....	83
Conclusiones generales .....	84
Recomendaciones.....	85
Referencias bibliográficas .....	85
III.1 OFICIO DE APROBACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN POR PARTE DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI. ....	88
III.2 ANEXOS. HOJA DE CÁLCULO EXCEL, DE PROYECCIÓN RESUMIDA PARA LOS USUARIOS DE TODAS LAS TARIFAS.....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1:SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	4
TABLA 2:CATEGORÍA Y NIVELES DE VOLTAJE.....	13
TABLA 3: NIVEL DE CONFIANZA DESEADO PUNTUACIÓN Z.....	23
TABLA 4: SIMBOLOGÍA Y TIPOS DE USUARIOS SIN DEMANDA .....	37
TABLA 5:TABULACIÓN DE VALORES PROMEDIOS ITERATIVOS .....	40
TABLA 6: VALORES TABULADOS PARA APLICAR REGRESIÓN .....	41
TABLA 7:MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN .....	42
TABLA 8: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN .....	42
TABLA 9: ANÁLISIS DE VARIANZA.....	43
TABLA 10: EJEMPLO DE COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS.....	44
TABLA 11: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (AS).....	47
TABLA 12: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (AS).....	47

TABLA 13: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (AS) ...	48
TABLA 14: PARAMETROS (AS).....	48
TABLA 15: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (AS) .....	48
TABLA 16: ANÁLISIS DE VARIANZA (AS) .....	49
TABLA 17: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS (AS).....	50
TABLA 18: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (BA) .....	50
TABLA 19: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (BA) .....	51
TABLA 20: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (BA)...	51
TABLA 21: PARAMETROS (BA) .....	51
TABLA 22: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (BA) .....	52
TABLA 23: ANÁLISIS DE VARIANZA (BA).....	52
TABLA 24: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS (BA) .....	54
TABLA 25: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (BASP).....	54
TABLA 26: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (BASP).....	55
TABLA 27: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (BASP) .....	55
TABLA 28: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (BASP).....	55
TABLA 29: PARAMETROS (BASP).....	55
TABLA 30: ANÁLISIS DE VARIANZA (BASP) .....	55
TABLA 31: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS (BASP) .....	56
TABLA 32: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (BP).....	57
TABLA 33: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (BP).....	57
TABLA 34: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (BP) ...	57
TABLA 35: PARAMETROS (BP) .....	58
TABLA 36: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (BP).....	58
TABLA 37: ANÁLISIS DE VARIANZA (BP) .....	58
TABLA 38: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS (BP) .....	59
TABLA 39: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (C) .....	59
TABLA 40: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (C) .....	60
TABLA 41: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (C) ....	60
TABLA 42: PARAMETROS (C) .....	60
TABLA 43: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (C).....	60
TABLA 44: ANÁLISIS DE VARIANZA (C).....	60
TABLA 45: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS (C) .....	61
TABLA 46: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (CR) .....	62
TABLA 47: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (CR) .....	62
TABLA 48: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (CR)...	62
TABLA 49: PARAMETROS (CR) .....	62
TABLA 50: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (CR) .....	63

TABLA 51: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS (CR).....	64
TABLA 52: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (EO) .....	64
TABLA 53: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (EO) .....	65
TABLA 54: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (EO)...	65
TABLA 55: PARAMETROS (EO) .....	65
TABLA 56: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (EO) .....	65
TABLA 57: ANÁLISIS DE VARIANZA (EO).....	65
TABLA 58: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS (EO).....	66
TABLA 59: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (IA) .....	67
TABLA 60: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (IA) .....	67
TABLA 61: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (IA)....	67
TABLA 62: PARAMETROS (IA).....	68
TABLA 63: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (IA) .....	68
TABLA 64: ANÁLISIS DE VARIANZA (IA).....	68
TABLA 65: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS (IA).....	69
TABLA 66: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (RD) .....	70
TABLA 67: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (RD).....	70
TABLA 68: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (RD)...	70
TABLA 69: PARAMETROS (RD) .....	70
TABLA 70: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (RD) .....	70
TABLA 71: ANÁLISIS DE VARIANZA (RD).....	71
TABLA 72: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS (RD) .....	71
TABLA 73: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (SC).....	72
TABLA 74: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (SC).....	72
TABLA 75: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (SC) ...	72
TABLA 76: PARAMETROS (SC).....	73
TABLA 77: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (SC).....	73
TABLA 78: ANÁLISIS DE VARIANZA (SC) .....	73
TABLA 79: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS (RSC) .....	74
TABLA 80: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (R).....	74
TABLA 81: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (R).....	75
TABLA 82: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (R) ....	75
TABLA 83: PARAMETROS (R) .....	75
TABLA 84: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (R).....	75
TABLA 85: ANÁLISIS DE VARIANZA (R).....	75
TABLA 86: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS (R) .....	76
TABLA 87: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (RESUMEN GENERAL).....	77

TABLA 88: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (RESUMEN GENERAL).....	77
TABLA 89: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (RESUMEN GENERAL) .....	78
TABLA 90: PARAMETROS (RESUMEN GENERAL) .....	78
TABLA 91: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (RESUMEN GENERAL) .....	78
TABLA 92: ANÁLISIS DE VARIANZA (RESUMEN GENERAL) .....	79
TABLA 93: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS (RESUMEN GENERAL) .....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1: Metodología para análisis de consumo de energía eléctrica ante confinamiento.....	35
Fig. 2: Gráfica de dispersión y recta de regresión.....	43
Fig. 3: Gráfica de dispersión y recta de regresión AS.....	49
Fig. 4: Gráfica de dispersión y recta de regresión (BA) .....	53
Fig. 5: Gráfica de dispersión y recta de regresión (BASP) .....	56
Fig. 6: Gráfica de dispersión y recta de regresión (BP) .....	58
Fig. 7: Gráfica de dispersión y recta de regresión (C) .....	61
Fig. 8: Gráfica de dispersión y recta de regresión (CR).....	63
Fig. 9: Gráfica de dispersión y recta de regresión (EO).....	66
Fig. 10: Gráfica de dispersión y recta de regresión (IA).....	68
Fig. 11: Gráfica de dispersión y recta de regresión (RDIS).....	71
Fig. 12: Gráfica de dispersión y recta de regresión (RSC) .....	73
Fig. 13: Gráfica de dispersión y recta de regresión (R) .....	76
Fig. 14: Gráfica de dispersión y recta de regresión (RESUMEN GENERAL) ....	79

## ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN (1) .....	10
ECUACIÓN (2) .....	22
ECUACIÓN (3) .....	26
ECUACIÓN (4) .....	26
ECUACIÓN (5) .....	26
ECUACIÓN (6) .....	27
ECUACIÓN (7) .....	27
ECUACIÓN (8) .....	27
ECUACIÓN (9) .....	28
ECUACIÓN (10) .....	29
ECUACIÓN (11) .....	29

ECUACIÓN (12) .....	38
ECUACIÓN (13) .....	64

## INTRODUCCIÓN

### **Antecedentes**

A nivel mundial, la crisis sanitaria asociada al COVID – 19 generó grandes cambios en el sector eléctrico, el confinamiento y las restricciones dadas por cada mandatario para la reducción de los contagios, generó una disminución de la demanda de energía eléctrica en el sector destinado a la producción y un aumento de la demanda en el sector residencial, generando gran impacto en la economía mundial, un análisis de consumo energético que ni en la crisis asiática de 1997 y la subprime de 2008 se la podría comparar, es así que hoy se debe analizar el sector eléctrico el cual es el pilar fundamental para el enfrentamiento de cualquier tipo de crisis [1].

A nivel de Latinoamérica, la pandemia llega en uno de los momentos adversos para la región, la economía ya venía sufriendo y las débiles posiciones fiscales ya nos llevaban a una crisis económica, por lo que el confinamiento aceleró la crisis llegando a afectar gravemente a los sectores comerciales y de servicio, lo que se ve reflejado en la disminución de la demanda de energía eléctrica, entre el 6% y el 32%, ocasionando grandes cambios de la programación en los centros de despacho de energía; el análisis del sector eléctrico en la región, se torna elemental, para casos excepcionales como el confinamiento por aparición del COVID – 19 [2].

A nivel de Ecuador, a partir del inicio de la cuarentena el 17 de marzo, el país produjo un promedio del 16% menos de energía eléctrica, las empresas eléctricas al ser públicas con gran participación del estado, deben acatar las órdenes del gobierno, el cual toma decisiones tales como que el servicio eléctrico no puede ser suspendido por falta de pago, los únicos canales de pago se los habilita por canales virtuales en bancos y cooperativas [3]. Pagando un promedio mensual y no el costo real ya que no se logran tomar las lecturas de los medidores, la falta de análisis en el comportamiento atípico del consumo de energía eléctrica bajo estas circunstancias y los grandes inconvenientes en el cobro de las planillas eléctricas. La ex ARCONEL emitía resoluciones para que la facturación relacionada a el

consumo de energía, cuando la lectura de los medidores no podía ser registrada de forma presencial, se establezca una estimación facturable en función del promedio del uso de energía en meses previos, y en el 2020 no fue la excepción con el confinamiento por el corona-virus, los meses de marzo, abril y mayo, pretendían ser cobrados de la misma manera generando más de 80,000 reclamos por los usuarios perjudicados, por lo que el presidente Lenín Moreno solicita la renuncia del director ejecutivo de la ARCONEL y la de algunos gerentes de las empresas eléctricas, para con el pasar de los días, llegar a el primero de julio del 2020 y que con el Decreto Ejecutivo 1036 empiece funciones, El Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables [4].

A nivel de la provincia de Cotopaxi, una vez que se reinician los procesos de tomas de lecturas de medidores aparecen varios errores que deben ser solucionados, para este momento el gobierno anuncia nuevas medidas de compensación para los usuarios residenciales de entre 001 y 500 kWh mes, por lo que la ELEPCO S.A. Debe emitir notas de crédito para aquellos usuarios que ya cancelaron facturas elevadas, complicando el proceso de cobro y haciendo esencial crear un análisis en el sector eléctrico de la provincia en casos donde la lectura de los medidores no pueda ser obtenida por confinamiento humano [5].

El área de concesión de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi, lugar donde se lleva a cabo la investigación, se ubica en el TOP 10 de las mejores empresas del sector eléctrico del país, sitio alcanzado gracias a su gran trabajo entre administración, funcionarios y trabajadores de esta empresa, quienes comprometidos promueven el desarrollo productivo de Cotopaxi [6]. Por lo que un análisis de consumo de energía eléctrica, para los usuarios, permitirá pulir fallas que, en periodos de cuarentena, los inconvenientes sean lo más desapercibido posible para todos los Cotopaxenses.

### **Planteamiento del problema**

El artículo 40 de la Ley de Orgánica de Defensa del Consumidor permite en caso de imposibilidad física de acceder al sistema de medición, que se emita una planilla con el valor equivalente al promedio mensual de los seis períodos inmediatamente anteriores [4], lo que nunca se tomó en cuenta es que en el año 2020 se pasó por

una cuarentena global haciendo que los usuarios se quedaran en casa y que los comercios, industrias y demás tipos de abonados de la categoría general de la mayoría de sectores paralicen sus actividades, lo que sucedió también con los trabajadores que realizan la recolección de las lecturas de los sistemas de medición, asíndose imposible que en los meses de marzo (parcial), abril y mayo se logre realizar la facturación con valores reales, por lo que las máximas autoridades del sector eléctrico autorizan mediante Resolución Nro. ARCERNNR – 001/2020 , que estos valores sean cobrados mediante la aplicación del artículo antes mencionado, pudiendo diferir a 12 meses, sin intereses ni recargos, intentando agilizar el proceso de cobro, sin haberse dado cuenta que la pandemia trajo comportamientos muy diferentes a los acostumbrados en el consumo de energía en todos los sectores [10]. Es así que los reclamos de los usuarios residenciales no se dejan esperar una vez que se reinician las tomas de lecturas en los medidores de consumo, ya que los valores subsiguientes son extremadamente altos, asíndose notable que el promedio de los consumos anteriores no era efectivo para todos los casos en los que se tomó la medida de “estimación”. La gestión en el área de la Dirección Comercial de ELEPCO S.A. debe tener un mayor componente práctico en la proyección e investigación para cada uno de los posibles casos en los que no se logre tener una lectura de los sistemas de medición por motivos extraordinarios como lo fue la pandemia del COVID – 19, obteniendo mejores resultados, agilizando los cobros de las planillas, refacturación y reduciendo los reclamos de sus clientes [5].

### **Formulación del problema**

¿De qué manera se debe analizar el consumo de energía eléctrica, para la correcta aplicación del modelo de proyección probabilística de demanda, de los usuarios de ELEPCO S.A. en estado de confinamiento por emergencia sanitaria y una futura eventualidad similar?

## Objetivo General

Analizar el comportamiento del consumo de energía eléctrica ante confinamiento, en el área de concesión de ELEPCO S.A. mediante el desarrollo de un modelo estadístico de proyección aplicable, para una eficiente respuesta ante condiciones similares en el futuro.

## Objetivos Específicos

- Revisar el estado del arte referente a los métodos principales que influyen en la estimación de consumo eléctrico, modelos estadísticos de proyección, por cada tipo de usuario tarifado del cantón Latacunga, mediante libros, publicaciones, leyes, resoluciones, etc. que permitirán establecer precedentes a ser utilizados en modelos probabilísticos.
- Desarrollo de modelo probabilístico mediante Medias Móviles y Mínimos Cuadrados Ordinarios, destinados a predecir la tendencia de consumo energético en época de pandemia.
- Validar resultados obtenidos del análisis y modelo de proyección, mediante comparaciones de parámetros calculados por regresiones del modelo estadístico, que permitirá establecer un modelo probabilístico eficaz para aplicaciones futuras, conexas a condiciones de confinamiento humano similar.

TABLA 1: SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Objetivos específicos	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Revisar el estado del arte referente a los métodos principales que influyen en la estimación de consumo eléctrico, modelos estadísticos de proyección, por cada tipo de usuario tarifado del cantón Latacunga, mediante libros,	Clasificar información teórica y técnica referente al desarrollo de modelos estadísticos de proyección de consumo eléctrico en estudios similares o relevantes al tema de estudio.	Colección de los métodos, técnicas y softwares empleados con mayor frecuencia para procesos en el desarrollo de modelos probabilísticos en estudios similares o relacionados a nivel local e internacional.	Deducir, clasificar fuentes y software adecuados, que preste las facilidades para el manejo de base de datos, y prevea los mejores procedimientos matemáticos y estadísticos a utilizar en el modelamiento del sistema de proyección de consumo de energía ante confinamiento en ELEPCO S.A..

publicaciones, leyes, etc. que permitirán establecer valores a ser utilizados en modelos probabilísticos.			
Desarrollo de modelo probabilístico mediante Medias Móviles y Mínimos Cuadrados Ordinarios, destinados a predecir la tendencia de consumo energético en época de pandemia.	Desarrollo del modelo probabilístico de consumo de energía eléctrica en situaciones atípicas, provocadas por confinamiento humano.	Proyección digitalizada y calculable de los tres escenarios posibles de consumo eléctrico en el cantón, para el análisis antes, durante y después de confinamiento.	Empleo del método de mínimos cuadrados ordinarios, regresiones, pronósticos, en el software Excel, para el desarrollo del modelo de proyección de consumo energético.
Validar resultados obtenidos del análisis y modelo de proyección, mediante comparaciones de parámetros calculados por regresiones del modelo estadístico, que permitirá establecer un modelo probabilístico eficaz para aplicaciones futuras, conexas a condiciones de confinamiento humano similar.	Analizar parámetros obtenidos de los modelos estadísticos aplicados, para relacionarlos al estado de arte del presente proyecto.	Proyección digitalizada de consumos futuros bajo circunstancias de confinamiento humano, indicando tendencias probables de demanda de energía.	Empleo de herramientas digitales de cálculo, tales como Excel para el análisis estadístico con su respectiva simulación y graficación para una mejor y rápida interpretación. Técnicas estadísticas de regresión como mínimos cuadrados ordinario y medias móviles.

Elaborado por: Autores

## Justificación

Debido a las múltiples dificultades en el mundo por la pandemia del COVID – 19 y la gran cantidad de usuarios de este servicio básico que no estuvieron de acuerdo con el cobro de sus planillas de energía eléctrica, se desarrolla este estudio que

apunta a establecer un precedente y patrones futuros que servirá para tener una proyección que pueda influir de manera positiva en las medidas a tomarse en circunstancias parecidas a la presente con respecto a la facturación del consumo de energía eléctrica a los abonados de ELEPCO S.A. ante un confinamiento como el del año 2020, el aporte de este trabajo podrá ser usado como base para planificar y garantizar soluciones técnica – económicas, evitando pérdidas de dinero y gran cantidad de tiempo, puesto que los consumos serán proyectados con datos reales de los consumos pre – pos confinamiento y del confinamiento mismo, dado en el 2020, datos que permitirán obtener porcentajes ya sean positivos o negativos correspondientemente, del consumo de energía; porcentaje aceptable para un futuro cercano, o en caso de volver a tener una cuarentena [5].

Entre las diferentes causas que pueden estar originando este problema, se detecta las siguientes a continuación como las principales de la crisis sanitaria por COVID – 19, al ser tan inesperada que todos los sectores estaban enfocados en otros problemas que afectaban la economía del país y el mundo, además no se tenía registro de una crisis tal en los últimos 100 años y al no conocer cómo actuar y enfrentar la crisis económica que causa el confinamiento a las Empresas Distribuidoras de Energía Eléctrica, conlleva a otros problemas y grandes perjuicios a la empresa y a los usuarios.

Los efectos que trae este problema son varios, entre los cuales se describe los siguientes como los principales: usuarios que no pueden pagar sus planillas de consumo debido a los grandes costos acumulados y erróneamente facturados, valores que tienen que ser devueltos por la empresa distribuidora con notas de crédito; que el gobierno busque varias medidas de compensación o que llegue a la decisión de subsidiar los costos facturados en los meses de confinamiento, y que sea extendido el tiempo en aprobar un decreto o decisión para lograr el cobro de las planillas de todos los meses sujetos a esta situación, contribuye a que las pérdidas económicas sean mayores [3].

Para ello la siguiente investigación pretende, generar un análisis del consumo de energía eléctrica, contemplado para un nuevo confinamiento humano, el cual, a través de una proyección estadística con datos ya obtenidos antes, durante y después

de la cuarentena del COVID -19, permitirá conocer un promedio mucho más cercano a la realidad con el fin de poder generar las planillas de energía eléctrica facturadas con menor cantidad de errores, agilizando el cobro de las mismas.

Por ello, se tiene que el estudio contribuirá con información técnica – práctica para ELEPCO S.A. y los usuarios en el área de concesión de la empresa.

**Hipótesis:**

El modelo de predicción propuesto permitirá analizar el comportamiento del consumo de energía en condiciones de confinamiento, en el cual se podrá explicar y pronosticar el comportamiento de la demanda de energía eléctrica de cada tipo de cliente en el área de concesión de ELEPCO S.A. en caso de una futura de emergencia sanitaria.

# **CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEORICA METODOLOGICA**

## **1.1. Antecedentes de la investigación o fundamentación del estado del arte.**

A nivel mundial, la crisis sanitaria asociada al COVID – 19 generó grandes cambios en el sector eléctrico, el confinamiento y las restricciones dadas por cada mandatario para la reducción de los contagios, generó una disminución de la demanda de energía eléctrica, en el sector de actividades productivas y un aumento de la demanda en el sector residencial, generando gran impacto en la economía mundial, un análisis de consumo energético que ni en la crisis asiática de 1997 y la subprime de 2008 se la podría comparar, es así que hoy se debe analizar el sector eléctrico el cual es el pilar fundamental para el enfrentamiento de cualquier tipo de crisis [1].

A nivel de Latinoamérica, la pandemia llega en uno de los momentos adversos para la región, la economía ya venía sufriendo y las débiles posiciones fiscales ya nos llevaban a una crisis económica, por lo que el confinamiento aceleró la crisis llegando a afectar gravemente a los sectores comerciales y de servicio, lo que se ve reflejado en la demanda de energía eléctrica de entre el 6% y el 32%, ocasionando grandes cambios de la programación en los centros de despacho de energía, el análisis del sector eléctrico en la región, se torna elemental, para casos excepcionales como el COVID – 19 [2].

A nivel de Ecuador, a partir del inicio de la cuarentena el 17 de marzo el país produjo un promedio del 16% menos de energía eléctrica, las empresas eléctricas al ser públicas y con gran participación del estado deben acatar las órdenes del gobierno, el cual toma las decisiones tales como que el servicio eléctrico no puede ser suspendido por falta de pago, los únicos canales de pago se los habilita por canales virtuales en bancos y cooperativas [3], pagando un promedio mensual y no el costo real ya que no se logran tomar las lecturas de los medidores, la falta de análisis en el consumo de energía eléctrica para afrontar la crisis sanitaria ocasiona varios inconvenientes en el cobro de las planillas eléctricas. La ex ARCERNNR emitía resoluciones para que la factura por el consumo de energía eléctrica cuando la lectura de los medidores no podía ser obtenido, se establezca en función del

promedio del uso de energía en meses previos, y en el 2020 no fue la excepción con el confinamiento por el corona-virus, los meses de marzo, abril y mayo, pretendían ser cobrados de la misma manera generando más de 80,000 reclamos por los usuarios perjudicados, por lo que el presidente Lenín Moreno solicita la renuncia del director ejecutivo de la ARCERNNR y la de algunos gerentes de las empresas eléctricas, para con el pasar de los días, llegar a el primero de julio del 2020 y que con el Decreto Ejecutivo 1036 empiece funciones, El Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables y disponga que el consumo de servicio de energía se realice tomando en cuenta la lectura de cada medidor [4].

A nivel de la provincia de Cotopaxi, una vez que se reinician los procesos de tomas de lecturas de medidores aparecen varios errores que deben ser solucionados, para este momento el gobierno anuncia nuevas medidas de compensación para los usuarios residenciales de entre 001 y 500 kWh mes, por lo que la ELEPCO S.A. Debe emitir notas de crédito para aquellos usuarios que ya cancelaron facturas elevadas, complicando el proceso de cobro y haciendo esencial crear un análisis en el sector eléctrico de la provincia en casos donde la lectura de los medidores no pueda ser obtenida por confinamiento humano [5].

El área de concesión de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi, lugar donde se lleva a cabo la investigación, se ubica en el TOP 10 de las mejores empresas del sector eléctrico del país, sitio alcanzado gracias a su gran trabajo entre administración, funcionarios y trabajadores de esta empresa, quienes comprometidos promueven el desarrollo productivo de Cotopaxi. Por lo que un análisis de consumo de energía eléctrica, para los usuarios, permitirá pulir fallas que en el tiempo de cuarentena que se mostraron para el inconveniente de todos los Cotopaxenses [6].

La empresa eléctrica ELEPCO S.A. Necesita conocer cuál va ser el consumo de energía a corto y mediano plazo para lograr una planificación en su generación y su aportación al mercado eléctrico por lo que tiene que aplicar modelos estadísticos entre los que se encuentra los modelos de previsión de la demanda a corto, mediano y largo plazo. Además, se encuentra los modelos de previsión del precio modelo

que se basa en las observaciones a años anteriores y otras variables externas, modelando y proyectando según factores dinámicos [2].

## **1.2. Fundamentación Teórica. –**

### **1.2.1 Relación de consumo y demanda**

Las tarifas para el cobro de consumo de energía eléctrica se conforman por varios elementos, tomando como las más importantes la energía y la demanda, por lo que se explica cada uno de ellos para comprender mejor la facturación que realizan las Empresas Distribuidoras.

- **Demanda**

Es la medida puntual del consumo eléctrico en un tiempo dado. Y su unidad viene dado en kW (Kilowatt).

- **Consumo**

Es el área bajo la curva de las medidas de consumo puntual a lo largo del tiempo en el periodo de un mes. Y su unidad viene dado en kWh (Kilowatt - hora) [7].

El consumo es registrado por el medidor de energía eléctrica, por lo que para efectos de cobro se determina la cantidad de energía que se consume en un mes.

Para el cálculo de consumo mensual por electrodoméstico se utiliza la siguiente ecuación (1) [8]:

$$\text{ConsumoMensual} = \text{Potencia}(W) * \text{horasdeusoaldía} * \text{díasusoalmes} \quad (1)$$

### **1.2.2 Categorías tarifarias**

Se consideran dos tipos de categorías de tarifas, que depende de la característica del consumidor (residencial y general) y la característica del punto de entrega (nivel de voltaje bajo, medio y alto). La totalidad de todos los usuarios al momento de la toma de datos se ha presentado con la cantidad de 72.821, registrados en el cantón Latacunga; hay que recalcar que varía el número de usuarios entre mes y mes, debido a que se expiden medidores nuevos de servicio, y por otro lado, hay bajas a

equipos de medición en mal estado y por motivo de deudas económicas con la distribuidora.

- **Categoría residencial**

Corresponde al servicio público de energía eléctrica destinado exclusivamente al uso doméstico de los consumidores; es decir, en la residencia de la unidad familiar independientemente del tamaño de la carga conectada.

En esta categoría se incluye a los consumidores de bajos consumos y de escasos recursos económicos, que tienen integrada a su residencia una pequeña actividad comercial o artesanal.

- **Categoría general**

Corresponde al servicio público de energía eléctrica que es destinado por el consumidor a actividades diferentes al uso doméstico (categoría residencial), básicamente comprende el comercio, la industria y la prestación de servicios públicos y privados.

Se consideran dentro de esta categoría, entre otros, los siguientes:

a) Locales y establecimientos comerciales públicos o privados:

- Tiendas, almacenes, salas de cine o teatro, restaurantes, hoteles y afines;
- Plantas de radio, televisión y cualquier otro servicio de telecomunicaciones;
- Clínicas y hospitales privados;
- Instituciones educativas privadas;
- Vallas publicitarias;
- Organismos internacionales, embajadas, legaciones y consulados;
- Asociaciones civiles y entidades con o sin fines de lucro; y,
- Cámaras de comercio e industria tanto nacionales como extranjeras; entre otros.

b) Locales y establecimientos industriales públicos o privados, destinados a la elaboración o transformación de productos por medio de cualquier proceso industrial y sus oficinas administrativas.

c) Instalaciones de bombeo de agua (incluye oficinas administrativas y guardianía):

- Para el servicio público de agua potable y/o al tratamiento de aguas servidas.
- Para agua potable que no corresponda al servicio público de agua potable.
- Para uso agrícola y acuícola. Para este caso se podrá incluir los elementos eléctricos que complementen el proceso productivo, que no involucre procesos industriales.
- Para comunidades campesinas de escasos recursos económicos y sin fines de lucro.

d) Entidades de asistencia social:

- Hospitales, centros de salud, asilos y similares del Estado.
- Instituciones de asistencia social de carácter privado sin fines de lucro, previa la aprobación de sus estatutos por parte del Ministerio correspondiente.
- Entidades de beneficio público:
- Guarderías, escuelas, colegios, universidades e instituciones similares del Estado.
- Comprende a los pequeños talleres industriales con los que cuentan algunas de estas instituciones educacionales indicadas anteriormente, cuyo objetivo es la capacitación técnica y el desarrollo de los estudiantes.

f) Entidades Oficiales (del sector público):

- Seccional
- Regional
- Nacional

g) Escenarios Deportivos: Escenarios de entidades deportivas y sus locales y oficinas.

h) Culto Religioso: Locales destinados a la enseñanza y predicación de un culto religioso (capillas, iglesias, centros de oración, entre otros similares), además se incluyen las oficinas administrativas y curias.

i) Servicio Comunitario (Servicio General): Consumo de energía eléctrica que sirve para iluminación general de accesos o recorrido interno, bombeo y calentamiento de agua, ascensores, sistemas de recreación y cultura física; sistemas de seguridad en edificios, conjuntos habitacionales; y centros comerciales.

j) Abonado Especial: Se aplica para aquellos casos que, por las características muy específicas de uso y modalidad de consumo eléctrico, no se enmarcan dentro de lo antes descrito; por ejemplo: consumos auxiliares de la generación embebida en las redes de la distribuidora, exclusivo cuando dicho generador actúa como carga.

k) Y los demás que no estén considerados en la Categoría Residencial.

- **Categorías y niveles de voltaje**

A continuación, en la TABLA 2: CATEGORÍA Y NIVELES DE VOLTAJE, se esquematiza la categoría y el nivel de voltaje para los grupos de consumo [9].

TABLA 2: CATEGORÍA Y NIVELES DE VOLTAJE

Categoría	Nivel de Voltaje - NV	Grupo de Consumo	Registro de Demanda
Residencial	<b>Bajo Voltaje – BV</b> $NV < 600 V$	Residencial	Sin demanda
		Comercial	Sin demanda
		Industrial	Con demanda
		Otros(*)	Con demanda horaria
		Comercial	Sin demanda
		Industrial	Con demanda
		Otros(*)	Con demanda horaria
		Comercial	Sin demanda
		Industrial	Con demanda
		General	<b>Medio Voltaje – MV</b> $600 V \leq NV \leq 40 kV$
Industrial	Con demanda horaria		
Otros(*)	Con demanda horaria		
Comercial	Con demanda horaria		
Otros(*)	Con demanda horaria		
Industrial	Con demanda horaria diferenciada		
General	<b>Alto Voltaje – AV</b> $AV1: 40 kV \leq NV \leq 138 kV$	Comercial	Con demanda horaria
		Otros(*)	Con demanda horaria
	<b>AV2: <math>NV &gt; 138 kV</math></b>	Industrial	Con demanda horaria diferenciada
		Industrial	Con demanda horaria diferenciada

Fuente: [9]

### **1.2.3 Facturación mensual**

Es la sumatoria de los rubros económicos por concepto de: consumo de energía, demanda de potencia, pérdidas en transformadores, penalización por bajo factor de potencia y comercialización. Rubros que aplican dependiendo de las características del consumidor regulado.

Incluye los rubros correspondientes a los servicios que presta la distribuidora.

### **1.2.4 Mes de consumo**

Es el periodo por el cual las distribuidoras facturan el consumo de energía eléctrica a los consumidores regulados. Respecto a los periodos de facturación que están comprendidos entre 28 y 33 días [9].

### **1.2.5 Resolución Nro. ARCERNNR -001/2020**

Mediante la resolución Nro. ARCERNNR -001/2020 se aprueban varios Artículos, tales como el Artículo 3, y establece algunas consideraciones para los clientes beneficiarios del subsidio de la tarifa de la dignidad:

1. En vista de la permanencia en casa por el confinamiento, que lleva a superar los límites establecidos del consumo de energía de los clientes residenciales y aquellos que acceden al segmento de la Tarifa de la Dignidad, se implementa un esquema tarifario para cubrir dicho incremento.
2. Los clientes que superen los límites establecidos al segmento de la Tarifa Dignidad en los meses de abril y mayo serán facturados con el valor de 0,04 USD/kWh, siempre y cuando el cliente ingrese dentro del rango de consumo en meses anteriores y se aplicará en los meses respectivos.
3. Los valores de las facturas de abril y mayo de 2020, podrán ser cancelados desde junio 2020 y con un plazo de 12 meses sin intereses ni recargos.
4. Para el subsidio entregado por el Estado mediante Decreto Ejecutivo Nro. 451-A y en caso de superar los límites para el segmento Tarifa Dignidad los

consumos de marzo y abril de 2020 no serán considerados para el consumo de frecuencia histórica.

El Artículo 4 aprueba los siguientes puntos para el cobro de los clientes de las tarifas comercial sin demanda e industriales artesanales:

1. A los clientes comercial sin demanda e industriales artesanales conectados en bajo voltaje se les difiere el cobro de los meses de marzo y abril de 2020 conforme al Pliego tarifario.
2. Las facturas emitidas en los meses de abril y mayo se recaudarán a partir del mes de junio de 2020, y por un plazo de 12 meses.
3. En las facturas de abril y mayo de 2020, no se aplicarán intereses ni recargos.

Se Dispone mediante el Artículo 5 que se suspenden los cortes de servicio por falta de pago, conforme a los siguientes lineamientos:

1. No se suspenderá el servicio de energía eléctrica por falta de pago a los clientes residenciales, comercial sin demanda e industriales artesanales siempre que estén conectados en bajo voltaje, en los meses de abril y mayo de 2020.
2. Los valores no cancelados no generaran intereses ni recargos durante ese periodo.
3. El cobro se realizará en el mes de junio de 2020, en un periodo de 12 meses, para la recaudación de los valores facturados no cancelados.

Mientras que el Artículo 6 autoriza que mediante los consumos históricos de los clientes se realice la facturación, en base a los siguientes lineamientos:

1. El estado de excepción y las restricciones de libre tránsito vigentes en el Ecuador dificultan a las empresas eléctricas de distribución efectuar lecturas directas a sus clientes.
2. Debido a que se hace imposible a las empresas eléctricas de distribución acceder a los sistemas de medición se adopta la excepcionalidad establecida en el artículo 40 de la Ley Orgánica de Defensa del Consumidor.

Para los meses de marzo y abril de 2020, se establece el esquema excepcional para las lecturas a efectuarse [10].

#### **1.2.6 Resolución Nro. ARCERNNR-004/2020**

En el Artículo 2 de esta resolución se aprueba la ampliación de la vigencia de la Resolución Nro. ARCERNNR-001/2020, mientras dure el estado de excepción dispuesto por el señor presidente de la República.

Mientras tanto que el Artículo 3 aprueba los siguientes puntos para la facturación a los clientes de tarifa general con demanda:

1. A los clientes cuya demanda máxima registrada en su medidor sea inferior al 60% de la demanda máxima de su historial, se revisará el nivel tarifario del cargo por potencia, de las tarifas con demanda del Pliego Tarifario del SPEE, conforme al procedimiento establecido en el Pliego Tarifario vigente.
2. Se aplicará 50% del cargo tarifario por demanda del actual nivel tarifario por potencia, a los clientes que presenten la condición anterior.
3. El esquema presentado estará vigente desde marzo de 2020 hasta que termine el estado de excepción en el territorio nacional.
4. Conforme a los numerales previos, las empresas distribuidoras realizarán la refacturación correspondiente.

El Artículo 4 aprueba los siguientes puntos para los usuarios residenciales considerados en el esquema tarifario con señales de eficiencia:

1. Para consumos superiores a 500 kWh - mes, se aplicará una tarifa de 10,50 cUSD/kWh, mientras se mantenga vigente el estado de excepción.
2. Mientras dure el estado de excepción, este cargo será aplicado desde el mes de marzo a todos los clientes residenciales del esquema tarifario con señales de eficiencia.
3. En aplicación de lo dispuesto en los numerales anteriores previos, las empresas distribuidoras realizarán la refacturación que corresponda.

El Artículo 6 dispone que luego de finalizado el estado de excepción se realicen las acciones que correspondan, se aplique el Pliego Tarifario vigente antes del estado de excepción en sus procesos de facturación [11].

#### **1.2.7 Resolución Nro. ARCERNNR-005/2020**

El Artículo 3 decide incluir dentro del Artículo 4, luego del numeral 3 de la Resolución Nro. ARCERNNR-004/2020 los siguientes numerales:

4. Se ratifica que no se modifican los cargos tarifarios aplicados y que se mantiene el trato preferente que se les viene brindando, a todos los clientes residenciales de consumos menores a 500kWh.
5. Se ratifica que desde el mes de marzo y mientras dure el estado de excepción los usuarios residenciales, comerciales sin demanda e industriales artesanales pueden acogerse al diferimiento del pago sus planillas eléctricas [12].

#### **1.2.8 Resolución Nro. ARCERNNR-026/2020**

Mediante el Artículo 5 se aprueba que a los clientes beneficiarios del Subsidio de la Tarifa Dignidad para el período de marzo – junio 2020 se aplique la rebaja del 10% en la facturación del servicio público de energía eléctrica y del servicio de alumbrado público.

Su Artículo 6 aprueba que para el período desde el decreto de la ley Orgánica de Apoyo Humanitario debido al Covid -19, hasta el 31 de diciembre de 2020, los clientes de las tarifas: comercial con demanda horaria, industrial con demanda horaria, industrial con demanda horaria diferenciada (excepto los AV2) y bombeo de agua con demanda, que se aplique un descuento de 0,01 USD/kWh en el cargo de energía del periodo de demanda baja (22:00 a 8:00) [13].

### **1.2.9 Resolución Nro. ARCERNNR -027/2020**

El Artículo 3 aprueba los siguientes numerales con respecto al recaudación para los usuarios de las tarifas general sin demanda en bajo voltaje:

1. A excepción de la tarifa de bombeo de agua de comunidades campesinas, se reduce el valor de 0,01 USD/kWh, a los cargos tarifarios de las tarifas general sin demanda en bajo voltaje.
2. La reducción se aplica desde el mes de marzo y mientras dure el estado de excepción [14].

### **1.2.10 Resolución Nro. ARCERNNR -028/2020**

Mediante los Decretos Ejecutivos Nro. 1017, Nro. 1052, Nro. 1074 y Nro. 1126 correspondiente a los consumos mensuales del período marzo a septiembre de 2020 y de acuerdo a sus procesos de facturación, se tiene en bien aprobar en Artículo 2 la aplicación de las medidas de compensación a los usuarios del SPEE.

El Artículo 3 aprueba por excepcionalidad los siguientes numerales a favor de los usuarios de tarifa general con demanda para la elaboración de su facturación.

1. A los clientes cuya demanda máxima registrada en su medidor sea inferior al 60% de la demanda máxima de su historial, se revisará el nivel tarifario del cargo por potencia, de las tarifas con demanda.
2. Los clientes que apliquen al numeral anterior, se aplicará un cargo tarifario del 50% del actual nivel tarifario por potencia.
3. Las empresas distribuidoras aplicarán los numerales anteriores y si se aplica el caso se realizará la refacturación.

Se Aprueba en el Artículo 5 por excepcionalidad, el siguiente programa de facturación para los usuarios residenciales de los consumos de energía eléctrica.

1. A los clientes cuyos consumos de energía eléctrica se encuentren entre 1 a 500 kWh/mes:
  - a) A los usuarios residenciales, las empresas eléctricas efectuarán el proceso de reliquidación de los valores facturados por SPEE y SAPG.

En caso de no tener la información del año 2019, la empresa distribuidora deberá utilizar la mejor información posible real en beneficio del usuario.

- b) Los clientes que dentro del estado de excepción mantienen valores pendientes de pago y que no logren pagar dentro de este período, serán diferidos a 12 meses sin intereses, de acuerdo a la Ley Orgánica de Apoyo Humanitario; en caso de diferir desde 13 hasta 36 meses, el cobro de los intereses estará a cargo de cada empresa distribuidora según sus procedimientos.
  - c) Los consumos incrementales de los clientes durante el estado de excepción, serán absorbidos por todas las empresas eléctricas.
  - d) Las empresas de distribución realizarán la reliquidación según corresponda.
2. A los clientes cuyos consumos superen los 500kWh/mes, corresponden al esquema tarifario con señales de eficiencia:
- a) Se aplicará el Pliego Tarifario vigente, considerando el cargo tarifario de 10,50 cUSD/kWh, para su facturación.
  - b) En aplicación al numeral anterior, las empresas distribuidoras realizarán la refacturación según sea el caso.

El Artículo 6 permite disponer a las Empresas Eléctricas de Distribución, realicen las acciones que correspondan sus procesos de facturación, según lo siguiente:

1. No serán considerados los clientes residenciales beneficiarios del subsidio de la tarifa de la dignidad, cuyos consumos superen los límites establecidos, en la evaluación de la frecuencia de consumos histórica.
2. Se efectuará los ajustes de facturación emitida durante el período aprobado en Artículo 2, observando la respectiva correspondencia entre los periodos de consumo mensuales de los usuarios y las fechas de facturación con lecturas reales, por ningún motivo se facture consumos acumulados, a los clientes de las categorías residencial y general.
3. Referente al Factor de Potencia, se suspenderá la aplicación del numeral 10 del Pliego Tarifario del SPEE.

4. Las Empresas de Distribución deben ser prácticas, oportunas y justas en aplicar e implementar los programas de facturación aprobados por excepcionalidad y descritos en la presente Resolución.
5. El mes de septiembre incluirá en la planilla de Servicio Eléctrico, una carta del presidente de la República correspondiente al consumo de agosto de 2020, donde se observará todo el proceso de refacturación.
6. El mes de octubre de 2020 se retoma la aplicación del Pliego Tarifario aprobado con Resolución Nro. ARCERNNR-035/2020.

El Artículo 7 y conforme al artículo 5 de la Ley Orgánica de Apoyo Humanitario Dispone a las empresas eléctricas que para combatir la crisis sanitaria de Covid – 19:

1. Los usuarios residencial y general del Pliego tarifario vigente hasta el 12 de noviembre de 2020, no se les suspenderá el servicio público de energía eléctrica por falta de pago ni tampoco se aplicará intereses y recargos por los valores pendientes.
2. Se implementa el cobro de los valores generados por concepto de servicio público de energía eléctrica y de alumbrado público general, en 12 cuotas iguales sin intereses, multas o recargos a los clientes de categoría General del Pliego Tarifario [15].

### **1.2.11 Descripción general del software Power Pivot**

Es un software especializado en crear modelos de datos, establecer relaciones y crear cálculos. Este software permite trabajar con bases de datos, estableciendo extensas relaciones y llegando a realizar cálculos complejos con un alto rendimiento y con un entorno similar al de Excel.

Una funcionalidad de MS Excel orientado al usuario de negocios. Es capaz de mezclar datos de diferentes orígenes, capaz de compartir la información con facilidad y rápida, además es capaz de crear un modelo de datos más extenso y sofisticado.

En años anteriores existía una gran limitación con el procesamiento de los datos ya que Excel solo permitía una cierta cantidad de filas o la inevitable ralentización de los procesos, reduciendo así la usabilidad del mismo en lo que respecta a Big-Data, es así que Microsoft agregó como complemento Power Pivot por lo que ahora se ofrece inteligencia empresarial y funcionalidad de análisis con gran capacidad de extraer, combinar y analizar grandes volúmenes de datos [16].

### **1.2.12 LibreOffice Calc**

LibreOffice Calc es una hoja de cálculo que resulta intuitiva y fácil de usar, un software apreciado por la amplia gama de funciones avanzadas, equipado con las características que le darán solución a cualquier tipo de profesión. El soporte de Calc permite múltiples usuarios, permitiendo que otros usuarios agreguen o retiren datos, esto permite el trabajo colaborativo y de comunidad.

Calc es una poderosa herramienta que permite resolver problemas de optimización en el valor óptimo de una celda en particular, además su tecnología avanzada del Piloto de Datos permite extraer datos en bruto de las bases de datos corporativas, pertenece a los principios del Software Libre por lo que no contiene restricciones a sus herramientas y permite guardar archivos con varios formatos para que puedan ser abiertos en cualquier computador [17].

### **1.2.13 Excel y la herramienta de regresión**

Es un programa informático que permite trabajar con datos numéricos, organizados por columnas y filas permitiendo realizar cálculos matemáticos y funciones matemáticas complejas y además de una amplia gama de funciones estadísticas [18].

En Excel existe la herramienta de cálculo para análisis de regresión en estadística para predecir y proyectar tendencias, esta está incluida en el botón de Herramientas para análisis o funciones estadísticas para realizar el análisis de regresión [19].

### 1.2.14 Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra es la cantidad de datos (en este caso la lectura del medidor de energía de cada uno de los usuarios) que se recibe mensualmente. Se llama muestra representativa o estadística porque solo representa parte del grupo o población objetivo cuyo comportamiento en el uso de energía son de interés, en este caso se utilizó 64772 parámetros de muestra.

### 1.2.15 Conformación del tamaño de la muestra

Para el cálculo del tamaño de la muestra estadística se requiere de tres elementos importantes:

- **Tamaño de la Población:** se refiere al total de personas en el grupo o población de estudio.
- **Margen de error:** Un porcentaje que expresa en qué medida puedes esperar que los resultados de tu encuesta reflejen la opinión de la población general. Entre más pequeño sea el margen de error, más cerca se estará de tener una respuesta correcta con un determinado nivel de confianza.
- **Nivel de confianza en el muestreo:** Un porcentaje que revela cuánta confianza puedes tener en que tu población seleccionando una respuesta dentro de un rango determinado. Es decir, un 95% de confianza responde a tener un 95% de que los resultados oscilarán entre los números x e y.

### 1.2.16 Fórmula para el tamaño de la muestra

Para realizar el cálculo de la muestra estadística se usa la ecuación 2.

$$Tamañodelamuestra = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N}} \quad (2)$$

N = tamaño de la población

e = margen de error (porcentaje expresado con decimales)

$z$  = puntuación  $z$

$p$  = probabilidad de evento

La puntuación  $z$  es la cantidad de desviación estándar que una proporción determinada se aleja de la media. Para encontrar la puntuación  $z$  adecuada, se consulta la siguiente tabla:

¿Porque nivel de confianza es de 95%?

Así como el margen de error de 5% y el nivel de confianza de 95%, es el investigador quien decide el valor, lo que se aspira es el menor riesgo en la práctica, por lo que se aconseja es utilizar el mayor valor posible, por lo que el 95% en el nivel de confianza y 5% en el margen de error garantiza resultados confiables en una investigación estadística, identificado en la tabla 3.

TABLA 3: NIVEL DE CONFIANZA DESEADO PUNTUACIÓN  $Z$

Nivel de confianza deseado	Puntuación $z$
80%	1.28
85%	1.44
90%	1.65
95%	1.96
99%	2.58

Fuente: [20]

El nivel de confianza utilizado en esta investigación corresponde al 95% con un valor de Puntuación  $z = 1.96$ , el cual es un valor constante utilizado en la ecuación, el margen de error que está determinado por el nivel de confianza es igual a 5% y como se desconoce la probabilidad de que ocurra el evento, se le asigna el valor de 50% a  $p$ .

### 1.2.17 Comparación de medias

Cuando se pretende constatar si los valores de un atributo es posible cuantificar difieren en clasificarlos en dos o más grupos, entonces entendemos de comparación de medias.

En sentido general la comparación de medias, incluye la comparación de los valores

de una variable continua según los valores de un factor que se puede resumir en dos o más categorías y que se englobaría dentro de las pruebas para datos independientes, así como la comparación de los valores de una variable continúa evaluada en dos o más momentos en el tiempo y que se englobaría dentro de las pruebas para datos apareados.

### **1.2.18 Comparación de medias: pruebas para datos independientes**

De la gran cantidad de pruebas estadísticas que permiten comparar las medias de una variable continua, entre dos o más grupos. Cada uno de estos métodos ha sido diseñado para poder ser aplicado cuando se cumplen una serie de supuestos necesarios, bajo diferentes condiciones de aplicación.

Prácticamente todas las hipótesis que podamos plantear se pueden analizar bajo una base paramétrica o una base no paramétrica. La decisión de cuándo aplicar una prueba correspondiente a cada uno de estos grupos, depende básicamente de las características enlazadas a la variable que deseamos analizar. Las pruebas paramétricas son más potentes que las pruebas no paramétricas, pero exigen que se cumplan una serie de supuestos como la normalidad en la distribución de la variable, igualdad de varianzas y la independencia de las observaciones, requiriendo algunas pruebas que se cumplan todo el conjunto de supuestos o alguno de ellos, dependiendo de la prueba a utilizar, sin los cuales, estas pruebas pierden todo su potencial y resulta vital recurrir a sus equivalentes no paramétricas. Exceptuando algunas pruebas que exigen más sofisticación y complejidad de las que las pruebas no paramétricas pueden ofrecer, casi todas las pruebas disponibles bajo una base paramétrica, disponen de una homóloga o equivalente bajo una base no paramétrica.

### **1.2.19 Pruebas paramétricas en la comparación de medias para datos independientes**

Si los datos que deseamos analizar cumplen los supuestos necesarios establecidos para poder aplicar pruebas paramétricas, la prueba t de Student para datos independientes o el análisis de la varianza (ANOVA) son las más indicadas para

comparar las medias de una característica entre dos o más grupos. La prueba t de Student para datos independientes se utiliza cuando deseamos comparar única y exclusivamente las medias entre dos grupos, mientras que el ANOVA resulta conveniente cuando deseamos comparar las medias entre más de dos grupos [21].

### **1.2.20 Tipos de modelos y técnicas estadísticas de pronóstico.**

- **Método Montecarlo**

Es una técnica estadística en el cual podemos simular repetidamente un escenario conocido con cierta aleatoriedad, de modo que dichas repeticiones proporcionen un enfoque general del escenario simbolizado.

La presencia de procesos establecidos en diferentes subprocesos con conducta conocida y que a su vez presentan una componente aleatoria, permite aplicar la simulación mediante el método de Montecarlo obteniendo una representación representativa de la realidad.

Para la realización del método Montecarlo se determinan los factores que definen dicho proceso, y a partir de los cuales, se formarán los diferentes subprocesos coligados. Así, se repetirá dicho proceso tantas veces como sea necesario, donde debido a la componente aleatoria inherente, se obtendrá resultados similares, pero no coincidentes. Entonces para lograr el escenario deseado, se procederá a la agregación de los resultados individuales de cada simulación, lo cual llevará de forma directa al escenario estimado para el proceso general [22].

- **Método Mínimos Cuadrados Ordinarios**

Radica en minimizar la adición de los cuadrados de las distancias verticales entre los valores de los datos y los de la regresión estimada, obteniendo como resultado la diferencia entre los datos observados y los valores del modelo.

En un conjunto de arreglos de dos datos  $(x_i, y_i)$  de datos, se encontrará la ecuación para la recta  $y = ax + b$  los cuales pasan muy cerca de los puntos empíricos.

Este método o regresión lineal permite obtener la pendiente  $a$  de la recta y la ordenada  $b$  en el origen, que mejor se ajuste a los arreglos  $(x_i, y_i)$ , por lo que

permite establecer una relación funcional entre dos variables, siendo ( $y$ ) quien depende de ( $x$ ), el cual es la variable que se desea predecir.

$x$  se denomina como la variable Explicativa y ( $y$ ) la variable de respuesta, así es que la fórmula de la recta toma la siguiente forma, ecuación 3:

$$Y = a + bx + E \quad (3)$$

Donde:

$a$ : El valor donde la línea de la variable explicativa se intercepta con el eje.

$y$ : Origen de la recta.

$b$ : Es la pendiente de la línea o el coeficiente de regresión de los datos.

$E$ : Error entre el modelo y las observaciones.

Al obtener reducir los residuales cuadrados:

Será igual a cero la suma de los residuos del modelo de mínimos cuadrados ordinarios.

Será también cero la media muestral de los residuales.

Será cero los residuales y la covarianza muestral entre las variables explicativas.

Cruzará la media de la muestra, la media de  $x$  y  $y$  la línea de regresión de Mínimos Cuadrados Ordinarios [23].

Por lo tanto, el método de mínimos cuadrados es el más efectivo para determinar los coeficientes  $a$  y  $b$  de la recta que mejor se ajusta a los datos experimentales y sus ecuaciones se las representa en la siguiente ecuación 4 y 5:

$$a = \frac{n(\sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n(\sum x_i^2) - (\sum y_i^2)} \quad (4)$$

$$b = \frac{(\sum y_i) - a(\sum x_i)}{n} \quad (5)$$

$n$  = es el número de todas las medidas

$x_i$  = variable independiente.

$y_i$  = variable dependiente.

$\Sigma$  = simboliza la sumatoria de todos los datos que se publican [24].

### **Modelo ARMA (AutoRegressive Moving Average)**

Es un modelo autorregresivo estacionario donde las variables independientes siguen tendencias estocásticas y el término de error es estacionario.

Autorregresivo: en un periodo de tiempo  $t$  la variable dependiente se regresa en sí misma.

Matemáticamente el modelo AR se representa de la siguiente ecuación 6 y contribuye al modelo ARMA:

$$\gamma(R).X_t = \alpha + \varepsilon_t \quad (6)$$

**Media Móvil:** mediante procesos aleatorios se representa a los retrocesos, donde los regresores son los términos de error de cada período  $t$ .

El modelo de media móvil se representa con la ecuación 7:

$$X_t = \alpha + \delta(E)\varepsilon_t \quad (7)$$

Entonces el Modelo ARMA matemáticamente se representa con la siguiente ecuación 8, el cual es la combinación del modelo AR y el de media móvil [25].

$$X_t = \alpha + \varrho_1 X_{t-1} + \dots + \varrho_p X_{t-p} + \varepsilon_t + \varphi_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \varphi_q \varepsilon_{t-q} \quad (8)$$

$y_t$  = variable dependiente de respuesta en el tiempo  $t$

$\alpha$  = *promedio constante en el proceso*

$\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_q$  = coeficientes que se estimarán

$\varepsilon_t$  = término de error

$X_{t-1}, X_{t-2}, \dots, X_{t-p}$  = variable de respuesta en retrasos de tiempo

$\varrho_1, \varrho_2, \dots, \varrho_p$  = coeficientes que serán estimados

### **Modelo ARIMA**

Es un modelo que integra d veces el modelo ARMA, el cual está encuadrado dentro de un análisis de series temporales. Este modelo queda representado en la ecuación 9 de una manera reducida para la simplicidad del caso [26].

$$y_t(1 - \varphi_1L - \dots - \varphi_{t-p}L^p)(1 - L)^d = \alpha + \varepsilon_t(1 - \theta_1L - \dots - \theta_dL^d) \quad (9)$$

$(1 - L)^2$  = Existencia de tendencia.

$(1 - L)^2$  = Existencia de componente estacional.

- **Contraste de Durbin Watson**

Se utiliza en pruebas de autocorrelación sobre una base de datos. Este se centra y estudia los residuos de Método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

Esta prueba estadística contrasta la presencia de autocorrelación en los residuos de una regresión. La principal particularidad de una serie de datos con los residuos auto correlacionados es la tendencia precisa de los datos.

La autocorrelación se produce cuando las variables independientes tienen una estructura estacional que se repite en reiteradas ocasiones a lo largo del tiempo. Entonces los residuos del presente dependen de los residuos del pasado y no se cumplirá el supuesto de independencia del modelo lineal clásico [27].

- **Pronóstico**

Se la utiliza como un instrumento que proporciona un estimado cuantitativo acerca de la probabilidad de eventos futuros que se elaboran en base en la información de utilidad en su extensión presente y pasada; esta información se encuentra expresada en la forma de un modelo y existen múltiples conveniencias a ser expresadas a través de técnicas de pronósticos. No obstante, sea cual sea el modelo elegido para

la elaboración del pronóstico se debe seguir un proceso lógico para llevarlo a cabo; tal proceso consta de los siguientes pasos:

1. Enunciar el problema.
2. Recolectar los datos.
3. Operar y limpiar los datos.
4. Montar y evaluar el modelo.
5. Emplear el modelo.
6. Valorar el pronóstico.

El pronóstico y sus resultados deben presentarse de forma más verás y eficaz posible a fin de que sean utilizados en el proceso [28].

- **MSE o Error Cuadrático Medio**

Es un método de evaluación una técnica de elaboración de pronósticos. Cada error se eleva al cuadrado; se suma y se divide entre el número de observaciones. Este enfoque sanciona errores grandes en la elaboración de pronósticos, ya que los errores están elevados al cuadrado. La ecuación 10, representa EL MSE.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2 \quad (10)$$

La raíz cuadrada del MSE, o la raíz cuadrada del error cuadrado medio RMSE, se usa para evaluar los métodos de elaboración de pronósticos. Tanto la RMSE como la MSE penan los errores grandes, pero sus unidades son equivalentes en la serie que se está pronosticando, de manera que su magnitud se demuestra con mayor disposición. En la ecuación 11 se representa el RMSE: [23]

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2} \quad (11)$$

$Y_t$  = resultado actual en el tiempo  $t$

$\hat{Y}_t$  = pronóstico de valor en el tiempo t.

### **1.3. Fundamentación metodológica**

El diseño de la investigación es deductivo, porque se examina las características de una realidad, especialmente en el campo de la estadística, con el objetivo de llegar a un valor referencial, que permite obtener el consumo de energía eléctrica de los diferentes tipos de usuarios en caso de un confinamiento futuro.

El diseño específico planteado es el comparativo, puesto que se compara resultados obtenidos de promedios prepandemia como caso normal de estudio, a los cuales han sido sometidos a una graficación, determinación de un valor proyectado mediante el modelo estadístico y resultados obtenidos a partir de datos de registro posteriores a el confinamiento que es el periodo estudiado, para luego llegar a plantear modelos de proyección eficientes y acordes a las características de este estudio que finalmente resultaran en soluciones a los problemas planteados en el presente trabajo de investigación.

El tipo de investigación es aplicada porque se busca resolver un problema concreto, práctico de la realidad actual en caso de confinamiento futuro con respecto a la facturación del servicio básico de energía eléctrica, aproximándonos con mayor exactitud a valores reales.

#### **1.3.1. Métodos de Investigación**

- **Método Deductivo**

Mediante la información obtenida y datos del consumo de energía mensual de cada uno de los usuarios se logrará generalizar los resultados de la investigación y obtener una teoría para el cálculo del consumo de energía eléctrica en periodos de cuarentena.

- **Método Analítico**

Empleo de los distintos métodos teóricos y modelos estadísticos de proyección para el análisis en concreto de cada tipo de usuario tarifado, con el objetivo de plantear alternativas de estudio y mejoramiento a los mismos, empleando herramientas informáticas y de cálculo para comprobar la eficacia del modelo de predicción de consumo propuesto en el desarrollo de la investigación.

- **Método Sintético**

Empleado para proporcionar los detalles de registros de consumos mensuales de energía eléctrica de ELEPCO S.A. en periodos: antes, durante, posterior al confinamiento y obtener un detalle más fino y preciso de las condiciones actuales y futuras estimadas utilizando el criterio de esta investigación.

### **1.3.2. Tipos de Investigación**

- **Investigación Bibliográfica**

Mediante la investigación bibliográfica, se consigue información procedente de libros, páginas web, artículos, resoluciones, resoluciones, etc. Para el análisis de consumo eléctrico y proyección del mismo, que se ha obtenido de la normativa IEEE.

- **Investigación Descriptiva**

Empleada para describir los posibles problemas y fallos que podrían suscitarse debido a estimaciones promedio sin una previa investigación de comportamiento atípico, mediante el levantamiento de información de campo proporcionada por la institución, como base de datos con registros de lecturas tomadas, para posteriormente ser analizados y comparados con una tendencia real en base a modelos estadísticos de proyección.

- **Investigación Propositiva**

Empleada para plantear las metas del análisis preciso y tipo de modelo de proyección a las que se habrán de llegar para el caso en estudio. Así como las estrategias prácticas, estadísticas, teóricas, metodológicas, etc., necesarias para la consecución de las mismas, en los sistemas de probabilidad de consumo eléctrico.

### **Técnicas de Investigación**

- **Medición**

A través de esta técnica se busca establecer procesos de medición porcentual acorde al tipo de tarifa del usuario estudiado, buscando la operacionalización de las

variables para la utilización en el modelo estadístico utilizado, mismos que se efectuaran con herramientas informáticas.

- **Modelación**

Con esta técnica se busca modelar un sistema estadístico de proyección de consumo eléctrico mediante modelos matemáticos y el uso de softwares, previamente seleccionados en base a su compatibilidad y eficacia con los métodos empleados para cada modelamiento.

- **Observación Directa**

Mediante el empleo de dicha técnica se podrá adquirir una proyección real en cuanto a cuestiones de tendencia de consumo bajo condiciones similares a las del confinamiento por COVID 19, en el área de concesión de ELEPCO S.A. para proceder con la determinación de porcentajes y estimaciones probados de la misma.

#### **1.4. Conclusiones Capítulo I**

- En este capítulo se determinó que es necesario un análisis diferenciado para cada tipo de categoría tarifada, es decir, un análisis específico para la categoría residencial y los tipos de abonados en ella, de igual manera a la categoría general y a los tipos de usuarios englobados en esta; al precisar que el comportamiento y actividad en cada uno de estos sectores tuvieron un diferente requerimiento de demanda en épocas de confinamiento humano y la utilización de un modelos estadístico que no requiera demasiados registros históricos.
- Para el análisis del comportamiento de consumo eléctrico, se requiere un correcto uso de datos, en los cuales se tiene que depurar registros erróneos o de periodos incompletos ya que estos afectarán de manera equívoca también en el modelo de pronóstico; a esto se suma el correcto cálculo en la toma de muestra para la categoría residencial, al ser una base de datos relativamente grande.
- Se determinó que para esta investigación existen varios métodos aplicables como lo son ARIMA, Montecarlo, Medias Móviles y el de Mínimos Cuadrados Ordinarios, estos dos últimos como los más idóneos y que se ajustan para el desarrollo de este tipo de proyección por razones como: cumplir con un número

determinado de registros históricos, existencia de datos reales en el futuro inmediato al periodo estudiado, etc.

## **CAPÍTULO II. PROPUESTA**

### **2.1 Título del proyecto.**

Análisis y proyección del consumo de energía eléctrica ante confinamiento por emergencia sanitaria en el área de concesión de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi. Caso de estudio cantón Latacunga.

### **2.2 Objetivo del proyecto.**

Examinar el comportamiento del consumo de energía en circunstancias de confinamiento, de los usuarios del servicio eléctrico del cantón Latacunga, mediante modelos estadísticos de proyección, para estimar probabilidades y posibles tendencias en la demanda de energía, con el fin de establecer parámetros aplicables ante condiciones similares en el futuro.

### **2.3 Descripción de la propuesta**

Los problemas ocasionados debido a no ser registradas las lecturas de los equipos de medición de energía eléctrica de cada uno de los usuarios de ELEPCO S.A. en el periodo de marzo a mayo del 2020, producto de la pandemia por COVID 19 y repercutiendo directamente en la errónea facturación mensual de este servicio básico, hace que sea indispensable procurarse en tener una solución viable ante un nuevo caso de confinamiento, con el fin de garantizar la integridad en los cobros del servicio eléctrico.

Se plantea realizar un análisis con datos reales obtenidos por la institución, con la utilización de registros anteriores y posteriores al periodo investigado, con el fin de establecer el comportamiento del consumo en las tres etapas vividas bajo estas condiciones especiales suscitadas en el año 2020,

Se los detalla en la Fig. 1: Metodología para análisis de consumo de energía eléctrica ante confinamiento donde se explican los pasos a seguir para el manejo de la base de datos seguido por la organización, clasificación y filtrado de los elementos de cada uno de los usuarios, continuando con cálculo de las lecturas faltantes en los meses de marzo, abril y mayo, el computo de los consumos en caso de que los

contadores reinicien la cuenta todo esto para llegar a el cálculo de los consumos mensuales por cada cliente.

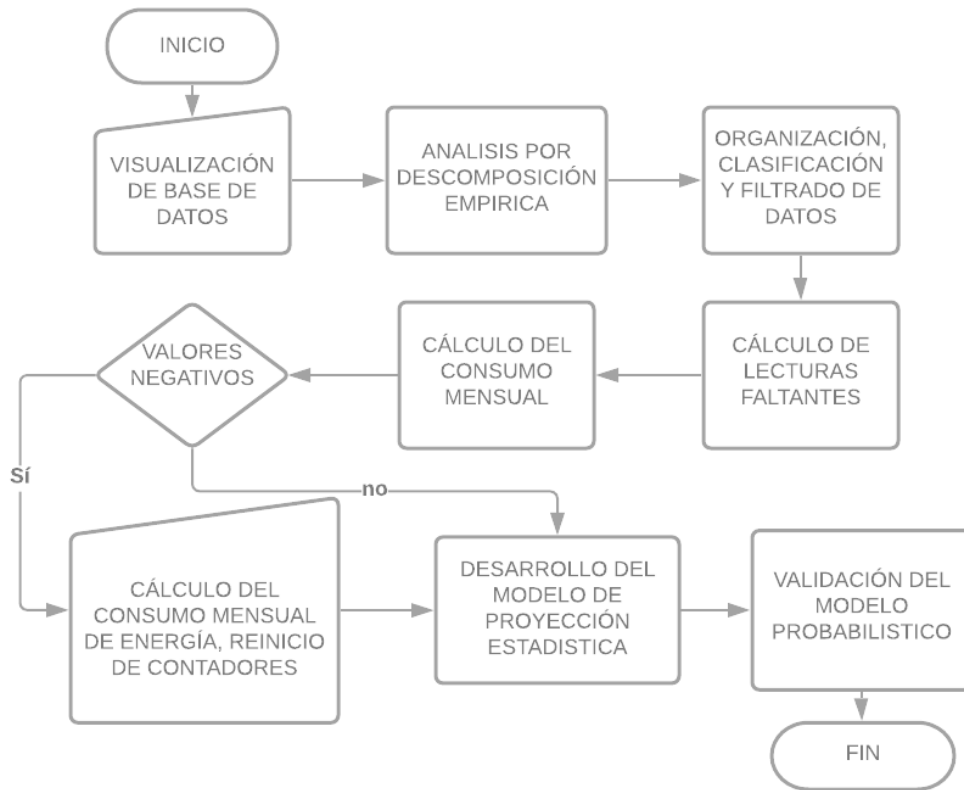


Fig. 1: Metodología para análisis de consumo de energía eléctrica ante confinamiento

**Fuente:** Autores

Una vez obtenidos los datos concisos del análisis, se procede a la aplicación de dos modelos estadísticos para la proyección, y validación mediante comparación de la información obtenida en este proyecto de investigación, para así establecer una tendencia del consumo eléctrico bajo condiciones similares.

Luego plantear las proyecciones en valores, tanto positivos como negativos, dependiendo de cada tipo de usuario tarifado, para una futura aplicación de la empresa distribuidora, concerniente a la optimización de la estimación de consumos facturables.

## **2.4 Metodología o procedimientos empleados para el cumplimiento de los objetivos planteados**

### **2.4.1 Descripción de los usuarios de ELEPCO S.A.**

#### **Antecedentes**

Los usuarios de la EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A. se clasifican en dos categorías: residencial y general, de este último se deriva los usuarios comercial, industrial, servicio público y privado, de los cuales se ven reflejados en la base de datos 64.772 usuarios residenciales y una cantidad de 10.396 usuarios sin demanda (comerciales, industriales, servicio público y privado) solo para el cantón Latacunga.

Por lo tanto en esta investigación se usa una base de datos de 2'235.444 de registros de consumo eléctrico que representa a toda el área de concesión de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi, de los cuales una cantidad de 1.052.352 corresponden a el cantón Latacunga; en donde se realiza el análisis en un periodo de tiempo estimado de 14 meses, en los cuales tenemos inmersos en el estudio los siete meses antes de la pandemia (septiembre 2019 a febrero 2020), 3 meses de cuarentena (marzo 2020 a mayo 2020) y 4 meses después del levantamiento del primer estado de excepción (junio 2020 a septiembre 2020).

Se analiza cada uno de estos periodos con el fin de encontrar una proyección estadística en el aumento y disminución del consumo de energía eléctrica para cada tipo de categoría respectivamente, con la finalidad de analizar el comportamiento de consumo que tienen los clientes bajo circunstancias de que ameriten un confinamiento humano como el del año 2020 y validar mediante una comparación entre proyecciones y datos medidos y estimados.

### **2.4.2 Manejo de la base de datos**

Debido a la gran cantidad de datos y a que no se cuenta con el software que emplea la empresa eléctrica para manejar los mismos, se utiliza como herramienta a Power Pivot, LibreOffice Calc y LibreOffice Base, para el manejo y organización de muestras de las cuales se realizará el análisis de cada usuario por mes, utilizando el respectivo aplicativo para la realización de estas pequeñas tareas, en las que cada

uno son indispensables en la distribución y clasificación de los datos, para formar un archivo que nos permita calcular y analizar los consumos mensuales de cada uno de los usuarios.

Con el propósito de manejar con mayor fluidez la información de la base de datos, como “LibreOffice Base” permite abrir la información, además se la divide en 5 archivos con aproximadamente la misma cantidad de información alcanzando la organización inicial mensual.

Una vez dividida la información se utiliza el software Power Pivot donde se organiza la base de datos mediante la división de usuarios por tipo, mes y agencia, número de abonados, donde se crea 14 hojas de cálculo por cada uno de los diferentes tipos de usuario separados, todo esto para separar estas subcategorías y obtener el número de abonados de cada una como indica la Tabla 4:

TABLA 4: SIMBOLOGÍA Y TIPOS DE USUARIOS SIN DEMANDA

<b>TARIFA GENERAL, CANTÓN LATACUNGA</b>		<b>7732</b>
<b>SIMBOLOGÍA</b>	<b>USUARIOS</b>	<b># de abonados</b>
AS	Asistencia Social	54
BA	Bomba de Agua	23
BASP	Bomba de Agua Sistema Potable	2
BP	Beneficio Público	344
C	Comercial	6566
CR	Culto Religioso	151
EO	Entidad Oficial	99
IA	Industrial Artesanal	493
<b>TARIFA RESIDENCIAL, CANTÓN LATACUNGA</b>		<b>65089</b>
<b>SIMBOLOGÍA</b>	<b>USUARIOS</b>	<b># de abonados</b>
R	Residencial	64772
RDIS	Residencial Discapacidad	305

Establecido el punto mencionado anteriormente, se procede a depurar la información para continuar con la toma de muestra para los usuarios de tarifa residencial (R), ya que, al ser la base de datos más numerosa, la proyección se la realizara a partir de la muestra. Esta depuración de datos consiste en retirar del estudio a clientes que por diferentes razones como: el cambio de medidor, lugares de difícil acceso con datos faltantes, terminación de contrato, etc. no poseen lecturas completas desde el mes de agosto del 2019 a septiembre de 2020 con excepción de los meses de marzo, abril y mayo de 2020, meses de los cuales para encontrar sus lecturas y consumos equivalentes se realizan los cálculos pertinentes en los puntos posteriores.

Además, entran como datos incoherentes aquellos que, por su ingreso de lecturas erróneas, entregan datos totalmente fuera de lugar, que por experiencia técnica se conoce que se dan por poca visibilidad de los medidores, puesto que las personas encargadas de la toma de lecturas no tienen acceso a remover las tapas de los medidores para limpiarlos del polvo o cualquier suciedad que dificulte la visibilidad de lectura.

Una vez filtrada la información tomamos una muestra de la totalidad de los datos, para el análisis y el cálculo del consumo mensual de energía, según el modelo del tamaño de la muestra con referencia en la sección 1.2.19 ecuación (2), con los siguientes datos en la ecuación (12):

Tamaño de la muestra = 60.000 (resultado de usuarios depurados)

Margen de error = 5%

Nivel de confianza = 95%

**Heterogeneidad = 50%**

$$Tamaño M = \frac{\frac{1.96^2 * 0.5(1 - 0.5)}{0.05^2}}{1 + \frac{1.96^2 * 0.5(1 - 0.5)}{0.05^2 * 64772}} = 382 \quad (12)$$

Lo que arroja un resultado de 382 usuarios y se expresa de la siguiente manera: Si

se toma a 382 usuarios residenciales, el 95% de las veces el dato que se mide estará en el intervalo  $\pm 5\%$  respecto al dato que se calcule.

Para los demás tipos de usuarios tarifados no amerita tomar tan solo la muestra ya que al no ser una gran cantidad de datos como de los usuarios residenciales, se decide manejar toda la base de datos exceptuando los datos incoherentes, para un mayor nivel de confianza en el resultado obtenido.

### **2.4.3 Aplicación de modelos de proyección**

Para este proyecto de investigación se determinó la aplicación de dos modelos estadísticos acorde a las necesidades, acoplamiento y efectividad, que a continuación se denota el ¿por qué? De cada uno:

#### **2.4.3.1 Modelo de medias móviles (MODELO 1)**

Se aplica cuando son datos estocásticos, permiten encontrar de manera eficiente el pronóstico de los valores futuros o no determinados en la serie de tiempo. Es un modelo estadístico básico para datos reducidos o muy escasos. Si SE APLICA POR SU SIMPLICIDAD.

Entonces con este método se empieza por hallar la sumatoria de consumos de cada mes registrados, es decir de los 13 meses (septiembre 2019 – septiembre 2020); para con esta información tabular valores de promedios desde el último mes de registro, de forma regresiva acumulativa, de manera que se va calculando un promedio de los 2 últimos meses, 3 últimos meses, 4 últimos meses, 5 últimos meses y 6 últimos meses, para con estos valores tabulados, realizar un promedio, que se asumirá como un valor proyectado a el mes de consumo del cual no existió un registro real, respectivamente como se indica en la TABLA 5: TABULACIÓN DE VALORES PROMEDIOS ITERATIVOS

TABLA 5: TABULACIÓN DE VALORES PROMEDIOS ITERATIVOS

	MES	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	Valor proyectado Cons. Octubre (MES PROYECTADO)
Σ Consumo	Consumo real	Consumo real	Consumo real	Consumo real	Consumo real	Consumo real	Consumo real	Consumo real	Valor proyectado	Valor proyectado	Consumo real	Consumo real	Consumo real	Consumo real	Valor proyectado ante futuro Confinamiento
Promedio 2 últimos consumos								Valor promediado para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	
Promedio 3 últimos consumos								Valor promediado para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	
Promedio 4 últimos consumos								Valor promediado para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	
Promedio 5 últimos consumos								Valor promediado para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	
Promedio 6 últimos consumos								Valor promediado para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	Valor promediad o para modelo	

Fuente: Autores

Este tipo de estimación sirve para asumirla a periodos futuros, a los cuales se les va a pronosticar valores de consumo, en este proyecto de investigación hallaremos valores del mes de abril y mayo del año 2020, pero también se lo realizará para establecer una proyección, en un supuesto de repetirse condiciones de confinamiento, al mes posterior del periodo analizado; el cual entrega valores de consumo a la sumatoria de registros mensuales, que posteriores a la validación con el método de mínimos cuadrados ordinarios, se los podrá representar gráfica y porcentualmente, dependiendo de la ponderación de cada usuario, ya que no todos los usuarios de esta categoría presentan los mismos aportes unitarios a la sumatoria total.

#### 2.4.3.2 Modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MODELO 2)

Este modelo permitirá un pronóstico de datos basado en el comportamiento de la serie, se utiliza la relación de los datos comparados a la regresión lineal que describen los mismos y su desviación estándar, misma que parametriza a través de grados de certeza los datos pronosticados. SE APLICA ESTE MODELO POR LA CANTIDAD DE DATOS ANALIZADOS.

Como parte inicial se tabulará los periodos enumerados naturalmente seguidos de los valores referentes a la sumatoria de consumo de cada mes, inmersos en esta investigación, incluyendo a los proyectados por medias móviles en los campos de

meses sin registros, TABLA 6: VALORES TABULADOS PARA APLICAR REGRESIÓN, para posteriormente aplicar este modelo.

TABLA 6: VALORES TABULADOS PARA APLICAR REGRESIÓN

Representa	Periodo	$\Sigma$ Consumos tipo de usuario
sep-19	1	valor
oct-19	2	valor
nov-19	3	valor
dic-19	4	valor
ene-20	5	valor
feb-20	6	valor
mar-20	7	valor
abr-20	8	valor
may-20	9	valor
jun-20	10	valor
jul-20	11	valor
ago-20	12	valor
sep-20	13	valor

Fuente: Autores

Para la consecuente realización de este método se utilizará la herramienta de análisis de datos del software Excel, que realiza los cálculos de forma automática, aplicando fundamentos y fórmulas ya establecidas en este método de mínimos cuadrados ordinarios, para obtener nuestros coeficientes de intercepción y variable X1, denominados como a y b, como se indica en la Tabla ; una vez encontrados estos parámetros, habremos hallado la nuestra ecuación que servirá para reemplazar valores en la ecuación de la recta como se indica en la Gráfica , la cual será nuestro valor de proyección.

Procediendo al respectivo análisis de la proyección podemos citar elementos relevantes a interpretar como:

- Gráfico
- Valor R<sup>2</sup>
- Varianza

- Desviación estándar
- Cuadro comparativo del pronóstico

Que están ilustrados en la TABLA 7:MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN y TABLA 8: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN respectivamente

TABLA 7:MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN

Coeficientes		Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	¿?	-	-	-	-	-	-	-
Variable X 1	¿?	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Autores

En esta tabla encontramos el valor calculado de la regresión por mínimos cuadrados ordinarios del desplazamiento (a), y de la intercepción (b), parámetros que nos servirán para realizar nuestra proyección utilizando la ecuación de la recta.

Además, que este coeficiente de la (Variable X) será el que indicará la variación unitaria proyectada de mes a mes, del que este valor se halle positivo o negativo, expresará su aumento o disminución respectivamente en el consumo eléctrico proyectado.

TABLA 8: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN

Coeficiente de correlación múltiple		-----
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	-----	>0,65 el modelo es bueno >0,25 es aceptable (se mejora incrementando datos) <0.25 no es viable el modelo
R <sup>2</sup> ajustado	-----	
Error típico	-----	
Observaciones	-----	

Fuente: Autores

En la tabla 8 identificamos la estadística de la regresión, al determinar datos como R<sup>2</sup>, que representa la viabilidad del modelo de regresión y los valores de R<sup>2</sup>

ajustado que nos viene a indicar si el estado de variables es el indicado para el modelo propuesto.

TABLA 9: ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	-	-	-	-	-
Residuos	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-

Fuente: Autores

En la tabla 9 encontramos tabulados demás parámetros del análisis de la varianza para esta simulación.

En la figura 2 podemos observar puntos que pertenecen a los consumos mensuales medidos y proyectados en referencia al tiempo y la magnitud de consumo, estos ubicados siempre alrededor de la recta proyectada por la regresión, interpretándose en la escala en el tiempo como 8 y 9, a los meses proyectados sin registro en pandemia, observando un gran acercamiento de nuestros puntos de dispersión, a la recta proyectada, validando así a nuestro modelo de proyección como eficiente.

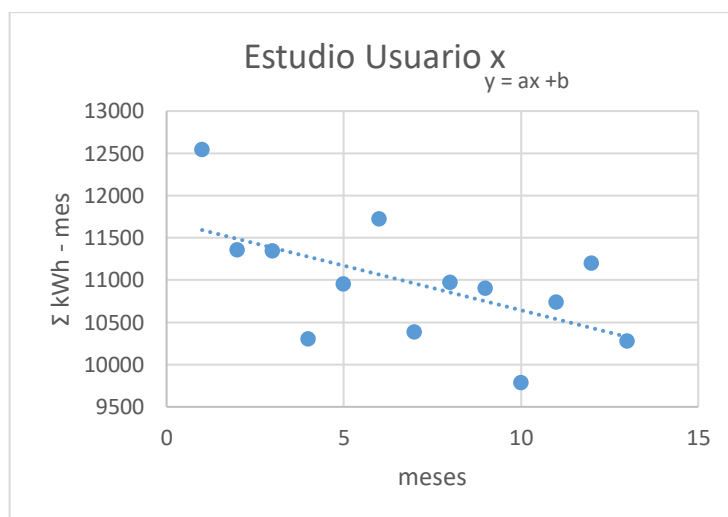


Fig. 2: Gráfica de dispersión y recta de regresión















Fuente: Autores

Una vez hallado nuestro valor de proyección inmediata, se valida realizando una comparación entre modelos, de los cuales los valores en diferencia deberán estar dentro del valor de la primera desviación estándar, además esta proyección recomienda aplicar el valor de variación a cada usuario, pero contemplando a cada

uno como un caso individual, lo que conlleva a realizar una previa ponderación en relación a la aportación de consumo de cada usuario analizado, obteniendo un porcentaje que servirá para obtener el producto de la multiplicación de este con el valor del coeficiente de variación, estableciendo así un valor expresado en kWh – mes, que vendrá a ser sumado al último consumo registrado y convertirse en el consumo proyectado para un mes bajo condición de confinamiento.

Como parte final de la aplicación de estos modelos de proyección, se procede a realizar una comparación entre la sumatoria de registros de consumos mensuales versus valores proyectados mediante este modelo, como se puede ilustrar en la TABLA 10: EJEMPLO DE COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS .

TABLA 10: EJEMPLO DE COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS

<b>Σ Consumo Mensual BA</b>	<b>Medida</b>	<b>Proyectada</b>	<b>Tendencia</b>
<b>Cons. Sep</b>	8750	6588	
<b>Cons. Oct</b>	6588	6993	
<b>Cons. Nov</b>	6993	9103	
<b>Cons. Dic</b>	9103	9457	
<b>Cons. Ene</b>	9457	9050	
<b>Cons. Feb</b>	9050	8110	
<b>Cons. Marzo</b>	8110	8628	
<b>Cons. Abril</b>	8628,3533	8641	
<b>Cons. Mayo</b>	8640,6391	8541	
<b>Cons. Junio</b>	6941	7995	
<b>Cons. Julio</b>	7995	8199	
<b>Cons. Agosto</b>	8199	9202	
<b>Cons. Septiem</b>	9202	8343	
<b>sumatoria</b>			

Fuente: Autores

Este último paso será muy importante ya que será en el que validaremos de manera más perceptible e intuitivo los cambios o variaciones de consumos de nuestro modelo de proyección.

### 2.4.3.3 Modelo matemático

En la ecuación 13 podemos ver establecido un modelo matemático que servirá para poder utilizar en la proyección de cada uno de los usuarios de ELEPCO S.A. que

comprenden en el cantón Latacunga. Esto permitirá aplicar valores obtenidos de la ecuación al aplicar regresiones mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios, en un producto con la ponderación individual de cada usuario con respecto a la totalidad de aporte en kWh – mes y el último mes registrado en el análisis; todo esto aplicado en la hoja de Excel, para cada uno de los usuarios sujetos al análisis. Para esto es necesario determinar algunos parámetros que influyen para que la proyección pueda ser identificada de mejor manera tales como:

- **Tipo de proceso.** \_ el tipo de proceso para este análisis se define como “no estacionario” ya que la distribución de probabilidad varía de forma no constante en el tiempo, en este caso varían los consumos mensuales de forma positiva y negativa dependiendo a cada tipo de usuario tarifado de mes a mes, con una tendencia diferente en condiciones normales de consumo y bajo un periodo de confinamiento.
- **Prueba de aleatoriedad.** \_ al analizar la aleatoriedad, para la toma de muestra de los usuarios residenciales se sostuvo con la complejidad lineal.

$$proyección\ individual = \frac{(Kwh/mes)_u}{\Sigma(Kwh/mes)_k} * (\alpha + \varrho_1 X_{t-1} + \dots + \varrho_p X_{t-p} + \varepsilon_t + \varphi_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \varphi_p \varepsilon_{t-p}) \quad (13)$$

$(Kwh/mes)_u$  = consumo de energía del último mes de análisis, para usuarios individuales.

$(Kwh/mes)_k$  = consumos de energía mensual de todos los usuarios de la muestra.

$X_t$  = variable dependiente de respuesta en el tiempo t

$\alpha$  = promedio constante en el proceso

$\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_q$  = coeficientes que se estimarán

$\varepsilon_t$  = término de error

$X_{t-1}, X_{t-2}, \dots, X_{t-p}$  = variable de respuesta en retrasos de tiempo

$\varrho_1, \varrho_2, \dots, \varrho_p$  = coeficientes que serán estimados

## 2.5 Conclusiones

- La base de datos puede ser organizada con diferentes programas, unos más eficientes, pero en este trabajo se prioriza el uso de software libre con el propósito de usar las herramientas de los programas sin ninguna restricción y de forma automática con el uso de sus herramientas.
- Existe una amplia gama de modelos de proyección estadística, lo cual nos da el trabajo de aplicar en nuestro modelo los más amigables y eficientes para la presente investigación, de la cual hemos hecho uso en conjunto del método de medias móviles y mínimos cuadrados ordinarios, para establecer nuestro modelo probabilístico, con el cual se estudiará a cada tipo de abonado dentro de las dos categorías tarifadas identificadas en el cantón Latacunga.
- Se determina que no es viable asignar un porcentaje general aplicable a todos los usuarios de este tipo de tarifa, sino la ecuación matemática hallada mediante los parámetros de la proyección realizada, estimación de los resultados, multiplicación, ponderación individual de cada usuario; todo esto para hacer mucho más eficiente el valor proyectado.

## CAPÍTULO III APLICACIÓN Y/O VALIDACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1. Análisis de los resultados

En el siguiente capítulo se presenta la aplicación de la metodología para el análisis y proyección del consumo de energía eléctrica con antelación a la validación de resultados. Para mejor ilustración del lector se utiliza gráficas que permiten un entendimiento rápido y directo con el fin de conocer la realidad al consumo de medido y el proyectado mediante este modelo enfocados a el periodo de confinamiento como el vivido en el año 2020.

Los resultados se presentan de forma individual según el tipo de usuario, ya que cada uno merece su propio análisis, se observa que existe diferentes comportamientos en su consumo, en algunos casos disminuye y en otros aumenta, por esto se muestran la gráfica de dispersión, recta de proyección y el eje de comportamiento en el tiempo.

#### 3.1.1. Tipo de usuarios dentro de la Tarifa General

##### 3.1.1.1 Usuarios Asistencia Social (AS)

TABLA 11: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (AS)

	MES	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	Valor proyectado Cons. Octubre (MES)
$\Sigma$ Consumos AS		10383	10972	10905	9785	10737	11200	10717	10768
Promedio 2 últimos consumos		11052	10678	10939	10345	10261	10969	10958	
Promedio 3 últimos consumos		11019	11025	10753	10554	10476	10574	10885	
Promedio 4 últimos consumos		10841	11007	10995	10511	10600	10657	10610	
Promedio 5 últimos consumos		10941	10867	10987	10753	10556	10720	10669	
Promedio 6 últimos consumos		11010	10946	10873	10787	10751	10664	10719	

**Fuente:** Autores

TABLA 12: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (AS)

MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	MES PROYECTADO, EN CONDICIONES DE PANDEMIA
Periodo	7	8	9	10	11	12	13	14
$\Sigma$ Consumos AS	10383	10972	10905	9785	10737	11200	10277	10222

**Fuente:** Autores

La tendencia de disminución de demanda en épocas de confinamiento para este tipo de abonado AS, ocasionadas por pandemia COVID-19, es evidenciada y validada con la (Variable X1) tabla 13, que indica un valor de -105,4289407, que viene siendo el consumo de variación con respecto a cada mes, y que influenciará de esa manera a la tendencia de proyección de consumo del modelo2 indicado en la tabla 12.

TABLA 13: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (AS)

	Coeficientes	Error típico
Intercepción	11697,78821	358,1303634
Variable X 1	-105,4289407	45,12018469

Fuente: Autores

Tal como indica la tabla 13, podemos encontrar un valor proyectado negativo en nuestro coeficiente (a), que hará que la proyección se perfile a una disminución de consumo de energía eléctrica ante un nuevo confinamiento, este valor de -105,4289 se lo aplicará a la sumatoria de los consumos mensuales.

TABLA 14: PARAMETROS (AS)

PROMEDIO	10959,78562	MEDIA
Varianza	469131,6457	42,80481954
Desviación estándar	685	0,062495005

Fuente: Autores

TABLA 15: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (AS)

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,57593901
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,331705744
R <sup>2</sup> ajustado	0,27095172
Error típico	608,7045705
Observaciones	13

Fuente: Autores

Al tener en este análisis la integración de todas las categorías tarifadas de la investigación, se determina un coeficiente de determinación R<sup>2</sup> de 0,331705744 que indica que, si bien no es un modelo excelente, es un modelo muy aceptable para

la realización de proyecciones en cuanto a consumos eléctricos, y que, para subir aún más la eficiencia de este, se lo podrá hacer mediante el aumento de registros históricos. Tabla 15.

En la presente tabla 16, se establece el parámetro de la regresión generada por la herramienta de Excel, para un análisis más a fondo sobre la proyección.

TABLA 16: ANÁLISIS DE VARIANZA (AS)

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	2022977,598	2022977,598	5,459815262	0,039406147
Residuos	11	4075733,796	370521,2541		
Total	12	6098711,394			

Fuente: Autores

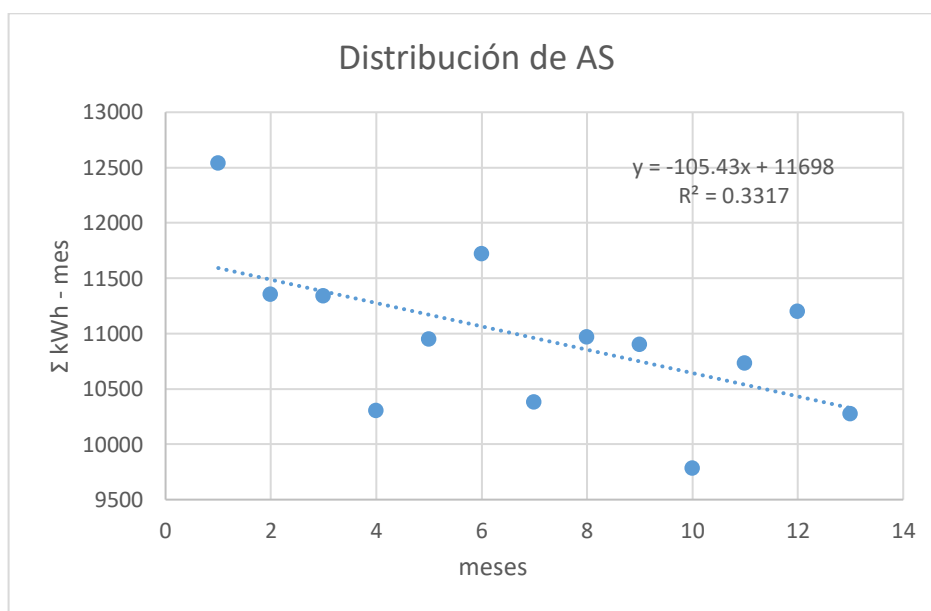


Fig. 3: Gráfica de dispersión y recta de regresión AS

Fuente: Autores

Una vez hallado nuestro valor de proyección inmediata, se valida realizando una comparación entre modelos, de los cuales los valores en diferencia deberán estar dentro del valor de la primera desviación estándar, además esta proyección recomienda aplicar el valor de variación a cada usuario, pero contemplando a cada uno como un caso individual, lo que conlleva a realizar una previa ponderación en

relación a la aportación de consumo de cada usuario analizado, obteniendo un porcentaje que servirá para obtener el producto de la multiplicación de este con el valor del coeficiente de variación, estableciendo así un valor expresado en kWh – mes, que vendrá a ser sumado al último consumo registrado y convertirse en el consumo proyectado para un mes bajo condición de confinamiento.

Como parte final de la aplicación de estos modelos de proyección, se procede a realizar una comparación entre la sumatoria de registros de consumos mensuales versus valores proyectados mediante este modelo, como se puede ilustrar en la Tabla 17.

TABLA 17: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS (AS)

$\Sigma$ Consumo Mensual BA	Medida	Proyectada	Tendencia
Cons. Sep	153245	171000	
Cons. Oct	171000	167939	
Cons. Nov	167939	162873	
Cons. Dic	162873	155924	
Cons. Ene	155924	154698	
Cons. Feb	154698	153110	
Cons. Marzo	153110	155481	
Cons. Abril	155481	152742	
Cons. Mayo	152742	155044	
Cons. Junio	155044	159284	
Cons. Julio	159284	152872	
Cons. Agosto	152872	153025	
Cons. Septiembre	153025	10768	
sumatoria			

Fuente: Autores

### 3.1.1.2 Usuarios Bomba de Agua (BA)

TABLA 18: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (BA)

MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	MES PROYECTADO, EN CONDICIONES
$\Sigma$ Consumos B/	8110	8628	8641	6941	7995	8199	9202	8343
Promedio 2 últimos Consumos	8580	8369	8634	7791	7468	8097	8701	
Promedio 3 últimos Consumos	8872	8596	8460	8070	7859	7712	8465	
Promedio 4 últimos Consumos	8930	8811	8607	8080	8051	7944	8084	
Promedio 5 últimos Consumos	8543	8870	8777	8274	8063	8081	8196	
Promedio 6 últimos Consumos	8217	8557	8831	8471	8227	8086	8268	

Fuente: Autores

TABLA 19: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (BA)

MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	MES PROYECTADO, EN CONDICIONES
Periodo	7	8	9	10	11	12	13	14
Consumos BA	8110	8628	8641	6941	7995	8199	9202	8521

Fuente: Autores

La tendencia de disminución de demanda en épocas de confinamiento para este tipo de abonado AS, ocasionadas por pandemia COVID-19, es evidenciada y validada con la (Variable X1) tabla 20, que indica un valor de 34,25621758, que viene siendo el consumo de variación con respecto a cada mes, y que influenciará de esa manera a la tendencia de proyección de consumo del modelo2 indicado en la tabla 19.

TABLA 20: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (BA)

	Coeficientes	Error típico
Intercepción	8041,51359	520,286859
Variable X 1	34,25621758	61,1045927

Fuente: Autores

Tal como indica la tabla 20, podemos encontrar un valor proyectado negativo en nuestro coeficiente (a), que hará que la proyección se perfile a un incremento de consumo de energía eléctrica ante un nuevo confinamiento, este valor 34,25621758 se lo aplicará a la sumatoria de los consumos mensuales.

TABLA 21: PARAMETROS (BA)

PROMEDIO	8281,307113	MEDIA
VARIANZA	800520,8014	96,66599614
DESVIACIÓN ESTANDAR	894,7182805	0,108040708

Fuente: Autores

TABLA 22: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (BA)

Coefficiente de correlación múltiple	0,159757354
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,025522412
R <sup>2</sup> ajustado	-0,055684053
Error típico	921,6468739
Observaciones	14

Fuente: Autores

Al tener en este análisis la integración de todas las categorías tarifadas de la investigación, se determina un coeficiente de determinación R<sup>2</sup> de 0,331705744 que indica que, no es una proyección buena para la realización de proyecciones en cuanto a consumos eléctricos, no por el modelo estadístico sino por la falta de datos, ya que este tipo de tarifa no cuenta con una gran cantidad de usuarios y que, para subir aún más la eficiencia de este, se lo podrá hacer mediante el aumento de registros históricos. Tabla 22.

En la presente tabla 23, se establece el parámetro de la regresión generada por la herramienta de Excel, para un análisis más a fondo sobre la proyección.

TABLA 23: ANÁLISIS DE VARIANZA (BA)

	Grados de libertad	Suma de cuadrados
Regresión	1	266968,621
Residuos	12	10193195,5
Total	13	10460164,1

Fuente: Autores

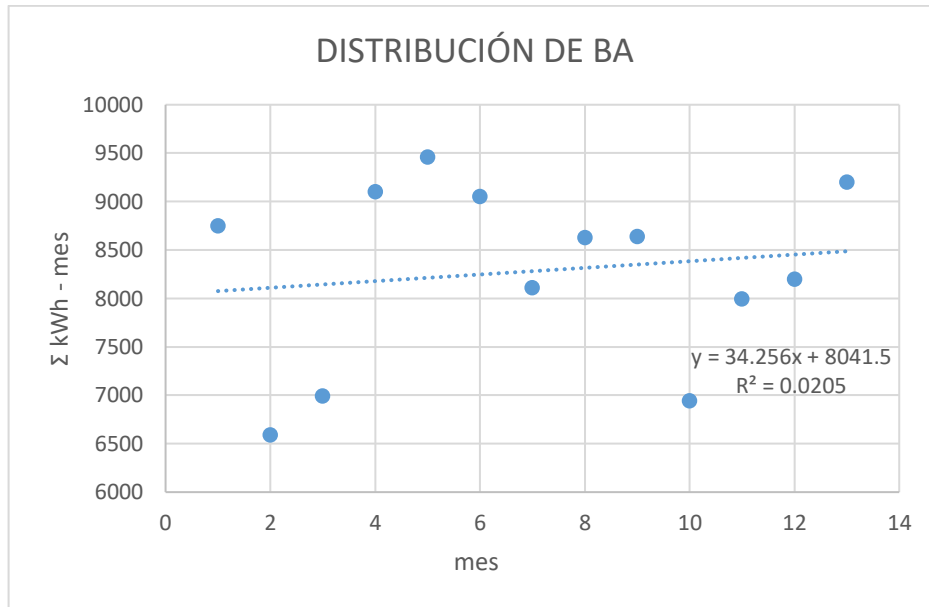


Fig. 4: Gráfica de dispersión y recta de regresión (BA)

**Fuente:** Autores

Una vez hallado nuestro valor de proyección inmediata, se valida realizando una comparación entre modelos, de los cuales los valores en diferencia deberán estar dentro del valor de la primera desviación estándar, además esta proyección recomienda aplicar el valor de variación a cada usuario, pero contemplando a cada uno como un caso individual, lo que conlleva a realizar una previa ponderación en relación a la aportación de consumo de cada usuario analizado, obteniendo un porcentaje que servirá para obtener el producto de la multiplicación de este con el valor del coeficiente de variación, estableciendo así un valor expresado en kWh – mes, que vendrá a ser sumado al último consumo registrado y convertirse en el consumo proyectado para un mes bajo condición de confinamiento.

Como parte final de la aplicación de estos modelos de proyección, se procede a realizar una comparación entre la sumatoria de registros de consumos mensuales versus valores proyectados mediante este modelo, como se puede ilustrar en la Tabla 24.

TABLA 24: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS  
(BA)

$\Sigma$ Consumo Mensual BA	Medida	Proyectada	Tendencia
Cons. Sep	8750	6588	
Cons. Oct	6588	6993	
Cons. Nov	6993	9103	
Cons. Dic	9103	9457	
Cons. Ene	9457	9050	
Cons. Feb	9050	8110	
Cons. Marzo	8110	8628	
Cons. Abril	8628,3533	8641	
Cons. Mayo	8640,6391	8541	
Cons. Junio	6941	7995	
Cons. Julio	7995	8199	
Cons. Agosto	8199	9202	
Cons. Septiem	9202	8343	
sumatoria			

Fuente: Autores

### 3.1.1.3 Usuarios Bomba de Agua Sistema Potable (BASP)

La interpretación de este modelo aplica los mismos criterios que los posteriores, ya sea en tendencia negativa que representa una disminución de consumo, o tendencia positiva que determinaría una proyección en aumento del consumo eléctrico hacia el dato proyectado; pero es de sumo interés establecer tablas con todos los valores individuales generados por los modelos de proyección estadística utilizados en este proyecto de investigación.

TABLA 25: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (BASP)

	MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	MES PROYECTADO.
$\Sigma$ Consumos BA		540	629	625	572	632	727	795	699
Promedio 2 últimoa Consumos		618	584	627	598	602	680	761	
Promedio 3 últimoa Consumos		658	622	598	608	610	644	718	
Promedio 4 últimoa Consumos		651	651	622	591	614	639	682	
Promedio 5 últimoa Consumos		619	647	645	612	599	637	670	
Promedio 6 últimoa Consumos		597	620	643	633	616	621	663	

Fuente: Autores

TABLA 26: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (BASP)

MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	MES PROYECTADO, EN CONDICIONE
Periodo	7	8	9	10	11	12	13	14
$\Sigma$ Consumos BA	540	629	625	572	632	727	795	707

Fuente: Autores

TABLA 27: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (BASP)

	Coeficientes	Error típico
Intercepción	563,985641	48,52921138
Variable X 1	10,22536703	5,699466832

Fuente: Autores

TABLA 28: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (BASP)

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,459891054
Coeficiente de determinación $R^2$	0,211499781
$R^2$ ajustado	0,14579143
Error típico	85,96564601
Observaciones	14

Fuente: Autores

TABLA 29: PARAMETROS (BASP)

PROMEDIO	635,5632103	MEDIA
VARIANZA	8285,437489	13,03637051
DESVIACIÓN ESTANDAR	91,02437854	0,143218451

Fuente: Autores

TABLA 30: ANÁLISIS DE VARIANZA (BASP)

	Grados de libertad	Suma de cuadrados
Regresión	1	23786,97479
Residuos	12	88681,10752
Total	13	112468,0823

Fuente: Autores

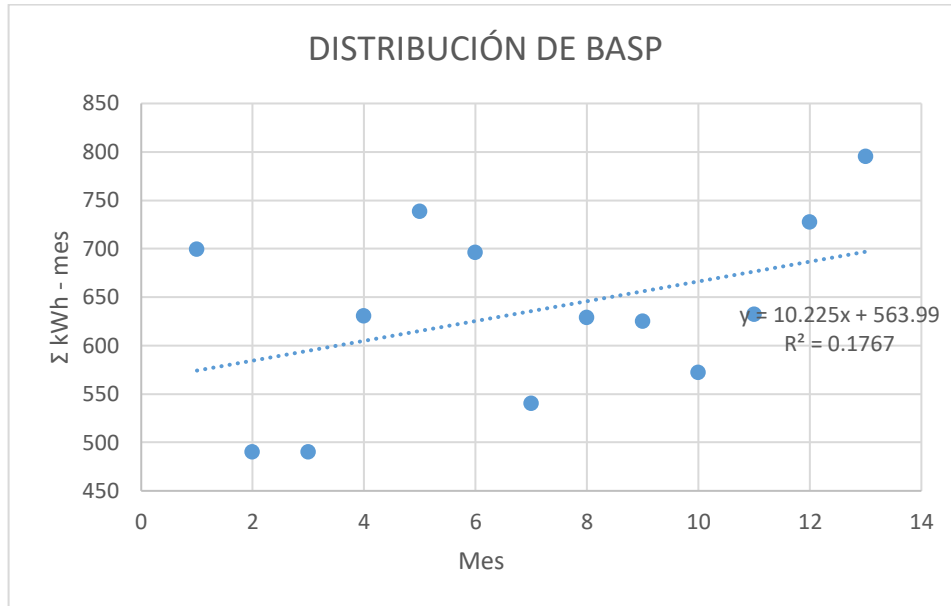


Fig. 5: Gráfica de dispersión y recta de regresión (BASP)

Fuente: Autores

TABLA 31: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS (BASP)

Σ Consumo Mensual BA	Medida	Proyectada	Tendencia
Cons. Sep	699	490	↘
Cons. Oct	490	490	↔
Cons. Nov	490	630	↗
Cons. Dic	630	738	↗
Cons. Ene	738	696	↘
Cons. Feb	696	540	↘
Cons. Marzo	540	629	↗
Cons. Abril	629	625	↔
Cons. Mayo	625	572	↘
Cons. Junio	572	632	↗
Cons. Julio	632	727	↗
Cons. Agosto	727	795	↗
Cons. Septiembre	795	699	↘
sumatoria			~

Fuente: Autores

En este tipo de usuario tarifado se ha determinado un consumo ligeramente mayor en épocas de confinamiento con respecto a condiciones de consumo de energía eléctrica normales, al mayor consumo de agua en los hogares durante este periodo;

los valores establecidos de incremento se le asigna a cada usuario mediante la aplicación del modelo matemático establecido, en función a los parámetros de regresión y proyección citados en cada tabla respectivamente de este abonado característico.

### 3.1.1.4 Usuarios Beneficio Público

La interpretación de este modelo aplica los mismos criterios que los posteriores, ya sea en tendencia negativa que representa una disminución de consumo, o tendencia positiva que determinaría una proyección en aumento del consumo eléctrico hacia el dato proyectado; pero es de sumo interés establecer tablas con todos los valores individuales generados por los modelos de proyección estadística utilizados en este proyecto de investigación.

TABLA 32: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (BP)

	MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	MES PROYECTADO,
Σ Consumos BP		28294	27859	27992	14671	11034	16083	15505	16048
Promedio 2 último Consumos		29111	28077	27925	21331	12853	13559	15794	
Promedio 3 último Consumos		28137	28693	28048	23507	17899	13929	14207	
Promedio 4 último Consumos		27690	28067	28518	24704	20389	17445	14323	
Promedio 5 último Consumos		27306	27724	28052	25749	21970	19528	17057	
Promedio 6 último Consumos		27052	27398	27768	25822	23296	20989	18857	

Fuente: Autores

TABLA 33: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (BP)

MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	MES PROYECTADO, EN CONDICIONES
Periodo	7	8	9	10	11	12	13	14
Σ Consumos BP	28294	27859	27992	14671	11034	16083	15505	15683

Fuente: Autores

TABLA 34: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (BP)

	Coeficientes	Error típico
Intercepción	30357,96436	2960,955412
Variable X 1	-1048,204382	373,0453173

Fuente: Autores

TABLA 35: PARAMETROS (BP)

PROMEDIO	23020,534	MEDIA
VARIANZA	36813327	1599,1517
DESVIACIÓN ESTANDAR	6067,3987	0,2635646

Fuente: Autores

TABLA 36: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (BP)

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,646409093
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,417844716
R <sup>2</sup> ajustado	0,364921508
Error típico	5032,656475
Observaciones	13

Fuente: Autores

TABLA 37: ANÁLISIS DE VARIANZA (BP)

	Grados de libertad	Suma de cuadrados
Regresión	1	199969301,5
Residuos	11	278603943,1
Total	12	478573244,6

Fuente: Autores

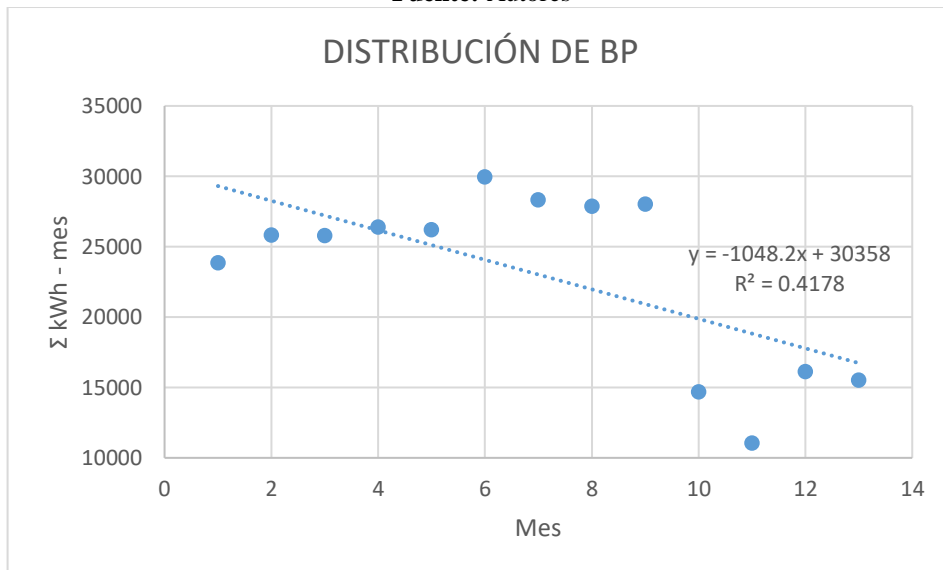


Fig. 6: Gráfica de dispersión y recta de regresión (BP)

Fuente: Autores

TABLA 38: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS (BP)

$\Sigma$ Consumo Mensual BP	Medida	Proyectada	Tendencia
Cons. Sep	23811	25781	↘
Cons. Oct	25781	25771	↘
Cons. Nov	25771	26350	↗
Cons. Dic	26350	26189	↘
Cons. Ene	26189	29927	↗
Cons. Feb	29927	28294	↘
Cons. Marzo	28294	27859	↘
Cons. Abril	27859	27992	↗
Cons. Mayo	27992	14671	↘
Cons. Junio	14671	11034	↘
Cons. Julio	11034	16083	↗
Cons. Agosto	16083	15505	↘
Cons. Septiembre	15505	14457	↘
sumatoria			↘

Fuente: Autores

En este tipo de usuario tarifado se ha determinado un consumo menor en épocas de confinamiento con respecto a condiciones de consumo de energía eléctrica normales, los valores establecidos de decremento se le asigna a cada usuario mediante la aplicación del modelo matemático establecido, en función a los parámetros de regresión y proyección citados en cada tabla respectivamente de este abonado característico.

### 3.1.1.5 Usuarios Comerciales

La interpretación de este modelo aplica los mismos criterios que los posteriores, ya sea en tendencia negativa que representa una disminución de consumo, o tendencia positiva que determinaría una proyección en aumento del consumo eléctrico hacia el dato proyectado; pero es de sumo interés establecer tablas con todos los valores individuales generados por los modelos de proyección estadística utilizados en este proyecto de investigación.

TABLA 39: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (C)

	MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	MES PROYECTADO,
$\Sigma$ Consumos C		66783	74405	73538	48515	62880	63411	58909	61277
Promedio 2 último Consumos		72833	70594	73972	61027	55698	63146	61160	
Promedio 3 último Consumos		73036	73357	71576	65486	61644	58269	61733	
Promedio 4 último Consumos		75327	73379	73402	65810	64835	62086	58429	
Promedio 5 último Consumos		75381	75143	73411	68425	65224	64550	61451	
Promedio 6 último Consumos		75450	75219	74875	69261	67501	64922	63610	

Fuente: Autores

TABLA 40: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (C)

MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	MES PROYECTADO, EN CONDICIONES DE PANDEMIA
Periodo	7	8	9	10	11	12	13	14
$\Sigma$ Consumos C	66783	74405	73538	48515	62880	63411	58909	58172

Fuente: Autores

TABLA 41: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (C)

	Coeficientes	Error típico
Intercepción	81404,51756	3759,047224
Variable X 1	-1659,440065	441,4777072

Fuente: Autores

TABLA 42: PARAMETROS (C)

PROMEDIO	69788,43711	MEDIA
VARIANZA	79481917,45	1138,898086
DESVIACIÓN ESTANDAR	8915,263173	0,127746996

Fuente: Autores

TABLA 43: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (C)

Coeficiente de correlación múltiple	0,735348104
Coeficiente de determinación $R^2$	0,540736835
$R^2$ ajustado	0,502464904
Error típico	6658,853787
Observaciones	14

Fuente: Autores

TABLA 44: ANÁLISIS DE VARIANZA (C)

	Grados de libertad	Suma de cuadrados
Regresión	1	626476152,3
Residuos	12	532084005
Total	13	1158560157

Fuente: Autores

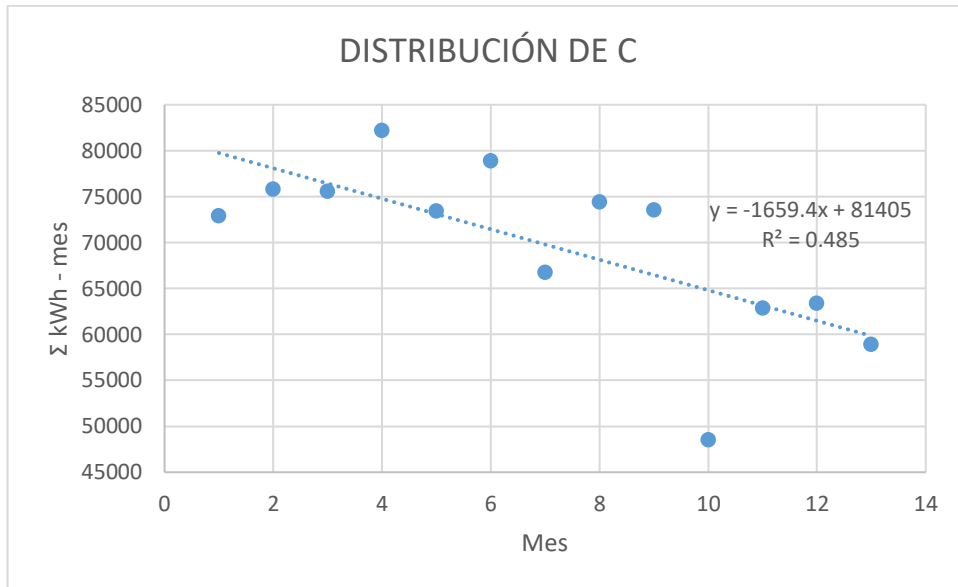


Fig. 7: Gráfica de dispersión y recta de regresión (C)

Fuente: Autores

TABLA 45: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS (C)

Σ Consumo Mensual	Medida	Proyectada	Tendencia
Cons. Sep	72891	75794	↘
Cons. Oct	75794	75597	↘
Cons. Nov	75597	82200	↗
Cons. Dic	82200	73444	↘
Cons. Ene	73444	78882	↗
Cons. Feb	78882	66783	↘
Cons. Marzo	66783	74405	↗
Cons. Abril	74405	73538	↘
Cons. Mayo	73538	48515	↘
Cons. Junio	48515	62880	↗
Cons. Julio	62880	63411	↗
Cons. Agosto	63411	58909	↘
Cons. Septiembre	58909	61277	↗
sumatoria			~

Fuente: Autores

En este tipo de usuario tarifado se ha determinado un consumo menor en épocas de confinamiento con respecto a condiciones de consumo de energía eléctrica normales, relacionándolo a las restricciones de libre tránsito y apertura de negocios en el periodo de toque de queda; los valores establecidos de decremento se le asigna

a cada usuario mediante la aplicación del modelo matemático establecido, en función a los parámetros de regresión y proyección citados en cada tabla respectivamente de este abonado característico.

### 3.1.1.6 Usuarios Culto Religioso

La interpretación de este modelo aplica los mismos criterios que los posteriores, ya sea en tendencia negativa que representa una disminución de consumo, o tendencia positiva que determinaría una proyección en aumento del consumo eléctrico hacia el dato proyectado; pero es de sumo interés establecer tablas con todos los valores individuales generados por los modelos de proyección estadística utilizados en este proyecto de investigación.

TABLA 46: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (CR)

	MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	MES PROYECTADO,
$\Sigma$ Consumos CR		10911	12482	12319	7136	7601	8198	8845	8586
Promedio 2 últimoa Consumos		11849	11696	12401	9728	7369	7900	8522	
Promedio 3 últimoa Consumos		12679	12060	11904	10646	9019	7645	8215	
Promedio 4 últimoa Consumos		12643	12630	12125	10712	9885	8814	7945	
Promedio 5 últimoa Consumos		12624	12611	12568	11127	10090	9547	8820	
Promedio 6 últimoa Consumos		12614	12600	12562	11663	10539	9775	9430	

Fuente: Autores

TABLA 47: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (CR)

MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	MES PROYECTADO, EN
Periodo	7	8	9	10	11	12	13	14
$\Sigma$ Consumos CR	10911	12482	12319	7136	7601	8198	8845	7883

Fuente: Autores

TABLA 48: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (CR)

	Coeficientes	Error típico
Intercepción	14407,76282	851,4063501
Variable X 1	-466,073315	99,99260476

Fuente: Autores

TABLA 49: PARAMETROS (CR)

PROMEDIO	11145,24962	MEDIA
VARIANZA	5140830,101	461,2575114

DESVIACIÓN ESTANDAR	2267,339873	0,20343554
---------------------	-------------	------------

Fuente: Autores

TABLA 50: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (CR)

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple 0.802613044	
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.644187698
R <sup>2</sup> ajustado	0.614536673
Error típico	1508.19877
Observaciones	14

Fuente: Autores

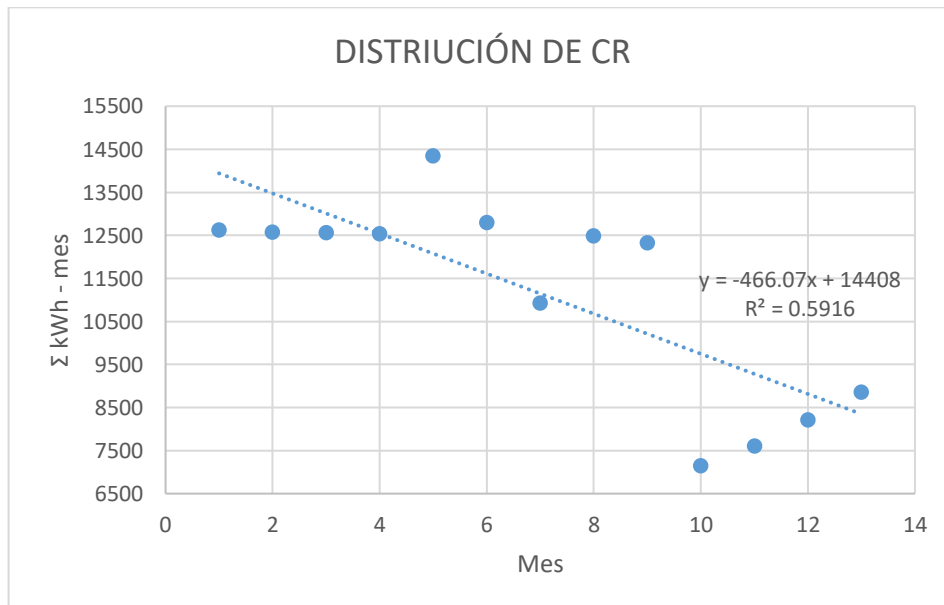


Fig. 8: Gráfica de dispersión y recta de regresión (CR)

Fuente: Autores

TABLA 51: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS (CR)

$\Sigma$ Consumo Mensual	Medida	Proyectada	Tendencia
Cons. Sep	12621	12566	
Cons. Oct	12566	12548	
Cons. Nov	12548	12534	
Cons. Dic	12534	14341	
Cons. Ene	14341	12786	
Cons. Feb	12786	10911	
Cons. Marzo	10911	12482	
Cons. Abril	12482	12319	
Cons. Mayo	12319	7136	
Cons. Junio	7136	7601	
Cons. Julio	7601	8198	
Cons. Agosto	8198	8845	
Cons. Septiem	8845	8586	
sumatoria			

Fuente: Autores

En este tipo de usuario tarifado se ha determinado un consumo menor en épocas de confinamiento con respecto a condiciones de consumo de energía eléctrica normales, debido a la prohibición a estas instalaciones en este periodo; los valores establecidos de decremento se le asigna a cada usuario mediante la aplicación del modelo matemático establecido, en función a los parámetros de regresión y proyección citados en cada tabla respectivamente de este abonado característico.

### 3.1.1.7 Usuarios Entidad Oficial

La interpretación de este modelo aplica los mismos criterios que los posteriores, ya sea en tendencia negativa que representa una disminución de consumo, o tendencia positiva que determinaría una proyección en aumento del consumo eléctrico hacia el dato proyectado; pero es de sumo interés establecer tablas con todos los valores individuales generados por los modelos de proyección estadística utilizados en este proyecto de investigación.

TABLA 52: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (EO)

	MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	MES PROYECTADO,
$\Sigma$ Consumos EO		21171	24138	23752	18570	21054	24536	22242	22403
Promedio 2 última Consumos		22542	22655	23945	21161	19812	22795	23389	
Promedio 3 última Consumos		23952	23074	23020	22153	21125	21387	22611	
Promedio 4 última Consumos		24423	23999	23243	21908	21878	21978	21601	
Promedio 5 última Consumos		24770	24366	23949	22309	21737	22410	22031	
Promedio 6 última Consumos		25005	24665	24263	23053	22099	22203	22382	

Fuente: Autores

TABLA 53: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (EO)

MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	MES PROYECTADO, EN
Período	7	8	9	10	11	12	13	14
$\Sigma$ Consumos EO	21171	24138	23752	18570	21054	24536	22242	20573

Fuente: Autores

TABLA 54: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (EO)

	Coeficientes	Error típico
Intercepción	27436,43449	1126,732926
Variable X 1	-490,2606846	141,9550055

Fuente: Autores

TABLA 55: PARAMETROS (EO)

PROMEDIO	24004,60969	MEDIA
VARIANZA	6468265,977	269,4593271
DESVIACIÓN ESTANDAR	2543,278588	0,105949591

Fuente: Autores

TABLA 56: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (EO)

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,721268807
Coeficiente de determinación $R^2$	0,520228691
$R^2$ ajustado	0,476613118
Error típico	1915,077725
Observaciones	13

Fuente: Autores

TABLA 57: ANÁLISIS DE VARIANZA (EO)

	Grados de libertad	Suma de cuadrados
Regresión	1	43744708,08
Residuos	11	40342749,62
Total	12	84087457,7

Fuente: Autores

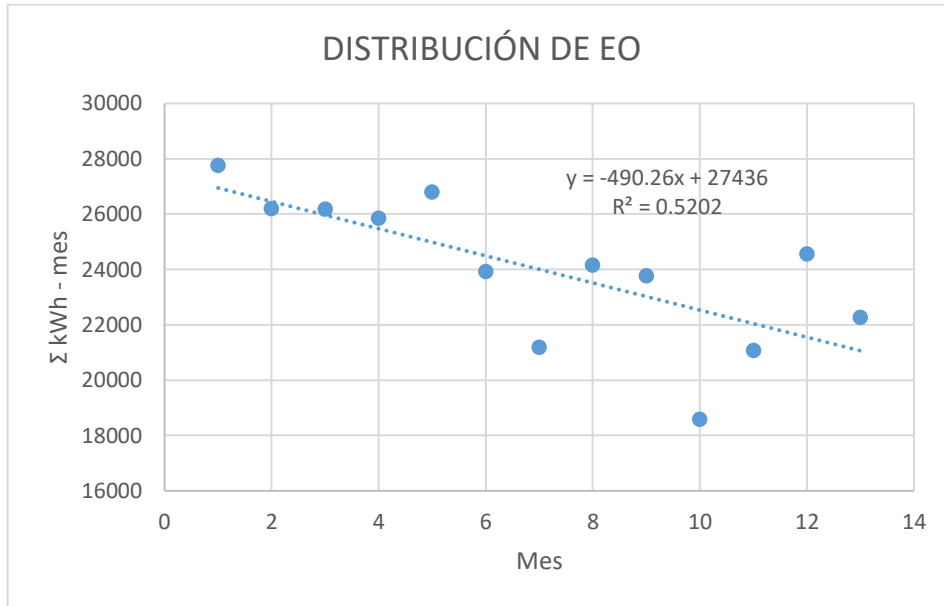


Fig. 9: Gráfica de dispersión y recta de regresión (EO)

Fuente: Autores

TABLA 58: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS (EO)

Σ Consumo Mensual	Medida	Proyectada	Tendencia
Cons. Sep	27741	26175	↘
Cons. Oct	26175	26161	↘
Cons. Nov	26161	25834	↘
Cons. Dic	25834	26774	↗
Cons. Ene	26774	23912	↘
Cons. Feb	23912	21171	↘
Cons. Marzo	21171	24138	↗
Cons. Abril	24138	23752	↘
Cons. Mayo	23752	18570	↘
Cons. Junio	18570	21054	↗
Cons. Julio	21054	24536	↗
Cons. Agosto	24536	22242	↘
Cons. Septiembre	22242	22403	↗
sumatoria			↗

Fuente: Autores

En este tipo de usuario tarifado denominado Entidad Oficial, se ha determinado un consumo menor en épocas de confinamiento con respecto a condiciones de consumo de energía eléctrica normales, identificando a las condiciones de

teletrabajo en los servidores públicos; los valores establecidos de decremento se le asigna a cada usuario mediante la aplicación del modelo matemático establecido, en función a los parámetros de regresión y proyección citados en cada tabla respectivamente de este abonado característico.

### 3.1.1.8 Usuarios Industriales Artesanales

La interpretación de este modelo aplica los mismos criterios que los posteriores, ya sea en tendencia negativa que representa una disminución de consumo, o tendencia positiva que determinaría una proyección en aumento del consumo eléctrico hacia el dato proyectado; pero es de sumo interés establecer tablas con todos los valores individuales generados por los modelos de proyección estadística utilizados en este proyecto de investigación.

TABLA 59: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (IA)

	MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	MES PROYECTADO, EN CONDICIONES DE PANDEMIA
Σ Consumos IA		115503	122217	121420	100868	131169	130302	133486	126839
Promedio 2 último Consumos		118687	118860	121818	111144	116019	130736	131894	
Promedio 3 último Consumos		123366	119864	119713	114835	117819	120780	131652	
Promedio 4 último Consumos		122419	123079	120253	115002	118918	120940	123956	
Promedio 5 último Consumos		123056	122378	122747	116376	118235	121195	123449	
Promedio 6 último Consumos		123558	122917	122219	119101	118841	120247	123244	

Fuente: Autores

TABLA 60: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (IA)

MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	MES PROYECTADO, EN CONDICIONES DE PANDEMIA
Periodo	7	8	9	10	11	12	13	14
Σ Consumos IA	115503	122217	121420	100868	131169	130302	133486	122892

Fuente: Autores

TABLA 61: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (IA)

	Coeficientes	Error típico
Intercepción	125401,8062	5558,87442
Variable X 1	-179,3015018	700,3523468

Fuente: Autores

TABLA 62: PARAMETROS (IA)

PROMEDIO	124146,6957	MEDIA
VARIANZA	75986071,5	612,0668059
DESVIACIÓN ESTANDAR	8716,998996	0,070215312

Fuente: Autores

TABLA 63: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (IA)

Coefficiente de correlación múltiple	0,076962816
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,005923275
R <sup>2</sup> ajustado	-0,084447336
Error típico	9448,269713
Observaciones	13

Fuente: Autores

TABLA 64: ANÁLISIS DE VARIANZA (IA)

	Grados de libertad	Suma de cuadrados
Regresión	1	5851123,194
Residuos	11	981967806,3
Total	12	987818929,5

Fuente: Autores

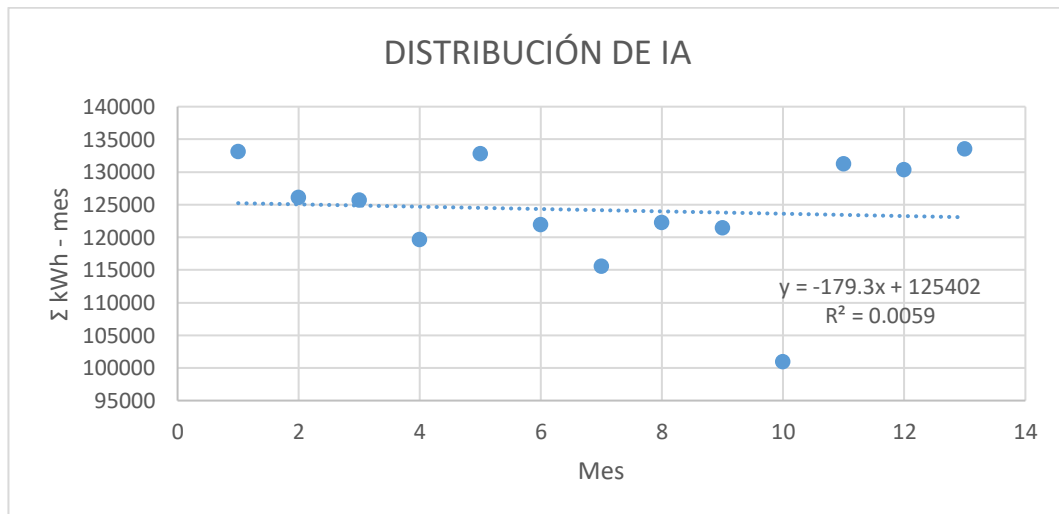


Fig. 10: Gráfica de dispersión y recta de regresión (IA)

Fuente: Autores

TABLA 65: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS  
(IA)

$\Sigma$ Consumo Mensual	Medida	Proyectada	Tendencia
Cons. Sep	133100	126063	
Cons. Oct	126063	125608	
Cons. Nov	125608	119576	
Cons. Dic	119576	132725	
Cons. Ene	132725	121870	
Cons. Feb	121870	115503	
Cons. Marzo	115503	122217	
Cons. Abril	122217	121420	
Cons. Mayo	121420	100868	
Cons. Junio	100868	131169	
Cons. Julio	131169	130302	
Cons. Agosto	130302	133486	
Cons. Septiembre	133486	126839	
sumatoria			

Fuente: Autores

En este tipo de usuario tarifado se ha determinado un consumo menor en épocas de confinamiento con respecto a condiciones de consumo de energía eléctrica normales, los valores establecidos de decremento se le asigna a cada usuario mediante la aplicación del modelo matemático establecido, en función a los parámetros de regresión y proyección citados en cada tabla respectivamente de este abonado característico.

### 3.1.2. Usuarios de Tarifa Residencial

#### 3.1.2.1 Usuarios Residencial Discapacidad

La interpretación de este modelo aplica los mismos criterios que los posteriores, ya sea en tendencia negativa que representa una disminución de consumo, o tendencia positiva que determinaría una proyección en aumento del consumo eléctrico hacia el dato proyectado; pero es de sumo interés establecer tablas con todos los valores individuales generados por los modelos de proyección estadística utilizados en este proyecto de investigación.

TABLA 66: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (RD)

	MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	MES PROYECTADO.
Σ Consumos RDIS		5558	5749	5720	6463	6663	6362	5949	6244
Promedio 2 últimoa Consumos		5657	5653	5734	6092	6563	6513	6156	
Promedio 3 últimoa Consumos		5811	5687	5676	5977	6282	6496	6325	
Promedio 4 últimoa Consumos		5690	5795	5695	5872	6149	6302	6359	
Promedio 5 últimoa Consumos		5767	5701	5780	5849	6031	6191	6231	
Promedio 6 últimoa Consumos		5820	5764	5704	5894	5985	6086	6151	

Fuente: Autores

TABLA 67: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (RD)

MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	MES PROYECTADO, EN CONDICIONES DE PANDEMIA
Periodo	7	8	9	10	11	12	13	14
Σ Consumos RDIS	5558	5749	5720	6463	6663	6362	5949	6209

Fuente: Autores

TABLA 68: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (RD)

	Coeficientes	Error típico
Intercepción	5773,102308	216,7807328
Variable X 1	31,15433773	27,31180515

Fuente: Autores

TABLA 69: PARAMETROS (RD)

PROMEDIO	5991,182672	MEDIA
VARIANZA	128462,2425	21,44188377
DESVIACIÓN ESTANDAR	358,4162978	0,059823964

Fuente: Autores

TABLA 70: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (RD)

Coeficiente de correlación múltiple	0,32523314
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,105776595
R <sup>2</sup> ajustado	0,024483558
Error típico	368,4563956
Observaciones	13

Fuente: Autores

TABLA 71: ANÁLISIS DE VARIANZA (RD)

	Grados de libertad	Suma de cuadrados
Regresión	1	176647,8822
Residuos	11	1493361,27
Total	12	1670009,152

Fuente: Autores

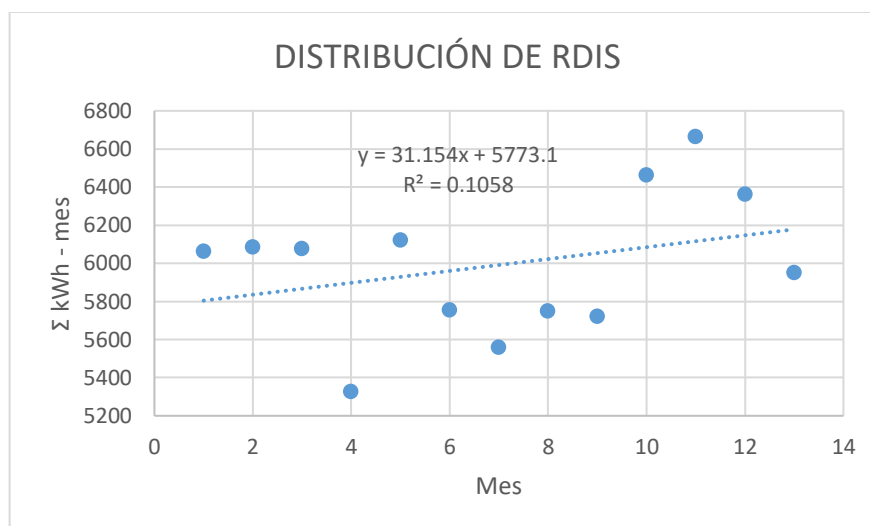


Fig. 11: Gráfica de dispersión y recta de regresión (RDIS)

Fuente: Autores

TABLA 72: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS (RD)

Σ Consumo Mensual	Medida	Proyectada	Tendencia
Cons. Sep	6063	6083	↘
Cons. Oct	6083	6076	↘
Cons. Nov	6076	5325	↘
Cons. Dic	5325	6120	↗
Cons. Ene	6120	5755	↘
Cons. Feb	5755	5558	↘
Cons. Marzo	5558	5749	↗
Cons. Abril	5749	5720	↘
Cons. Mayo	5720	6463	↗
Cons. Junio	6463	6663	↗
Cons. Julio	6663	6362	↘
Cons. Agosto	6362	5949	↘
Cons. Septiembre	5949	6244	↗
sumatoria			↗

Fuente: Autores

En este tipo de usuario tarifado se ha determinado un consumo ligeramente mayor en épocas de confinamiento con respecto a condiciones de consumo de energía eléctrica normales, los valores establecidos de incremento se le asigna a cada usuario mediante la aplicación del modelo matemático establecido, en función a los parámetros de regresión y proyección citados en cada tabla respectivamente de este abonado característico.

### 3.1.2.2 Usuarios Residencial Servicio Comunitario

La interpretación de este modelo aplica los mismos criterios que los posteriores, ya sea en tendencia negativa que representa una disminución de consumo, o tendencia positiva que determinaría una proyección en aumento del consumo eléctrico hacia el dato proyectado; pero es de sumo interés establecer tablas con todos los valores individuales generados por los modelos de proyección estadística utilizados en este proyecto de investigación.

TABLA 73: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (SC)

	MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	MES PROYECTADO, EN CONDICIONES DE PANDEMIA
Σ Consumos RSC		2001	2027	2019	1998	2101	2045	2152	2078
Promedio 2 últimoa Consumos		1909	2014	2023	2009	2050	2073	2099	
Promedio 3 últimoa Consumos		2003	1948	2016	2015	2039	2048	2099	
Promedio 4 últimoa Consumos		2068	2009	1966	2011	2036	2041	2074	
Promedio 5 últimoa Consumos		2074	2060	2011	1972	2029	2038	2063	
Promedio 6 últimoa Consumos		2079	2066	2053	2009	1994	2032	2057	

Fuente: Autores

TABLA 74: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (SC)

MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	MES PROYECTADO, EN CONDICIONES DE
Periodo	7	8	9	10	11	12	13	14
Σ Consumos RSC	2001	2027	2019	1998	2101	2045	2152	2000

Fuente: Autores

TABLA 75: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (SC)

	Coeficientes	Error típico
Intercepción	2176,482308	74,73316441
Variable X 1	-12,59765641	9,4154937

Fuente: Autores

TABLA 76: PARAMETROS (RSC)

PROMEDIO	2088,298713	MEDIA
VARIANZA	15874,14759	7,601473626
DESVIACIÓN ESTANDAR	125,9926489	0,060332676

Fuente: Autores

TABLA 77: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (SC)

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple 0,374117971	
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,139964256
R <sup>2</sup> ajustado	0,061779188
Error típico	127,0219545
Observaciones	13

Fuente: Autores

TABLA 78: ANÁLISIS DE VARIANZA (SC)

	Grados de libertad	Suma de cuadrados
Regresión	1	28883,57236
Residuos	11	177480,3463
Total	12	206363,9187

Fuente: Autores

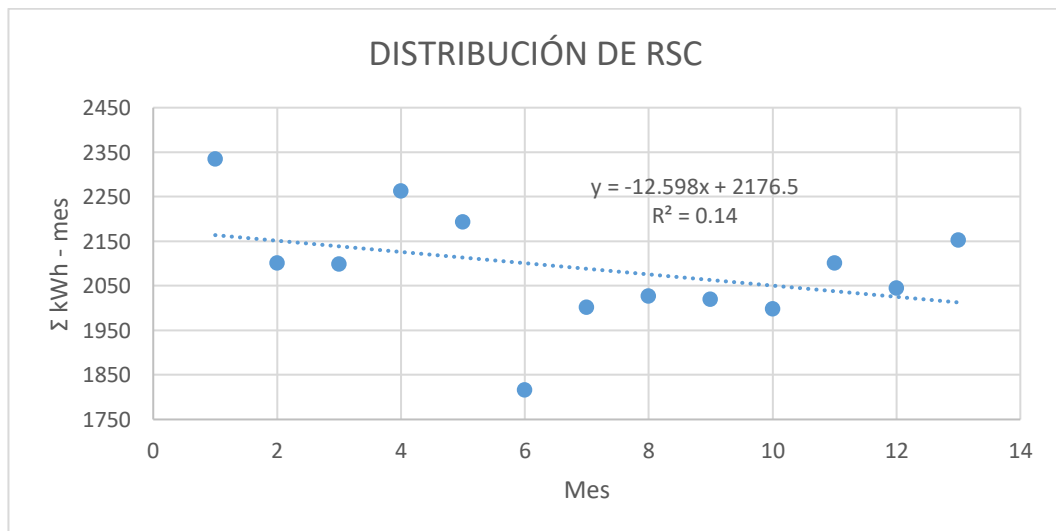


Fig. 12: Gráfica de dispersión y recta de regresión (RSC)

Fuente: Autores

TABLA 79: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS (RSC)

$\Sigma$ Consumo Mensual	Medida	Proyectada	Tendencia
Cons. Sep	2334	2101	
Cons. Oct	2101	2099	
Cons. Nov	2099	2262	
Cons. Dic	2262	2193	
Cons. Ene	2193	1816	
Cons. Feb	1816	2001	
Cons. Marzo	2001	2027	
Cons. Abril	2027	2019	
Cons. Mayo	2019	1998	
Cons. Junio	1998	2101	
Cons. Julio	2101	2045	
Cons. Agosto	2045	2152	
Cons. Septiembre	2152	2078	
sumatoria			

Fuente: Autores

En este tipo de usuario residencial servicio comunitario, se ha determinado un consumo menor en épocas de confinamiento con respecto a condiciones de consumo de energía eléctrica normales, debido a la no utilización de ascensores, puertas eléctricas, instalaciones sociales, etc. Los valores establecidos de decremento se le asigna a cada usuario mediante la aplicación del modelo matemático establecido, en función a los parámetros de regresión y proyección citados en cada tabla respectivamente de este abonado característico.

### 3.1.2.3 Usuarios Residenciales

La interpretación de este modelo aplica los mismos criterios que los posteriores, en este tipo de usuario la tendencia es positiva que determinaría una proyección en aumento del consumo eléctrico hacia el dato proyectado; pero es de sumo interés establecer tablas con todos los valores individuales generados por los modelos de proyección estadística utilizados en este proyecto de investigación.

TABLA 80: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (R)

	MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	MES PROYECTADO
$\Sigma$ Consumos R		38467	38897	38827	55492	53454	54417	2152	37549
Promedio 2 últimos Consumos		38246	38682	38862	47159	54473	53936	28285	
Promedio 3 últimos Consumos		39114	38463	38730	44405	49258	54454	36674	
Promedio 4 últimos Consumos		38983	39060	38554	42921	46667	50547	41379	
Promedio 5 últimos Consumos		38978	38965	39013	41942	45027	48217	40868	
Promedio 6 últimos Consumos		39162	38965	38942	41760	43860	46592	40540	

Fuente: Autores

TABLA 81: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (R)

MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	MES PROYECTADO, EN CONDICIONES DE PANDEMIA
Periodo	7	8	9	10	11	12	13	14
$\Sigma$ Consumos R	38467	38897	38827	55492	53454	54417	2152	38006

Fuente: Autores

TABLA 82: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (R)

	Coeficientes	Error típico
Intercepción	41655,56462	8054,167035
Variable X 1	260,6671004	1014,729666

Fuente: Autores

TABLA 83: PARAMETROS (R)

PROMEDIO	39830,89491	MEDIA
VARIANZA	159521412,3	4004,966813
DESVIACIÓN ESTANDAR	12630	0,317095025

Fuente: Autores

TABLA 84: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (R)

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,077221947
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,005963229
R <sup>2</sup> ajustado	-0,08440375
Error típico	13689,45163
Observaciones	13

Fuente: Autores

TABLA 85: ANÁLISIS DE VARIANZA (R)

	Grados de libertad	Suma de cuadrados
Regresión	1	12366415,37
Residuos	11	2061411944
Total	12	2073778359

Fuente: Autores

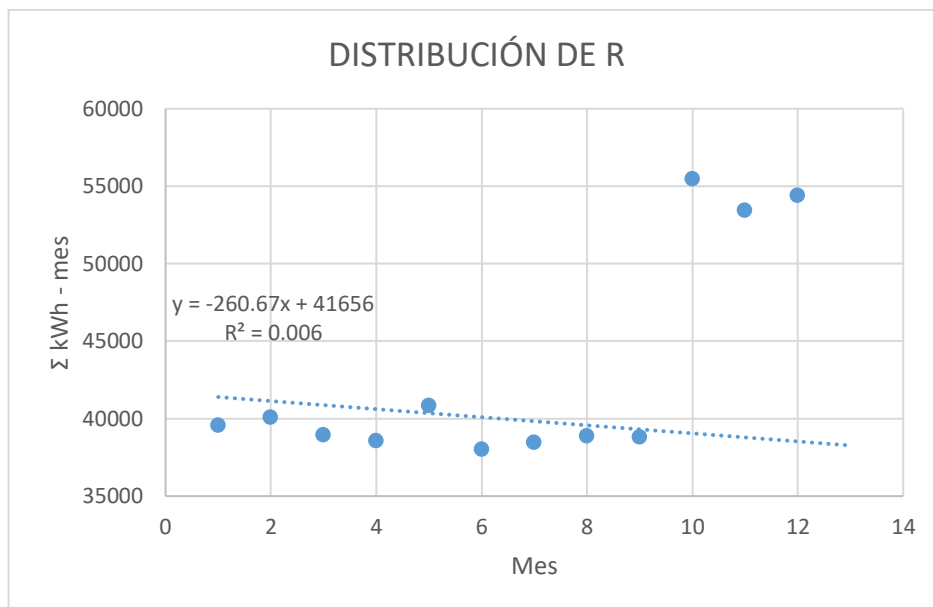


Fig. 13: Gráfica de dispersión y recta de regresión (R)

Fuente: Autores

TABLA 86: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS (R)

Σ Consumo Mensual	Medida	Proyectada	Tendencia
Cons. Sep	39590	40081	↘
Cons. Oct	40081	38962	↗
Cons. Nov	38962	38587	↘
Cons. Dic	38587	40851	↗
Cons. Ene	40851	38025	↘
Cons. Feb	38025	38467	↗
Cons. Marzo	38467	38897	↗
Cons. Abril	38897	38827	↘
Cons. Mayo	38827	55492	↗
Cons. Junio	55492	53454	↘
Cons. Julio	53454	54417	↗
Cons. Agosto	54417	58063	↗
Cons. Septiembre	58063	37549	↘
sumatoria			↗

Fuente: Autores

En este tipo de usuario residencial, se ha determinado un consumo mayor en épocas de confinamiento con respecto a condiciones de consumo de energía eléctrica normales, obviamente haciendo alusión que en el confinamiento se prohibió el libre

tránsito y actividades fuera de los domicilios, lo cual nos obligó a permanecer dentro de estos y utilizar en gran consideración los electrodomésticos y quedarnos con ese hábito hasta después del periodo de confinamiento; los valores establecidos de incremento se le asigna a cada usuario mediante la aplicación del modelo matemático establecido, en función a los parámetros de regresión y proyección citados en cada tabla respectivamente de este abonado característico.

### 3.1.2.4 Resumen de todas las tarifas

En el presente resumen general de proyección de consumo eléctrico, se puede concluir que la proyección histórica tiene a ser positiva en el caso de no registrar un consumo futuro, así como también perfilando un incremento de demanda, como se puede apreciar en los datos del modelo 1, Tabla 87. Mientras que en el modelo de proyección estadística 2, Tabla 88, claramente se puede apreciar un decremento en el consumo a proyectar para una futura situación atípica como la del confinamiento, esta hipótesis se puede validar analizando la tabla de coeficientes, precisamente el valor del desplazamiento, ilustrado como (Variable X1); lo cual queda corroborado con datos publicados a nivel nacional citados previamente en la disminución de consumo eléctrico en el país durante la época de confinamiento por pandemia.

TABLA 87: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 1 (RESUMEN GENERAL)

	MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	MES PROYECTADO, EN CONDICIONES DE PANDEMIA
Σ Consumos		192218	205786	204338	170143	184151	195178	191939	190081
Promedio 2 último Consumos		202394	199002	205062	187240	177147	189665	193559	
Promedio 3 último Consumos		205283	203525	200781	193422	186211	183157	190423	
Promedio 4 último Consumos		207245	205409	203728	193121	191104	188452	185353	
Promedio 5 último Consumos		207003	206953	205194	197011	191327	191919	189150	
Promedio 6 último Consumos		207006	206801	206517	199352	194868	191969	191922	

Fuente: Autores

TABLA 88: RESULTADOS DE PROYECCION MODELO 2 (RESUMEN GENERAL)

MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	MES PROYECTADO, EN CONDICIONES DE PANDEMIA
Periodo	7	8	9	10	11	12	13	14
MES	mar	feb	ene	dic	nov	oct	sep	ago
Σ Consumos	192218	205786	204338	170143	184151	195178	191939	185180

Fuente: Autores

La tendencia de disminución de demanda en épocas de confinamiento ocasionadas por pandemia COVID-19, es evidenciada y validada con la (Variable X1) que indica un valor de -2123,816441, que viene siendo el consumo de variación con respecto a cada mes, y que influenciará de esa manera a la tendencia de proyección de consumo del modelo2 y la aplicación del modelo matemático, Tabla 88.

TABLA 89: MCO. COEFICIENTES APLICADOS A LA ECUACIÓN (RESUMEN GENERAL)

	Coeficientes	Error típico
Intercepción	214913,4236	5912,116691
Variable X 1	-2123,816441	744,8566898

Fuente: Autores

TABLA 90: PARAMETROS (RESUMEN GENERAL)

PROMEDIO	200046,7085	MEDIA
VARIANZA	148589317	742,773
DESVIACIÓN ESTANDAR	12190	0,06093

Fuente: Autores

TABLA 91: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN (RESUMEN GENERAL)

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple 0,65190934	
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,424985787
R <sup>2</sup> ajustado	0,372711768
Error típico	10048,66612
Observaciones	13

Fuente: Autores

Al tener en este análisis la integración de todas las categorías tarifadas de la investigación, se determina un coeficiente de determinación R<sup>2</sup> de 0.4249 que indica que, si bien no es un modelo excelente, es un modelo muy aceptable para la realización de proyecciones en cuanto a consumos eléctricos, y que, para subir aún más la eficiencia de este, se lo podrá hacer mediante el aumento de registros históricos. Tabla 91.

En la Tabla 92. se establece más parámetro de la regresión generada por la herramienta de Excel, para un análisis más a fondo sobre la proyección.

TABLA 92: ANÁLISIS DE VARIANZA (RESUMEN GENERAL)

	Grados de libertad	Suma de cuadrados
Regresión	1	820928522,1
Residuos	11	1110732600
Total	12	1931661122

Fuente: Autores

En la figura 14, podemos observar puntos que pertenecen a los consumos mensuales medidos y proyectados en referencia al tiempo y la magnitud de consumo, estos ubicados siempre alrededor de la recta proyectada por la regresión, interpretándose en la escala en el tiempo como 8 y 9, a los meses proyectados sin registro en pandemia y 14 al dato a proyectar en el futuro, se aprecia su tendencia en decrecimiento, observando un gran acercamiento de nuestros puntos de dispersión, a la recta proyectada, validando así a nuestro modelo de proyección como eficiente.

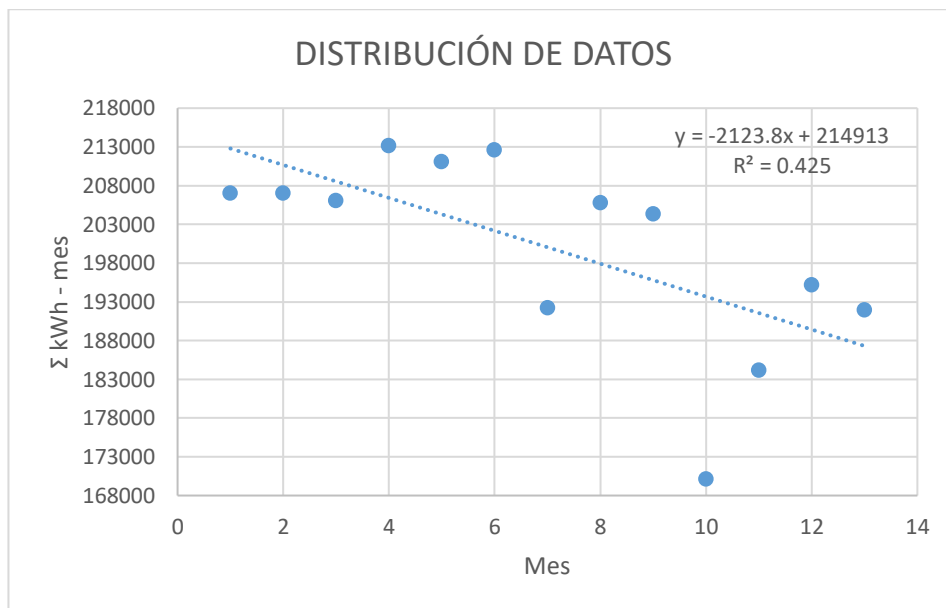


Fig. 14: Gráfica de dispersión y recta de regresión (RESUMEN GENERAL)

Fuente: Autores

Una vez hallado nuestro valor de proyección inmediata, se valida realizando una comparación entre modelos, de los cuales los valores en diferencia deberán estar dentro del valor de la primera desviación estándar, además esta proyección recomienda aplicar el valor de variación a cada usuario, pero contemplando a cada uno como un caso individual, lo que conlleva a realizar una previa ponderación en relación a la aportación de consumo de cada usuario analizado, obteniendo un

porcentaje que servirá para obtener el producto de la multiplicación de este con el valor del coeficiente de variación, estableciendo así un valor expresado en kWh – mes, que vendrá a ser sumado al último consumo registrado y convertirse en el consumo proyectado para un mes bajo condición de confinamiento.

Como parte final de la aplicación de estos modelos de proyección, se procede a realizar una comparación entre la sumatoria de registros de consumos mensuales versus valores proyectados mediante este modelo, como se puede ilustrar en la Tabla 93.

TABLA 93: COMPARACIONES ENTRE VALORES REALES VS PROYECTADOS (RESUMEN GENERAL)

$\Sigma$ Consumo Mensual	Medida	Proyectada	Tendencia
Cons. Sep	207040	207016	
Cons. Oct	207016	206039	
Cons. Nov	206039	213130	
Cons. Dic	213130	211060	
Cons. Ene	211060	212570	
Cons. Feb	212570	192218	
Cons. Marzo	192218	205786	
Cons. Abril	205786	204338	
Cons. Mayo	204338	170143	
Cons. Junio	170143	184151	
Cons. Julio	184151	195178	
Cons. Agosto	195178	191939	
Cons. Septiembre	191939	190081	
sumatoria			

Fuente: Autores

### 3.2. Validación técnica -económica de los resultados. \_

El presente proyecto se lo realizo con software libres y gratuitos y su implementación en la empresa distribuidora no tendría costo material, a diferencia de derechos de autor por el modelo estadístico y modelo matemático. Que, debido a tiempo, preparación, etc. se ha estipulado en 2.000\$ (dos mil dólares americanos), el uso de este, por el periodo de un año.

### 3.3.Evaluación de expertos. –



## DIRECCIÓN DE POSGRADO

ANEXO 2:

### CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DEL VERIFICADOR

En mi calidad de verificador del tema del proyecto de investigación y desarrollo titulado "ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA ANTE CONFINAMIENTO POR EMERGENCIA SANITARIA EN EL ÁREA DE CONCESIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI. CASO DE ESTUDIO CANTÓN LATACUNGA." del posgraduado:

APELLIDOS: PAZUÑA NARANJO

NOMBRES: WILLIAM PAUL

PROGRAMA: MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD MENCIÓN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

#### CERTIFICO:

Que: analizado el tema del proyecto de investigación y desarrollo, presentado como requisito previo a la aprobación y desarrollo del trabajo de titulación para optar por el grado de Magister En Electricidad Mención Sistemas Eléctricos De Potencia.

Revisado por: MOSQUERA VELÁSQUEZ FABRICIO ISMAEL

Cédula de ciudadanía N° 092366360-3

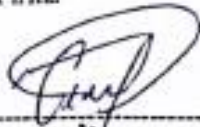
Profesión: Ingeniero Eléctrico

Posgrado: MASTER EN ELECTRICIDAD mención en "Sistemas Eléctricos De Potencia",

Sugiero su aprobación y permita continuar con el diseño del proyecto de investigación y desarrollo.

Latacunga ,06 de junio del 2021.

Firma



MsC. FABRICIO ISMAEL MOSQUERA VELÁSQUEZ

### 3.4. Evaluación de usuarios. –

#### CERTIFICADO DE EVALUACIÓN DE USUARIO

En mi calidad de usuario del tema del proyecto de investigación y desarrollo titulado “ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA ANTE CONFINAMIENTO POR EMERGENCIA SANITARIA EN EL ÁREA DE CONCESIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI CASO DE ESTUDIO CANTÓN LATACUNGA.” del posgraduado:

APELLIDOS: PAZUÑA NARANJO

NOMBRES: WILLIAM PAUL

PROGRAMA: MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD MENCIÓN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

#### CERTIFICO:

Que: se a realizado una aplicación del modelo de proyección relacionado al tema de proyecto de investigación y desarrollo, para mi medidor de energía y determinando la eficacia del mismo; presentado como requisito previo a la aprobación y desarrollo del trabajo de titulación para optar por el grado de Magister En Electricidad Mención Sistemas Eléctricos De Potencia.

Revisado por: CULQUI TACO EDISON SANTIAGO  
Cédula de ciudadanía N° 0503258105  
Profesión: Ingeniero Eléctrico – Usuario de ELEPCO S.A.

Sugiero su aprobación de el presente proyecto de investigación.

Latacunga ,26 de julio del 2021.

Firma



-----  
Ing. EDISON SANTIAGO CULQUI TACO

### **3.5.Evaluación de impactos o resultados (no aplica). \_**

Este punto No Aplica, debido a que los cálculos por facturación errada, no han sido calculados por parte de la empresa eléctrica provincial Cotopaxi, y por tal no se puede estimar resultados en función del costo beneficio de la propuesta.

#### **Conclusiones del III capítulo**

- Las variaciones en el consumo de energía eléctrica de categoría residencial, general y demás tarifas que engloban esta, no pueden ser evaluadas, asumidas o proyectadas dentro del mismo plano o mediante promedios semestrales simples, y utilizadas para la facturación de las planillas de consumo eléctrico de los meses de confinamiento, ya que son periodos de consumo atípicos, es decir necesita un análisis preciso y conciso, en el cual se debe aplicar un modelo estadístico de proyección adecuado a este particular.
- Mediante la presente investigación se estableció un modelo estadístico de proyección a base de la utilización de dos métodos probabilísticos como Medias Móviles y Mínimos Cuadrados Ordinarios, centrados en regresiones y un modelo matemático para una mejor eficiencia en el pronóstico de demanda bajo condiciones de confinamiento ocasionado por la pandemia por COVID – 19, que pudo identificar en el tipo de consumidores comerciales un impacto relevante, haciendo alusión a la disminución del consumo energético, representado con un valor de  $-1659,44006483516$  kWh – mes, menos demandados referente a la sumatoria de consumos mensuales en esta categoría, estableciendo una considerable diferencia a un promedio bajo condiciones normales de uso energético.
- La validación de métodos probabilísticos arroja una percepción de un aceptable y eficiente modelo estadístico de proyección de consumo de energía eléctrica, ante situaciones con periodos atípicos de consumo, referenciadas en esta investigación, presentando en el estudio general de todas las tarifas y consumos del cantón Latacunga, de los cuales el sector residencial representa a la mayoría de abonados con un 83,94% del total, estimando un valor en consumo de  $-2123,81644$ , en el coeficiente, estableciendo este parámetro de desplazamiento de un mes a otro, como proyección de la sumatoria de consumos para ser

asignada a cada uno de los usuarios en función a sus ponderaciones en aporte del total mensual de consumo.

### **Conclusiones generales**

- Se determinó como punto de mayor importancia e influencia en el mercado eléctrico mayorista, que los consumos promedio simples, indicados a aplicarse por la ley vigente, no es eficiente para poder tener un acercamiento al pronóstico atípico que causa el confinamiento en los diferentes sectores concernientes de los abonados con diferentes tarifas, a nivel del cantón. Lo que nos permite hacer conciencia en el impacto que causó en los usuarios, al tener tales cambios en parámetros de consumo de energía que directamente influye en la parte económica de cada una de las familias en el país y específicamente en los clientes de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi; y los perjuicios que esta diferencia de consumos desencadenó al no realizar estudios previos, para su directa aplicación; es por eso que es recomendable aplicar los métodos de proyección presentados en esta investigación, que correctamente fundamentado en el estado del arte, se estableció un modelo probabilístico eficiente.
- Se establece la modelación que permite de la proyección de consumo de energía eléctrica mediante el método de medias móviles y mínimos cuadrados ordinarios, determinando así, valores aceptables de las tendencias proyectadas con la utilización de este modelo probabilístico capaces de explicar el comportamiento de los usuarios en la cuarentena por Covid-19.
- En la validación de los modelos estadísticos de proyección, se pudo determinar que existe una variación de consumo de energía eléctrica en todas las categorías de abonados establecidos por ELEPCO S.A., claro que algunos en gran magnitud, ya sea en aumento o disminución respectivamente, y otros con un cambio poco perceptible, pero diferente al típico a la final, lo que hace este proyecto de sumo interés y planta un precedente en investigaciones referentes a este tema tan importante como el consumo energético, frente a épocas de confinamiento humano.

## Recomendaciones

- Debido a la cantidad de datos a nivel de la provincia de Cotopaxi se sugiere en trabajos futuros realizar una aplicación o software que permita la organización y manejo de datos para un mejor análisis del consumo de energía eléctrica por usuario y de manera mensual.
- El modelo estadístico de proyección de consumo eléctrico elaborado en la presente, demuestra que el nivel de eficiencia dependerá de la adecuada cantidad de datos registrados, así como la cantidad de variables empleados, en este en particular se recomienda tener registros de consumo de energía mayores a los 50 meses.
- El modelo estadístico de proyección puede funcionar con mayor precisión al aumentar en la investigación más como, la clasificación de usuarios por magnitud de consumo, ámbito geográfico y demográfico; como recomendación en futuras investigaciones relacionadas.

## Referencias bibliográficas

- [1] L. E. O. O., «“BARÓMETRO DE LA ENERGÍA DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE 2020 LOS DESAFÍOS DEL SECTOR ENERGÉTICO EN LA POST - PANDEMIA,» [En línea]. Available: <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0458.pdf>. [Último acceso: 12 03 2021].
- [2] A. Schuschny, «“Análisis de los Impactos de la Pandemia del COVID-19”,» [En línea]. Available: A. Schuschny, “Análisis de los Impactos de la Pandemia del COVID-19”<http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0452.pdf>. [Último acceso: 12 03 2021].
- [3] A. Rebolledo, «Energía eléctrica en tiempos de pandemia – Capevlac,» [En línea]. Available: <https://capevlac.olade.org/blog/energia-electrica-en-tiempos-de-pandemia/>. [Último acceso: 12 03 2021].
- [4] M. Pacheco, «Justicia suspende el cobro de luz con base en promedio de los últimos meses,» [En línea]. Available: <https://www.elcomercio.com/actualidad/justicia-suspende-cobro-planilla-luz.html>. [Último acceso: 12 03 2021].
- [5] E. S.A., «“EMPRESAS ELÉCTRICAS EMITIRÁN NOTAS DE CRÉDITO PARA LOS USUARIOS DEL SERVICIO DE ENERGÍA — ELEPCOSA,» [En línea]. Available: <https://elepcosa.com.ec/empresas-electricas-emitiran-notas-de-credito-para-los-usuarios-del-servicio-de-energia/>.

- [6] E. S.A., «ELEPCO S.A. EN EL TOP 10 DE LAS MEJORES EMPRESAS DEL PAÍS — ELEPCOSA,» [En línea]. Available: <https://elepcosa.com.ec/elepco-s-a-en-el-top-10-de-las-mejores-empresas-del-pais/>. [Último acceso: 2021].
- [7] R. ENERGY, «El impacto de la relación de consumo y demanda al costo de energía de tu negocio,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.ric.mx/cultura/energia/mexico/impacto-de-relacion-de-consumo-y-demanda-al-costo-energia-de-n.> [Último acceso: 2021].
- [8] CENTROSUR, «“CALCULAR CONSUMO – Centrosur,» CENTROSUR, 2020.,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.centrosur.gob.ec/calcular-consumo/> (accessed Mar. 12, 2021).. [Último acceso: 2021].
- [9] A. d. R. y. C. d. E. ARCERNNR, «Resoluciones y Pliegos Tarifarios – ARCERNNR. 2020.,» 2021. [En línea]. [Último acceso: 03 01 2021].
- [10] A. d. R. y. C. d. E. ARCERNNR, «Resolución Nro. ARCERNNR-001/2020. 2020, pp. 1–5.,» 2021. [En línea]. [Último acceso: 15 02 2021].
- [11] A. d. R. y. C. d. E. ARCERNNR, «Resolución Nro. ARCERNNR-004/2020. 2020, pp. 1–7.,» 2021. [En línea]. [Último acceso: 2021].
- [12] A. d. R. y. C. d. E. ARCERNNR, «Resolución Nro. ARCERNNR-005/2020. 2020, pp. 1–3.,» 2021. [En línea]. [Último acceso: 2021].
- [13] A. d. R. y. C. d. E. y. R. N. n. R. ARC, « Resolución Nro. ARCERNNR - 026/2020. 2020.,» 2020. [En línea]. [Último acceso: 2021].
- [14] A. d. R. y. C. d. E. y. R. N. n. R. ARC, «Resolución Nro. ARCERNNR -027/2020. 2020.,» 2020. [En línea]. [Último acceso: 2021].
- [15] A. d. R. y. C. d. E. y. R. N. n. R. ARC, «A. de R. y C. de E. y R. N. no R. ARC, Resolución Nro. ARCERNNR,» 2020. [En línea]. [Último acceso: 2021].
- [16] MICROSOFT., «“Power Pivot - Overview and Learning - Excel,» MICROSOFT, 2020.,» 2020. [En línea]. Available: <https://support.microsoft.com/en-us/office/power-pivot-overview-and-learning-f9001958-7901-4caa-ad80-028a6d2432ed.>
- [17] LibreOffice, «“Calc | LibreOffice - Free Office Suite - Basado en OpenOffice - Compatible con Microsoft.,» [En línea]. Available: <https://www.libreoffice.org/discover/calc/> (accessed Mar. 29, 2021)..
- [18] EXCEL TOTAL, «QUÉ ES EXCEL Y PARA QUÉ SIRVE,» 2021. [En línea]. Available: <https://exceltotal.com/que-es-excel/>. [Último acceso: 20 06 2021].
- [19] Microsoft, «Realizar un análisis de regresión,» 2021. [En línea]. Available: <https://support.microsoft.com/es-es/office/realizar-un-an%C3%A1lisis-de-regresi%C3%B3n-54f5c00e-0f51-4274-a4a7-ae46b418a23e#:~:text=Si%20tiene%20la%20aplicaci%C3%B3n%20de%20escritorio%20de%20Excel%2C,en%20Excel%20y%20realice%20un%20an%C3%A1lisis%20de%20re.> [Último acceso: 21 06 2021].
- [20] SurveyMonkey, «Margin of Error Calculator | SurveyMonkey,» [En línea]. Available: <https://es.surveymonkey.com/mp/margin-of-error-calculator/> (accessed Mar. 15, 2021)..
- [21] I. M. Peláez, «Comparación de medias,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.revistasden.org/files/12-cap 12.pdf.>
- [22] Fundación Centro Tecnológico de la información y la Comunicación, «Simulación de procesos mediante el método de Montecarlo,» [En línea]. Available: <https://fundacionctic.org/es/actualidad/simulacion-de-procesos-mediante-el-metodo-de-montecarlo.> [Último acceso: 20 06 2021].

- [23] J. . E. Hanke y D. W. Wichern, *Pronósticos en los negocios*, Mexico, 2016.
- [24] E. P. d. I. d. M. y. Energía, «AJUSTE POR MÍNIMOS CUADRADOS,» 2021. [En línea]. Available: <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1593/course/section/2045/Ajuste%20por%20minimos%20cuadrados.pdf>. [Último acceso: 2021].
- [25] Economipedia, «Modelo ARMA,» 2021. [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/modelo-arma.html>. [Último acceso: 07 06 2021].
- [26] A. A. Báez, «Modelo ARIMA (p,d,q) – Análisis univariante de series temporales,» 2021. [En línea]. Available: <https://aitoralbertobaez.com/modelo-arima-pdq/>. [Último acceso: 08 06 2021].
- [27] Econopedia, «Contraste de Durbin Watson,» [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/contraste-de-durbin-watson.html>. [Último acceso: 18 06 2021].
- [28] R. S. Pindyck y D. L. Rubinfeld, *Econometría modelos y pronósticos*, 2017.

### III.1 OFICIO DE APROBACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN POR PARTE DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI.

DC  
RECIBIDO  
ING. YEDRA  
24/09/2020

Latacunga, 24 de septiembre del 2020

Ing. José Semanate Noroña  
**PRESIDENTE EJECUTIVO DE ELEPCO S.A.**

Mediante la presente expreso mis más gratos saludos, además de felicitarle por el excelente desempeño en la presidencia de esta ilustre institución; estando al tanto de las actividades realizadas por su representada en el ámbito técnico y también en su rol de inclusión de proyectos que involucran a toda la sociedad, me he dado la oportunidad de proponer un proyecto de investigación dirigido al área Comercial de ELEPCO S.A.; que estoy seguro esa información será de gran utilidad usarla ante futuras situaciones de emergencias sanitarias u otras eventualidades que conlleven al aislamiento social, como la que estamos viviendo actualmente y el impacto que esta tuvo en la variación fuera del margen normal del consumo de energía eléctrica, también de los problemas ocasionados al intentar facturar a los usuarios con promedios no previstos y asociados ante este tipo de situaciones, durante el periodo en el cual no se pudo realizar las respectivas mediciones de consumo.

Es por ello que he formulado mi proyecto de titulación de la Maestría en Electricidad Mención Sistemas Eléctricos de Potencia, de la Universidad Técnica de Cotopaxi, dirigido a realizar una **INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA ANTE CONFINAMIENTO POR EMERGENCIA SANITARIA EN EL ÁREA DE CONCESIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI**; este proyecto de investigación consiste en analizar datos de mediciones de consumo eléctrico previo y después del llamado confinamiento; para determinar en cada uno de los tipos de usuario (residenciales-comerciales-industriales-especiales-grandes clientes) la tendencia de aumentar o disminuir el consumo energético, para con ello aplicar porcentajes ya sean positivos o negativos respectivamente, al promedio obtenido de la base de datos y establecer un promedio a facturar acorde a este tipo de eventualidades con mucha más exactitud y estableciendo ya un precedente positivo en la ilustre EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI, con respecto a las demás empresas distribuidoras del país.

Toda la información obtenida de este proyecto de investigación será entregada para el libre uso y conveniencia de la EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI y DE MANERA GRATUITA; cabe mencionar que a cargo de la tutela y dirección del presente proyecto está un valioso profesional al Servicio de su representada como lo es el Msc. Ing. Franklin Medina Salazar, JEFE GRANDES CLIENTES, el cual también está al tanto del presente y con grandes expectativas de obtener resultados valiosos para ELEPCO S.A.

Habiendo puesto la información necesaria en su conocimiento y con el más grande afán de su aprobación a mi propuesta me despido y agradezco su atención.

Con el mayor de los sentimientos y estima, espero su pronta respuesta.

Ing. William Paul Pazuña Naranjo.

Ci: 0503338592

**POSGRADISTA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

Tel: 0998932177

Email: [william.pazuana2@utc.edu.ec](mailto:william.pazuana2@utc.edu.ec)

EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A. (Bolsa de Valores) 002613021  
Documento No: ELEPCOSA-PE-2020-02094-E  
Fecha: 2020-09-24 10:38:25 GMT -05  
Recibido por: Rosario de los Morales Calero Merizalde  
Para verificar el estado de su documento ingrese a:  
<http://www.gub.ec/gub/consultadocumental.gub.ec>  
o 0503338592

### III.2 ANEXOS. HOJA DE CÁLCULO EXCEL, DE PROYECCIÓN RESUMIDA PARA LOS USUARIOS DE TODAS LAS TARIFAS.

AGENCIA	SECTOR	CÓDIGO DE CUE	Nombre	TIPO	Cons. Sep	Cons. Oct	Cons. Nov	Cons. Dic	Cons. Ene	Cons. Feb	Cons. Marzo	Cons. Abril	Cons. Mayo	Cons. Junio	Cons. Julio	Cons. Agosto	Cons. Septiembre	Ponderación	Proyección Individ	
1	MAT	150606	DN DISTRITAL DE SALUD	AS	413	155	154	213	153	207	189	187	188	157	156	147	162	0,08%	-1,7925	160
1	MAT	150607	DN DISTRITAL DE SALUD	AS	1434	1710	1709	1578	1495	1619	1376	1530	1507	1022	1281	1377	1392	0,73%	-15,4026	1377
1	MAT	150608	DN DISTRITAL DE SALUD	AS	1060	1147	1146	1128	1158	1225	1039	1138	1128	1139	1369	1976	1353	0,70%	-14,9710	1338
1	MAT	150609	DN DISTRITAL DE SALUD	AS	630	847	846	539	754	951	866	827	832	943	1035	1072	1072	0,56%	-11,8617	1060
1	MAT	150611	DN DISTRITAL DE SALUD	AS	929	233	232	273	402	242	398	320	332	302	382	387	445	0,23%	-4,9240	440
1	JMO	150612	DN DISTRITAL DE SALUD	AS	334	245	244	294	326	216	233	254	252	347	332	355	330	0,17%	-3,6515	326
1	MAT	150809	DISTRITAL 05D01 LATA	AS	155	146	145	155	172	137	139	147	146	186	172	305	149	0,08%	-1,6487	147
1	BQU	151129	DISTRITAL 05D01 LATA	AS	315	415	414	388	277	278	313	316	312	257	278	245	275	0,14%	-3,0429	272
1	BQU	151130	DISTRITAL 05D01 LATA	AS	115	106	105	172	153	150	117	139	138	91	92	234	0	0,00%	0,0000	0
1	LAS	151131	DISTRITAL 05D01 LATA	AS	315	336	336	295	216	283	257	270	266	260	278	277	265	0,14%	-2,9322	262
1	LAS	151133	DISTRITAL 05D01 LATA	AS	1382	610	609	682	551	749	564	635	628	533	700	362	74	0,04%	-0,8188	73
1	SBV	151244	DN DISTRITAL DE SALUD	AS	150	114	113	73	85	86	72	83	81	95	124	124	216	0,11%	-2,3901	214
1	JMO	151245	DN DISTRITAL DE SALUD	AS	101	236	235	158	146	175	170	172	170	87	29	31	35	0,02%	-0,3873	35
1	JMR	151814	DN DISTRITAL DE SALUD	AS	1044	1141	1140	690	1003	897	1100	976	985	554	808	741	694	0,36%	-7,6792	686
1	GUA	153647	RPORACION PARA SUSN	AS	759	671	671	665	997	976	612	804	790	711	922	886	872	0,45%	-9,6487	862
1	BQU	168336	DISTRITAL 05D01 LATA	AS	292	319	318	296	261	326	271	293	290	273	269	272	283	0,15%	-3,1314	280
1	PAS	174303	ICIPAL DEL CANTON LA	AS	363	90	91	160	203	200	164	174	176	153	328	127	235	0,12%	-2,6003	232
1	MUL	174307	CAS CEVALLOS TELMO	AS	55	101	101	150	103	178	81	124	120	139	79	82	60	0,03%	-0,6639	59
1	BQU	180302	ACIONAL DE ATENCION	AS	311	284	284	288	231	193	205	225	220	217	250	214	253	0,13%	-2,7995	250
1	MAT	180303	ACIONAL DE ATENCION	AS	1958	1960	1959	1633	1812	2178	1809	1911	1901	1550	1661	1794	1721	0,90%	-19,0430	1702
1	ALQ	180304	ACIONAL DE ATENCION	AS	425	491	490	475	455	455	408	448	442	769	192	192	391	0,20%	-4,3264	387
1	BQU	50185	F T ARNOPOL VLADIMIR	BA	295	295	297	218	323	231	231	254	250	235	274	372	280	0,15%	-3,0982	277
1	TAN	64187	VERDILLANO CIA. LTDA	BA	728	728	731	1100	1145	725	680	839	824	870	793	901	706	0,37%	-7,8119	698
1	MUL	83948	RDENAS PEDRO J (HDA.S	BA	1543	1543	1544	303	996	1229	1074	1059	1049	635	531	1318	1117	0,58%	-12,3597	1105
1	MUL	99316	LLEZ-RUBIO STUDER MA	BA	284	284	286	251	428	354	447	375	386	314	291	274	362	0,19%	-4,0056	358
1	ALQ	125170	IAS MORETA MARCO VIN	BA	527	527	530	1565	1012	675	915	903	913	795	849	822	981	0,51%	-10,8548	970
1	MUL	132899	IBA DE AGUA -AGUA CL	BA	2242	160	161	2004	1005	855	469	839	818	363	927	781	1264	0,66%	-13,9862	1250
1	SBV	151749	AGUA POTABLE A GRA	BA	182	182	182	185	225	146	221	191	195	190	215	165	246	0,13%	-2,7220	243

