



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA**

**TEMA:**

**Estudio de la proyección de la demanda eléctrica de una empresa de  
crianza avícola y producción de alimento balanceado.**

**Autor:**

**Campoverde Tapia, Yuberth Manuel**

**Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de  
Ingeniero Eléctrico Mecánica con Mención en Gestión  
Empresarial Industrial**

**TUTOR:**

**Ing. Galarza Chacón, Luis Carlos**

**Guayaquil – Ecuador**

**2019**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA

### CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Campoverde Tapia, Yuberth Manuel** como requerimiento para la obtención del título de ingeniero Eléctrico Mecánico con Mención en Gestión Empresarial Industrial.

**Tutor:**

---

**Ing. Galarza Chacón, Luis Carlos**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

**MSc. Heras Sánchez, Miguel Armando**

**Guayaquil, 18 de septiembre del 2019**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Campoverde Tapia Yuberth Manuel**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación: **“Estudio de la proyección de la demanda eléctrica de una empresa de crianza avícola y producción de alimento balanceado”**, previo a la obtención del título de Ingeniero en Eléctrico Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, 18 de septiembre del 2019**

**EL AUTOR**

---

**Campoverde Tapia, Yuberth Manuel**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA

### AUTORIZACIÓN

Yo, **Campoverde Tapia, Yuberth Manuel**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Estudio de la proyección de la demanda eléctrica de una empresa de crianza avícola y producción de alimento balanceado”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, 18 de septiembre del 2019**

**EL AUTOR**

---

**Campoverde Tapia, Yuberth Manuel**

# Reporte Urkund

The screenshot displays the Urkund software interface. The top section shows document metadata: 'Documento: tesis yubert1 yubert1000011.docx (94929629)', 'Presentado: 2019-08-20 20:17 (+05:00)', 'Presentado por: orlando.phico\_T@honorai.com', 'Recibido: orlando.phico\_t@analista.orkund.com', and 'Mensaje: TESIS: Yubert Campoverde <mailto:yubert@honorai.com>'. A progress indicator shows '3% de otras 18 páginas, se componen de texto presente en 2 fuentes.' The right sidebar lists sources with progress bars: 'Fuentes alternativas' and 'Fuentes alternativas' (100%). The main content area shows a list of sources: 'Crecimiento demográfico', 'Planes industriales', 'Hábitos de consumo', 'Tarifas', 'Factores geográficos', 'FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA', 'TEMA: Eobatis', and 'de la proyección de la demanda eléctrica de una empresa de crianza avícola y producción de alimento balanceado. Autor: Campoverde Yubert, Yubert Manuel'.

## **Agradecimientos**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por darme la fuerza y la vida para poder culminar esta etapa de aprendizaje.

A mis padres: Víctor Campoverde e Imelda Tapia por haberme apoyado e impulsado constantemente durante todos estos años de estudio, por los consejos brindados a lo largo de mi vida y sobre todo por los valores y principios que me han inculcado desde que era un niño.

A mis hermanos Rolando Campoverde y Katherine Campoverde por haberme brindado su apoyo siempre que lo necesitaba.

A mi tutor ingeniero Luis Galarza por haberme guiado de la manera correcta durante este proceso de investigación.

A la Universidad Católica Santiago de Guayaquil por haberme acogido durante todos estos años en sus instalaciones, y a todos los docentes que durante estos años han compartido sus conocimientos a lo largo de mi carrera universitaria.

**Campoverde, Yuberth**

## **Dedicatoria**

El presente trabajo investigativo lo dedico a Dios por ser el motor que me da la fuerza para poder cumplir los objetivos que me he marcado en la vida.

A mis padres Víctor Campoverde e Imelda Tapia por todo el cariño brindado y sobre todo el esfuerzo y sacrificio que han realizado a lo largo de estos años para que pueda cumplir esta meta.

A mis hermanos por estar siempre presentes y brindarme el apoyo moral durante todo este proceso de aprendizaje.

A mis compañeros de curso por haber estado siempre para apoyarme anímica y académicamente.

**Campoverde, Yuberth**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**ING. MANUEL ROMERO PAZ, M.Sc.**

DECANO

---

**ING. ORLANDO PHILCO ASQUI, M.Sc.**

COORDINADOR DE ÁREA

---

**Vallejo Samaniego, Luis Vicente, M.Sc.**

OPONENTE

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 Justificación y alcance.....	2
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Justificación del problema.....	3
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo general.....	3
1.4.2 Objetivos específicos.....	3
1.5 Metodología.....	3
MÉTODOS DE PROYECCIÓN.....	5
2.1. Clasificación de los métodos de pronóstico de demanda eléctrica	5
2.1.1. Proyección a corto plazo.....	6
2.1.2. Proyección a mediano plazo.....	6
2.1.3. Proyección a largo plazo.....	6
2.2. Factores que influyen en la demanda eléctrica.....	6
2.2.1. Factores geográficos.....	7
2.2.2. Clima.....	8
2.2.3. PIB / Nivel Socioeconómico.....	8
2.2.4. Hábitos de consumo.....	9
2.2.5. Planes industriales.....	9
2.2.6. Densidad de carga.....	9
2.2.7. Datos históricos.....	9
2.2.8. Tarifas.....	10
2.3. Modelos para la predicción de la demanda eléctrica.....	10
2.3.1. Modelo de regresión lineal.....	10
2.3.2. Series de tiempo.....	11
2.3.3. Modelos ARIMA.....	12

2.3.4. Redes neuronales artificiales.....	13
2.4. Cálculo de errores .....	14
2.4.1. Desviación absoluta media .....	14
2.4.2. Error medio cuadrado .....	14
2.4.3. Porcentaje de error medio absoluto .....	15
2.4.4. Porcentaje medio de error.....	15
2.5. Demanda eléctrica.....	15
2.6. Factor de coincidencia.....	16
2.7. Factor de potencia.....	16
INTRODUCCIÓN A LA EMPRESA AVÍCOLA CAMPOVERDE .....	17
3.1. La industria de alimentos balanceados en Ecuador .....	17
3.2. Situación actual de la empresa "Avícola Campoverde" .....	17
3.2.1. Exploración de la empresa (Avícola Campoverde) .....	18
3.3. Antecedentes históricos de Avícola Campoverde .....	18
3.4. Misión y visión de Avícola Campoverde .....	18
3.4.1. Misión.....	18
3.4.2. Visión .....	18
3.5. Detalles de la producción de alimento balanceado. ....	18
3.5.1. Equipos utilizados .....	19
3.5.2. Producción semanal, mensual y anual de alimento balanceado.....	19
3.6. Equipos de operación en una planta avícola .....	20
3.6.1. Motor eléctrico .....	20
3.6.2. Tipos de motores eléctricos .....	20
3.6.3. Transformador .....	21
3.6.4. Molino de martillos .....	22
3.6.5. Mezcladora .....	23

3.6.6. Peletizadora .....	24
NORMATIVIDAD .....	26
4.1. Ley orgánica del servicio público de energía eléctrica. ....	26
4.2. Cuarto para transformadores.....	27
4.3. Normativa NATSIM para el cálculo de conductores y tubería. ....	29
CÁLCULO DE LOS VALORES DE DEMANDA PROYECTADOS.....	31
5.1. Estudio de la demanda actual .....	31
5.2. Métodos de proyección de la demanda eléctrica.....	32
5.2.1. Método pronóstico por promedio simple .....	32
5.2.2. Método pronóstico por promedio ponderado .....	34
5.2.3. Método de proyección por suavización exponencial simple..	36
5.2.4. Método de proyección por regresión lineal .....	38
5.2.5. Pronóstico por regresión logarítmica .....	39
5.3. Cálculo de errores .....	42
5.3.1. Cálculo error en pronóstico simple.....	42
5.3.2. Cálculo error en pronóstico ponderado.....	43
5.3.3. Cálculo error en suavización exponencial simple (alpha 0,15)	43
5.3.4. Cálculo error en suavización exponencial simple (alpha 0,8)	44
5.3.5. Cálculo del error por regresión simple .....	45
5.3.6. Cálculo del error por regresión logarítmica .....	45
5.3.7. Tabla comparativa de errores .....	46
5.4. Estudio de la proyección energética en un periodo de 5 años ....	47
DISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA PARA LA EMPRESA AVÍCOLA	
CAMPOVERDE .....	49
6.1. Levantamiento de la carga situación .....	49
6.2. Cálculo de conductores y disyuntores .....	49
6.2.1. Cálculo de corriente en monofásico y trifásico.....	49

6.2.2. Criterios para el cálculo de disyuntores y conductores .....	50
6.2.3. Cálculo del transformador .....	51
6.3. Levantamiento de la carga en la situación actual .....	51
6.4. Levantamiento de carga a corto plazo en la proyección al segundo año	52
6.5. Levantamiento de carga a corto plazo de la proyección al tercer año	53
6.5.1. Levantamiento de carga a mediano plazo de la proyección al quinto año.....	54
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
7.1. Conclusiones .....	56
7.2. Recomendaciones.....	57
Bibliografía.....	58

## ÍNDICE DE TABLAS

Table 3.1 Equipos de Avícola Campoverde.....	19
Table 3.2 Producción semanal, mensual y anual de balanceado.....	20
Table 3.3 Características del molino de martillos.....	23
Table 4.1 Dimensiones cuarto transformador monofásico.....	28
Table 4.2 Cuarto transformador trifásico.....	28
Table 4.3 Calibre del conductor.....	29
Table 4.4 Diámetro del ducto para el conductor.....	30
Table 5.1 Consumo equipos situación actual.....	32
Table 5.2 Predicción pronóstico simple.....	33
Table 5.3 Predicción método promedio ponderado.....	35
Table 5.4 Peso de carga.....	35
Table 5.5 Proyección por suavización exponencial simple.....	37
Table 5.6 Proyección por regresión lineal.....	38
Table 5.7 Proyección regresión logarítmica.....	40
Table 5.8 Comparación de los métodos de proyección.....	41
Table 5.9 Error en pronóstico simple.....	42
Table 5.10 Error en promedio ponderado.....	43
Table 5.11 Error en Suavización exponencial simple (Alpha 0,15).....	44
Table 5.12 Error en Suavización exponencial simple (Alpha 0,8).....	44
Table 5.13 Error en regresión simple.....	45
Table 5.14 Error en regresión logarítmica.....	46
Table 5.15 Tabla comparativa de errores.....	46
Table 5.16 Proyección a 5 años.....	47
Table 6.1 Levantamiento de carga situación actual.....	51
Table 6.2 Conductores, disyuntores y ductos situación actual.....	51
Table 6.3 Levantamiento carga proyección segundo año.....	52
Table 6.4 Conductores, disyuntores y ductos año 2.....	53
Table 6.5 Levantamiento carga proyección 3 años.....	53
Table 6.6 Conductores, disyuntores y ductos año 3.....	54
Table 6.7 Levantamiento carga proyección a 5 años.....	54
Table 6.8 Conductores, disyuntores y ductos año 5.....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figure 2.1 Clasificación de los métodos de proyección .....	5
Figure 2.2 Factores que influyen en la demanda eléctrica .....	7
Figure 3.1 Transformador .....	22
Figure 3.2 Molino de martillos.....	22
Figure 3.3 Mezcladora Vertical .....	24
Figure 3.4 Peletizadora.....	25
Figure 5.1 Consumo eléctrico Avícola Campoverde .....	31
Figure 5.2 Pronóstico promedio simple .....	34
Figure 5.3 Proyección por promedio ponderado.....	35
Figure 5.4 Proyección por suavización exponencial simple.....	37
Figure 5.5 Proyección por regresión lineal simple .....	39
Figure 5.6 Proyección por regresión logarítmica .....	40
Figure 5.7 Curva comparativa de métodos de proyección.....	41
Figure 5.8 Proyección a 5 años .....	48

## RESUMEN

En esta investigación el objetivo es realizar la proyección de la demanda eléctrica de la empresa Avícola Campoverde ubicada en el cantón Marcabelí en la provincia de El Oro, la proyección se realizará en un periodo de tiempo de 5 años, como objetivos específicos tenemos describir los diferentes métodos de proyección, determinar los valores proyectados en los diferentes periodos de tiempo, diseñar una red eléctrica con los valores proyectados. Para el diseño de la red eléctrica se tomarán los valores de las proyecciones de 2, 3 y 5 años para así calcular los posibles nuevos equipos que se instalarán en dicha empresa, y esta manera poder realizar el cálculo de las protecciones, disyuntores, ductos y nuevos transformadores, ya que la actual red consta con un sistema en baja tensión 220/110 Voltios. La elección del método de proyección se hará por medio del cálculo de los errores de cada método, eligiendo el que se acople más a la investigación y que tenga un valor más bajo.

Palabras clave: demanda eléctrica, proyección, red eléctrica, métodos de proyección, regresión lineal, cálculo de errores.

## **ABSTRACT**

In this investigation the objective is to carry out the projection of the electricity demand of the Avícola Campoverde company located in the Marcabelí canton in the province of El Oro, the projection will be carried out in a period of 5 years, as specific objectives we have to describe the different projection methods, determine the projected values in the different periods of time, design an electrical network with the projected values. For the design of the electricity network, the values of the projections of 2, 3 and 5 years will be taken in order to calculate the possible new equipment that will be installed in said company, and this way to be able to calculate the protections, breakers, pipelines and new transformers, since the current network consists of a 220/110 Volt low voltage system. The projection method will be chosen by calculating the errors of each method, choosing the one that best suits the investigation and that has a lower value.

Keywords: electricity demand, projection, electricity network, projection methods, linear regression, error calculation.

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Justificación y alcance**

La presente investigación nos da a conocer la proyección de la demanda eléctrica en una fábrica de alimento balanceado en el cantón Marcabelí de la provincia de El Oro, en este se describe la situación actual de dicha empresa, así mismo se detalla la demanda eléctrica actual y algunos otros detalles de la empresa.

Para una comprensión correcta de la investigación debemos conocer los métodos de predicción de la demanda eléctrica, para así saber el porqué del método que se está usando, para una correcta predicción se deben evaluar algunos criterios que influyen en ella tales como: PIB, crecimiento demográfico, tarifas energéticas.

En la presente investigación también se detallarán los equipos que intervienen en la elaboración de alimentos balanceados, para así tener un conocimiento general de las máquinas que intervienen en dicho proceso.

### **1.2 Planteamiento del problema**

Los altos costos de producción del alimento balanceado, generados por subcontratación de personal para la producción del mismo, la falta de nuevas tecnologías y la falta de un estudio de la demanda eléctrica son algunos de los principales problemas que hoy en día tienen la mayoría de empresas de crianza avícola y producción de alimento balanceado.

Es por esto, que el presente trabajo de titulación presenta un plan de proyección de la demanda eléctrica a largo plazo en diferentes periodos de tiempo, en el cual nos permitirá reducir los costos de consumo de energía eléctrica y materiales en nuevas implementaciones.

### **1.3 Justificación del problema.**

Hoy en día los costos de comercialización de las aves en pie son cada vez más inestables, manteniendo bajos precios por largas temporadas, ya sea por sobreproducción u otros agentes externos. Es por tal que la siguiente investigación busca reducir los costos de producción del alimento balanceado mediante estudios de la proyección de la demanda eléctrica e implementación de nueva maquinaria.

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo general**

Determinar la proyección de la demanda eléctrica que tendrá la empresa de crianza avícola y producción de alimentos balanceados en un periodo de tiempo de 2 a 5 años.

#### **1.4.2 Objetivos específicos.**

- Determinar los diferentes métodos de proyección, para así elegir el método óptimo para la investigación.
- Determinar los valores de demanda proyectados en los diferentes periodos de tiempo y su porcentaje de error.
- Diseñar una nueva red eléctrica para la empresa Avícola Campoverde con los valores proyectados.

### **1.5 Metodología**

En el presente estudio se aplica un método aprehensivo, el mismo que está relacionado con el análisis y la comparación de la demanda eléctrica en las diferentes líneas de tiempo. Analítica ya que se evaluará todas las cargas que se encuentra en la instalación y así poder tener una proyección exacta.

Heurística ya que se usan algunos métodos de pronóstico que no son exactos pero que nos dan valores muy cercanos a la realidad.

Probabilística ya que se contará con datos de demanda antiguos y los datos de demanda estimados para poder realizar una proyección correcta.

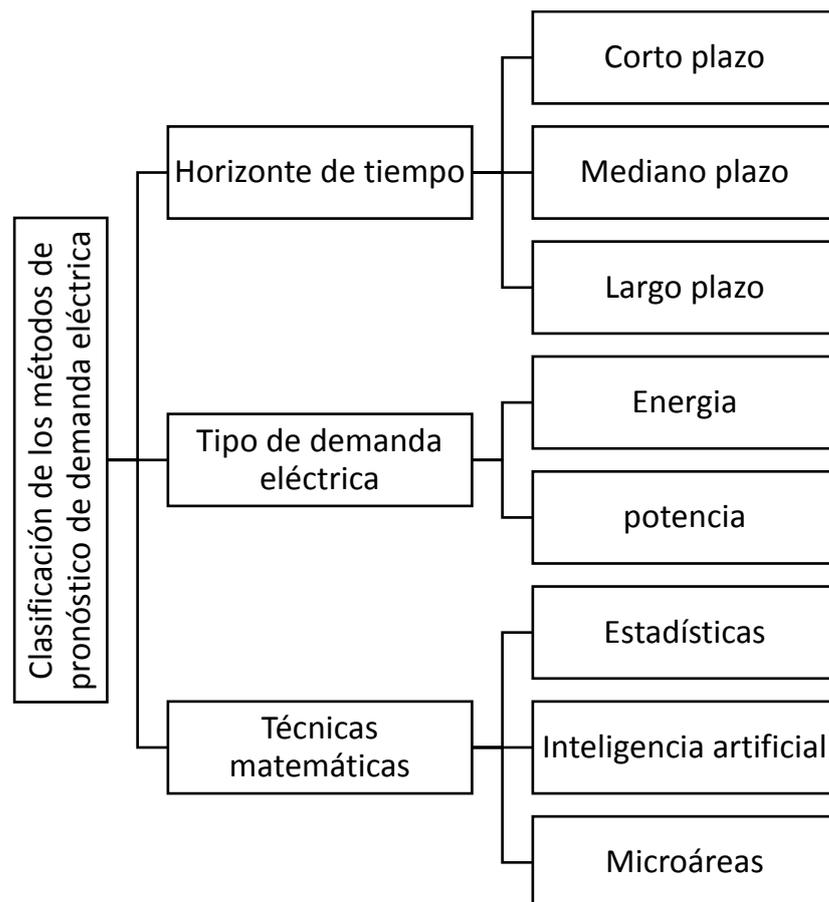
## CAPÍTULO 2

### MÉTODOS DE PROYECCIÓN

Los métodos de proyección nos ayudan a calcular un valor estimado de un consumo a futuro, a continuación, se detallarán algunos de los métodos de proyección más importantes.

#### 2.1. Clasificación de los métodos de pronóstico de demanda eléctrica

A continuación, se dará a conocer los diferentes métodos de proyección eléctrica y los factores que influyen sobre cada uno de estos, entre los principales enfoques para la proyección tenemos: el horizonte tiempo, tipo de demanda eléctrica y técnicas matemáticas.



**Figure 2.1 Clasificación de los métodos de proyección**  
Fuente: Cervan

### **2.1.1. Proyección a corto plazo**

La proyección de demanda eléctrica de corto plazo, es empleada para pronosticar la demanda del día a la semana siguiente. Las variables empleadas son la demanda histórica, precios de electricidad, condiciones meteorológicas, tipo de día (normal o festivo) y/o eventos especiales. (Cervan, 2019)

### **2.1.2. Proyección a mediano plazo**

La proyección de demanda eléctrica de mediano plazo, es empleada para pronosticar los picos de demanda de las siguientes semanas y meses. Esta proyección es frecuentemente desarrollada en países donde la estación del año juega un rol importante. (Cervan, 2019)

### **2.1.3. Proyección a largo plazo**

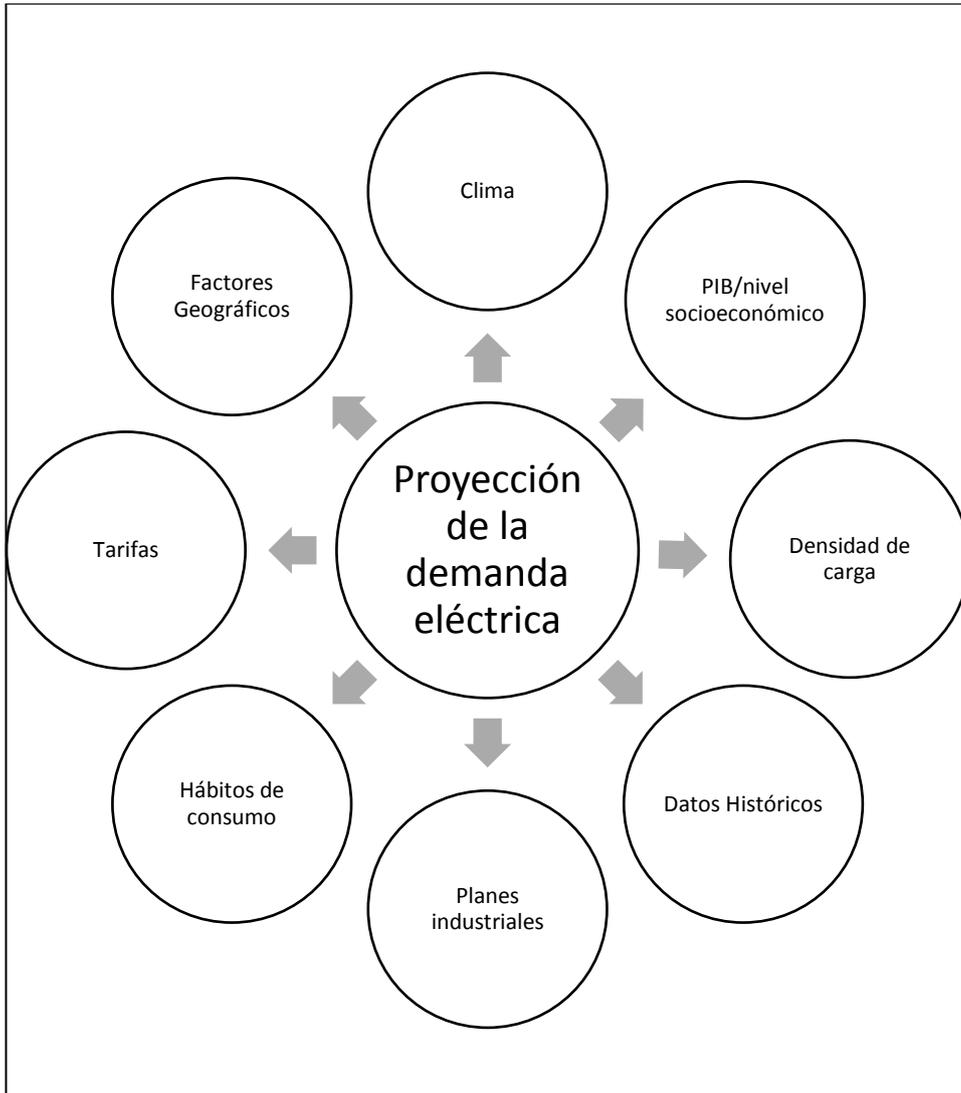
La proyección de demanda eléctrica de largo plazo, es empleada para estimar la demanda máxima de los próximos años. Las variables determinantes son la población, el "Producto Bruto Interno", tendencias de consumo de electricidad y otras variables macroeconómicas. (Cervan, 2019)

## **2.2. Factores que influyen en la demanda eléctrica.**

En la siguiente figura se mostrará los diversos factores que influyen para realizar un buen cálculo de la proyección de la demanda eléctrica, tomando solamente en cuenta los que más influyan para esta investigación

Entre los factores más influyentes tenemos: el clima, PIB nivel socioeconómico, densidad de carga, datos históricos, densidad de carga, planes industriales, hábitos de consumo, tarifas y factores geográficos.

Estos factores afectarán de forma directa o indirecta para realizar el cálculo de la proyección de la demanda eléctrica.



**Figure 2.2 Factores que influyen en la demanda eléctrica**  
**Fuente: GÖNEN**

### **2.2.1. Factores geográficos.**

Las características de consumo de energía eléctrica de una zona de consumo varían con la temperatura, humedad y velocidad de viento, las cuales son distintas para cada estación del año y zona geográfica donde se encuentre. Todos los factores climáticos afectan la demanda de electricidad pero entre todos la temperatura es el más relevante debido a que los consumidores tienen comportamientos diferentes dependiendo de esta variable, es decir, en ciudades calurosas se incrementa el uso de aire acondicionado, ventiladores y refrigeradores mientras que en ciudades frías existe una mayor utilización de calentadores de agua y calefacción,

incrementándose el consumo de electricidad en verano o invierno respectivamente. (Ariza Ramírez, 2013, pág. 27)

### **2.2.2. Clima**

El factor climático más utilizado es la temperatura, tanto por la disponibilidad de las series históricas normalmente diarias (máxima y mínima) y, en algunos casos, horarias; como por la considerable relación de sensibilidad que poseen los sistemas de potencia a subidas y caídas significativas de esta variable.

El sistema ecuatoriano no es la excepción, En este caso las bajas temperaturas provocan un incremento en la demanda total del sistema, afectando:

- La carga de iluminación por efecto de una alta nubosidad, el día oscurece a tempranas horas de la tarde.
- Carga de tipo residencial por el funcionamiento de sistemas de calefacción que pueden constituir cargas significativas, debido a que esta carga representa un considerable porcentaje para el parque generador.

El efecto de la temperatura sobre la demanda depende, de la región geográfica del país donde esté ubicada la carga. En el S.N.I. la mayor parte de la demanda está distribuida entre las regiones Costa y Sierra, teniendo como referencia de estas, mediciones de temperatura horarias en la subestación Pascuales localizada en la ciudad de Guayaquil y de la subestación Vicentina en la ciudad de Quito. (LLerena Poveda, 2015, pág. 4)

### **2.2.3. PIB / Nivel Socioeconómico.**

La tasa de crecimiento del producto interno bruto y el crecimiento de la demanda están altamente relacionadas. Numerosas investigaciones han demostrado la relación de causalidad en el corto y largo plazo. (Cervan, 2019)

El crecimiento poblacional está ligado con el consumo energético del sector urbano y rural. Por lo cual tienen una relación directamente proporcional a la demanda de electricidad (Cervan, 2019)

#### **2.2.4. Hábitos de consumo.**

Este factor abarca el comportamiento de la población en cuanto al consumo de electricidad debido a la carencia de cultura de ahorro o consumo eficiente del servicio, frecuencia de utilización de electrodomésticos, dispositivos de cómputo y comunicación principalmente, también incluye las conductas adoptadas por los consumidores en días festivos, laborales, fines de semana, fines de semana con festivos, semana santa o vacaciones. (Ariza Ramírez, 2013, pág. 28)

#### **2.2.5. Planes industriales**

La electricidad es el recurso energético más utilizado por la industria en comparación con las demás fuentes de energía como el carbón, el petróleo y sus derivados, etc. Para muchos sectores industriales, la electricidad representa cerca o más del 50% del consumo energético, por ende, el pronóstico de demanda de electricidad debe incluir el comportamiento del sector industrial de una zona o región teniendo en cuenta la puesta en marcha de nuevas plantas industriales y/o la expansión de las ya existentes. (Ariza Ramírez, 2013, pág. 30)

#### **2.2.6. Densidad de carga**

Es la relación entre la carga instalada y el área de la zona en análisis en KW/Km<sup>2</sup> (Chumbi Quito & Patiño Chitacapa, 2017, pág. 29)

#### **2.2.7. Datos históricos**

Teóricamente los equipos eléctricos tienen una vida de 30 a 50 años, siempre que se instalen en un lugar y tiempo correctos y se mantengan y operen en las condiciones específicas.

El instalarlos a tiempo y en el lugar adecuado puede realizarse siempre que se tenga una buena y realista pronóstico de carga. (Arias Roman , 2000, págs. 35,36)

El método tradicional para realizar dicho pronostico a nivel de distribución, ha sido el denominado 'proyecciones matemáticas de los datos históricos'. Estas proyecciones se acompañan generalmente con consideraciones de criterio a fin de garantizar una mayor confiabilidad. (Arias Roman , 2000, pág. 36)

### **2.2.8. Tarifas**

La tarifa para el caso de estudio es el precio que pagan los clientes por el consumo de energía eléctrica, dicho precio esta referenciado de acuerdo a la legislación nacional y es establecido por las instituciones competentes. La tarifa representa el precio del servicio y mantiene una relación explicativa con respecto a la demanda de energía (Berrezueta Suarez & Encalada Serrano, 2014, págs. 54,55)

## **2.3. Modelos para la predicción de la demanda eléctrica**

A continuación se describirá los diferentes métodos para realizar el cálculo de la demanda eléctrica.

### **2.3.1. Modelo de regresión lineal**

Gráficamente el modelo más sencillo para relacionar una variable dependiente con una independiente es una línea recta, debido a ello su denominación de regresión lineal. Un modelo de regresión lineal tiene como objetivo encontrar la ecuación de la recta que ajuste correctamente al conjunto de puntos de datos X, es decir se debe calcular la suma de las distancias al cuadrado entre sus puntos reales y los definidos por la recta estimada en base a las variables introducidas en el modelo, de forma que la estimación ideal será la que minimice estas distancias. En consecuencia, a esta recta se conoce como línea de regresión. (Ortiz Alvarado, 2015, pág. 16)

$$y = b_0 + bX + \varepsilon$$

Donde:

$b_0$  = Intersección con el eje  $Y$ , cuando  $X = 0$

$b$  = Pendiente de la recta y es la variación en  $Y$  al incremento de  $X$  en una unidad.

$\varepsilon$  = La diferencia entre el valor real y el valor pronosticado.

Para hallar los valores de  $b_0$  y  $b$  se emplea el método conocido como Método de mínimos cuadrados para encontrar la mejor relación lineal entre la variable dependiente y la variable independiente.

### **2.3.2. Series de tiempo**

Los pronósticos se realizan con el propósito de orientar las decisiones en muchas áreas del mundo como los mercados, el transporte, la identificación de fallas, el clima, etc. Para poder pronosticar una variable se debe construir un modelo y estimar sus parámetros usando datos históricos, es decir, logrando una caracterización estadística de los enlaces entre el presente y el pasado. En forma simple se usa el modelo estimado del pronóstico para extrapolar los datos observados. (Botero Botero & Cano Cano, 2008)

La estimación de precios con los modelos desarrollados en este trabajo se realiza para un horizonte mensual, el cual será de gran utilidad para un agente comercializador al momento de tomar decisiones de contratos a corto o largo plazo, comprar en bolsa, pujar para obtener un mejor precio, entre otras. De igual manera, sería de utilidad para un agente generador que decida acumular sus recursos en busca de un mejor precio. (Botero Botero & Cano Cano, 2008)

En otros términos, conocer con certeza un valor o el intervalo de valores posibles del precio de la energía en bolsa para meses futuros, implica para los agentes del mercado la reformulación de muchas de sus estrategias de compra o venta de energía. (Botero Botero & Cano Cano, 2008)

### 2.3.3. Modelos ARIMA

En un modelo de series temporales univariantes se puede descomponer la serie  $Y_t$  en dos partes, una que recoge el patrón de regularidad, o parte sistemática, y otra parte puramente aleatoria, denominada también “innovación”. La parte sistemática es la parte predecible con el conjunto de información que se utiliza para construir el modelo. La innovación es una parte aleatoria. A la hora de construir un modelo estadístico, el problema consiste en formular la parte sistemática de manera que el elemento residual sea una innovación (ruido blanco). En el caso de los procesos estacionarios con distribución normal y media cero, la teoría de procesos estocásticos señala que, bajo condiciones muy generales,  $Y_t$  se puede expresar como combinación lineal de los valores pasados infinitos de  $Y$  más una innovación ruido blanco, esta representación es puramente auto-regresiva (AR). (Barboza, 2014)

El valor de  $Y_t$  también se puede representar como la combinación lineal del ruido blanco y su pasado infinito, esta representación es puramente de medias móviles (MA). Ambas representaciones son igualmente válidas para los procesos estocásticos estacionarios, es decir, procesos cuyas variables aleatorias tienen la misma media finita, tienen la misma varianza finita y las auto covarianzas solo dependen del número de periodos de separación entre las variables y no del tiempo. Estos procesos además deben ser no anticipantes e invertibles. El modelo finito donde el valor de  $Y_t$  depende del pasado de  $Y$  hasta el momento  $t-p$  (parte auto-regresiva), de la innovación contemporánea y su pasado hasta el momento  $t-q$  (parte medias móviles), se denomina autorregresivo de Medias Móviles de orden  $(p;q)$ , y se denota por ARIMA  $(p;q)$ . (Barboza, 2014, pág. 7)

Si un modelo ARIMA, que representa el comportamiento de un proceso  $Y_t$ , donde el polinomio autorregresivo posee “ $p-d$ ” raíces con módulo fuera del círculo unidad y “ $d$ ” raíces unitarias (proceso no estacionario), se denomina proceso integrado de orden “ $d$ ”. Es decir, un proceso  $Y_t$ , es integrado de orden  $d$ ,  $I(d)$ , si  $Y_t$  no es estacionario pero su diferencia de orden  $d$ ,  $\Delta^d Y_t$  sigue un

proceso ARIMA ( $p-d; q$ ), estacionario e invertible. El orden de integración del proceso es el número de diferencias que se debe tomar al proceso para conseguir la estacionariedad en media. Este modelo se denomina modelo autorregresivo integrado de medias móviles de orden ( $p,d,q$ ) o ARIMA ( $p;d;q$ ), donde  $p$  es el orden del polinomio autorregresivo estacionario,  $d$  es el orden de integración de la serie, es decir, el número de diferencias que se debe tomar a la serie para que sea estacionaria, y  $q$  es el orden del polinomio de medias móviles invertible. (Barboza, 2014, pág. 8)

#### **2.3.4. Redes neuronales artificiales.**

El modelo de una neurona artificial es una imitación del proceso de una neurona biológica, puede también asemejarse a un sumador hecho con un amplificador operacional. Existen varias formas de nombrar una neurona artificial, es conocida como nodo, neuronodo, celda, unidad o Elemento de Procesamiento. (García López, 2009, pág. 25)

De la observación detallada del proceso biológico se han hallado los siguientes análogos con el sistema artificial.

Donde:

$X_i$ : Señales que provienen de otras neuronas y que son capturadas por las dendritas

$W_i$ : Pesos que representan la intensidad de la sinapsis que conecta dos neuronas; tanto  $X_i$  como  $W_i$  son valores reales.

$\Theta$ : Función umbral que la neurona debe sobrepasar para activarse; este proceso ocurre biológicamente en el cuerpo de la célula.

Las señales de entrada a una neurona artificial  $X_1, X_2, X_n$  son variables continuas en lugar de pulsos discretos, como se presentan en una neurona biológica. Cada señal de entrada pasa a través de una ganancia o peso, llamado peso sináptico o fortaleza de la conexión cuya función es análoga a la de la función sináptica de la neurona biológica. Los pesos pueden ser positivos (exitatorios), o negativos (inhibitorios), el nodo sumatorio acumula todas las señales de entradas multiplicadas por los pesos o ponderadas y las pasa a la salida a través de una función umbral o función de transferencia. La

entrada neta a cada unidad puede escribirse de la siguiente manera: (García López, 2009, pág. 26)

$$neta = \sum_{i=1}^n W_i X_i = \vec{X} \vec{W}$$

## 2.4. Cálculo de errores

Para el cálculo de los errores se usará los siguientes métodos: Desviación Absoluta Media, Error Medio Cuadrado, Porcentaje de Error Medio Absoluto, Porcentaje Medio de Error.

### 2.4.1. Desviación absoluta media

La desviación media absoluta es una medida que se utiliza para calcular cuánto varían de su media los valores de un conjunto de datos. También se conoce como desviación media o desviación absoluta media. (ValLaIMigBe, 2016)

Es el valor absoluto de la diferencia entre la demanda real y el pronóstico, dividido sobre el número de periodos

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n}$$

### 2.4.2. Error medio cuadrado

El error cuadrático medio mide la cantidad de error que hay entre dos conjuntos de datos. En otras palabras, compara un valor predicho y un valor observado o conocido.

También se lo conoce como Raíz de la Desviación Cuadrática Media y es una de las estadísticas más utilizadas. (Gabri, 2018)

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}$$

### 2.4.3. Porcentaje de error medio absoluto

Es un indicador del desempeño del pronóstico de demanda que mide el tamaño del error (absoluto) en términos porcentuales. El hecho que se estime una magnitud del error porcentual lo hace un indicador frecuentemente utilizado por los encargados de elaborar pronósticos debido a su fácil interpretación. Incluso es útil cuando no se conoce el volumen de demanda del producto dado que es una medida relativa. (Tutoriales, 2015)

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{Y_R}}{n}$$

### 2.4.4. Porcentaje medio de error

El porcentaje medio de Error, que se calcula encontrando el error en cada periodo, dividiendo esto entre el valor real de ese periodo y promediando después estos porcentajes de error. Mide si el enfoque de pronóstico esta sesgado o no, cuya ecuación se presenta a continuación.

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{e_t}{Y_R}}{n}$$

## 2.5. Demanda eléctrica

La demanda eléctrica de un sistema es la intensidad de corriente, o potencia eléctrica, relativa a un intervalo específico de tiempo, que absorbe su carga para funcionar. Ese lapso se denomina intervalo de demanda, y su indicación es obligatoria a efecto de interpretar un determinado valor de demanda. Los intervalos de demanda, son típicamente de 15, 30 o 60 minutos. Los lapsos de 15 o 30 minutos se aplican comúnmente en facturación, selección de la capacidad de equipos, estudios de balanceo y transferencia de carga. El intervalo de 60 minutos, ayuda a construir “Perfiles de Carga Diarios” para así poder realizar un análisis de consumo de energía, determinar el rendimiento de dispositivos, y también para elaborar un

completo plan de expansión del sistema de distribución de energía eléctrica. (Espina Alvarado, 2017)

## 2.6. Factor de coincidencia

Relación, expresada como un valor numérico o como un porcentaje, de la potencia simultánea máxima de un grupo de artefactos eléctricos o clientes durante un período determinado; y la suma de sus potencias individuales máximas durante el mismo período. (DGE, pág. 91)

## 2.7. Factor de potencia

Es un indicador cualitativo y cuantitativo del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica. El factor de potencia es el indicador utilizado para medir la eficiencia eléctrica, siendo el valor de: 1 (100%) el óptimo. Cuando el indicador de potencia posee el valor de 1 significa que toda la energía se convierte en trabajo.

También se puede decir, el factor de potencia es un término utilizado para describir la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo. El factor de potencia cambia de acuerdo al consumo y tipo de carga. Si el factor de potencia es menor a 0.9 las empresas distribuidoras de energía eléctrica aplican penalizaciones (multas) las cuales se especifican dentro de los recibos de energía eléctrica bajo el concepto de “penalización por incumplimiento”. (Ramírez Chávez, 2013, pág. 14)

$$\cos\phi = \frac{P}{Q} = \frac{\text{potencia activa}}{\text{potencia reactiva}}$$

$$F_{CO} = \frac{D_{\max \text{coincidente}}}{\sum D_{\max \text{individual}}} = \frac{D_{\max \text{coincidente}}}{D_{\max \text{no coincidente}}}$$

## CAPÍTULO 3

### INTRODUCCIÓN A LA EMPRESA AVÍCOLA CAMPOVERDE

#### 3.1. La industria de alimentos balanceados en Ecuador

En el Ecuador la industria de alimentos balanceados tiene su origen por los años de 1962 y 1963. De acuerdo con CENDES “los alimentos preparados para animales y concentrados procedían casi en su totalidad de los Estados Unidos de Norteamérica.

En los años 1962 y 1963 como consecuencia de mayores gravámenes arancelarios a estos productos, disminuyeron las importaciones con relación a las de 1961” (Villacrés, 1975)

El número total de establecimientos dedicados a la actividad balanceados, de acuerdo al Censo Económico son 9.218. De este total, el 23,5% de establecimientos sí recibieron financiamiento y el resto no. Además, se debe indicar que la fuente de financiamiento de mayor monto otorgado al sector balanceado proviene de las Instituciones Privadas con el 79,4% del total entregado al sector, seguido de las Instituciones Públicas. Es importante indicar que un porcentaje importante, el 7,6% del total de financiamiento se consiguió de instituciones que no requieren garantías para el efecto, esto es asociaciones del sector u ONG’s. Los ingresos anuales del sector balanceado, superan los 1.313 millones de dólares. Además, se debe indicar que los ingresos de este sector representan el 0,9% de los ingresos totales registrados en el Censo Económico. (FLACSO-MIPRO, 2012, pág. 6)

#### 3.2. Situación actual de la empresa “Avícola Campoverde”

A continuación, se detallarán algunos aspectos para dar a conocer de manera general a la empresa Avícola Campoverde, también se dará a conocer los equipos con los que consta actualmente, detalles de producción mensual, anual y otros aspectos generales para tener un conocimiento de la actividad que realiza dicha empresa.

### **3.2.1. Exploración de la empresa (Avícola Campoverde)**

Avícola Campoverde, es una empresa que se dedica a la crianza de aves de corral (pollo), la cual se encuentra ubicada en la provincia de El Oro en el cantón Marcabelí. La empresa consta con 3 áreas: El área de crianza de las aves, el área de elaboración de alimento balanceado y el área administrativa.

### **3.3. Antecedentes históricos de Avícola Campoverde**

El origen de Avícola Campoverde, se remonta el año 2002 en el cantón Marcabelí, con una producción de 1000 aves mensuales y compra de alimento balanceado.

En el año 2005 la empresa empezó a producir su propio alimento balanceado e incremento la producción avícola a 5000 aves mensuales.

Actualmente la empresa consta con una producción mensual de 30000 aves.

### **3.4. Misión y visión de Avícola Campoverde**

#### **3.4.1. Misión**

Avícola Campoverde es una empresa que busca tener una producción avícola orgánica libre de antibióticos, con un menor costo de producción.

#### **3.4.2. Visión**

Busca mantenerse en el mercado ofreciendo una mejor calidad a un menor costo, enfocado en el bienestar de la población y el medio ambiente.

### **3.5. Detalles de la producción de alimento balanceado.**

Se dará a conocer equipos con los que se constan actualmente tales como molinos mezcladora, elevadores y sus características, también se dará detalles de la producción de alimento balanceado en toneladas de producción semanal, mensual y anual.

### 3.5.1. Equipos utilizados

A continuación, se dará a conocer los equipos con los que cuenta la empresa “Avícola Campoverde” y sus especificaciones técnicas.

**Table 3.1 Equipos de Avícola Campoverde**

Equipo	Partes del equipo	Detalles de uso del equipo
<b>Mezcladora</b>	Motor de 10 HP 1Ø	En esta se realiza el proceso de mesclado de toda la materia prima.
	Estructura metálica	
	Tornillo sin fin	
<b>Molino</b>	Motor 10 HP 1Ø	En este se muele la materia prima, ya sea maíz o soya.
	Estructura metálica	
	Martillos metálicos	
	Cedazos de diferentes medidas	
<b>Elevador 1</b>	Motor 5 Hp 1Ø	Se utiliza para elevar la materia prima al molino, para evitar sobreesfuerzos físicos.
	Tornillo sin fin	
	Estructura metálica	
<b>Silo</b>	1 elevador	Utilizado para almacenamiento de maíz
	Estructura metálica	

**Fuente: El autor**

En la tabla 3.1 se muestran los equipos con los que consta actualmente la empresa Avícola Campoverde, también se detalla el funcionamiento o fin que tienen dentro de la producción de alimento balanceado, también se detallan las partes que componen cada uno de estos equipos y los valores de potencia de cada equipo.

### 3.5.2. Producción semanal, mensual y anual de alimento balanceado

A continuación, se detallará un estimado de la producción que tiene la empresa, se dará a conocer la cantidad de costales de 40 Kg que se produce por día, mes y año .

**Table 3.2 Producción semanal, mensual y anual de balanceado**

<b>Producción</b>	<b>Costales de 40 Kg</b>	<b>Toneladas</b>
<b>Semanal</b>	650	26
<b>Mensual</b>	2600	104
<b>Anual</b>	33800	1350

Fuente: El autor

### **3.6. Equipos de operación en una planta avícola**

A continuación, se detallarán los equipos que usualmente se puede encontrar en una fábrica de alimento balanceado.

#### **3.6.1. Motor eléctrico**

En magnetismo se conoce la existencia de dos polos: polo norte (N) y polo sur (S), que son las regiones donde se concentran las líneas de fuerza de un imán. Un motor para funcionar se vale de las fuerzas de atracción y repulsión que existen entre los polos. De acuerdo con esto, todo motor tiene que estar formado con polos alternados entre el estator y el rotor, ya que los polos magnéticos iguales se repelen, y polos magnéticos diferentes se atraen, produciendo así el movimiento de rotación. (Videla Flores, 2014, pág. 4)

#### **3.6.2. Tipos de motores eléctricos**

Motores de corriente directa: Los motores de corriente directa o continua, como también se les llama, presentan la ventaja de tener una gran capacidad para regular su velocidad de rotación, lo cual los hace necesarios en aquellas de aplicaciones en las cuales se precisa un ajuste fino de la velocidad y torque. En estos motores el estator está formado por polos principales activados por corrientes continuas. Suelen llevar además polos auxiliares y en grandes potencias polos de compensación. El rotor se alimenta con corriente continua a través del colector y las escobillas. Los devanados del estator pueden alimentarse de diferentes formas, dando lugar a motores de características distintas. (BUN-CA, 2009, pág. 5)

- Derivación: El estator se alimenta con la misma tensión de alimentación que el inducido.

- Independiente: El estator se alimenta con una fuente de corriente continua independiente.
- Serie: La intensidad que atraviesa los devanados del estator es la misma que alimenta el inducido.
- Compuesto: Es una combinación de las características Serie y Derivación

Motores de corriente alterna: síncronos y asíncronos Los motores de corriente alterna son los más empleados, dada la gran ventaja de funcionar con la forma de corriente que suministran las empresas eléctricas, no requieren pasar la corriente alterna a corriente directa, por tanto, son de menor costo. Se clasifican en motores asíncronos (o de inducción) y motores síncronos. En los síncronos el eje gira a la misma velocidad que lo hace el campo magnético, en los asíncronos el eje se revoluciona a una velocidad poco menor a la del campo magnético. Los motores asíncronos basan su funcionamiento en la creación de un campo magnético giratorio en el entrehierro, debido a la circulación de corriente alterna por los devanados trifásicos y la influencia de los polos magnéticos del estator. La velocidad de giro de este campo magnético en revoluciones por minuto (r.p.m.), es: (BUN-CA, 2009, pág. 6)

$$n_s = \frac{120 * f}{p}$$

Dónde:

f= Frecuencia de alimentación

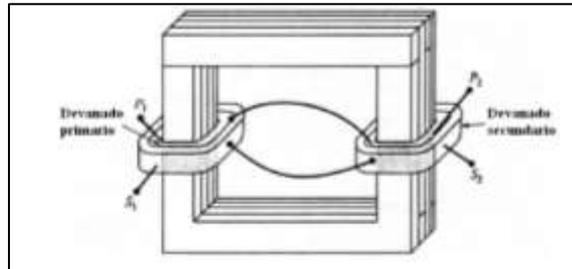
p= número de polos del devanado del estator

ns= velocidad de giro en revoluciones por minuto

### 3.6.3. Transformador

El transformador es probablemente uno de los dispositivos más útiles, ya que este puede elevar o reducir voltajes o corrientes en los circuitos de corriente alterna, puede aislar circuitos entre si y modificar (aumentando o disminuyendo) valores de capacitores, inductores o resistores en los circuitos eléctricos. Finalmente, el transformador nos permite energía eléctrica a grandes distancias y distribuirla en forma segura hogares y fábricas. (Enríquez Harper, 2004, pág. 39)

El transformador, en su forma más simple, consta de dos bobinas estacionarias acopladas por un flujo magnético recíproco. Se dice que las bobinas están mutuamente acopladas, ya que el flujo que eslabona una bobina lo hace también con la otra. (Enríquez Harper, 2004, pág. 39)



**Figure 3.1 Transformador**  
Fuente: Armegol Blanco Benito

#### 3.6.4. Molino de martillos

El molino de martillos es una máquina destinada para procesos como trituración y molienda, es un tipo de molino de impacto o percusión, tienen la ventaja de ser capaces de procesar muchos tipos de materiales, así como la producción de partículas de diversos tamaños, simplemente cambiando la pantalla de salida o cedazo. (Bermeo Martínez , 2015, pág. 1)

Las partes primordiales que constituyen un molino de martillos son: las tolvas de alimentación y descarga, el bastidor, el sistema de transmisión de potencia, el sistema eléctrico y el sistema de trituración. El sistema de trituración es el alma del molino y está formado por los discos porta martillos, ejes secundarios, herramientas de percusión, y el eje principal, la cantidad de martillos, discos y herramientas dependerá de las dimensiones del motor. Este conjunto de elementos es accionado por un motor eléctrico. (Bermeo Martínez , 2015, pág. 1)



**Figure 3.2 Molino de martillos**  
Fuente: Bermeo, Martínez.

A continuación, se dará a conocer algunas características con las que constan los molinos de martillo.

**Table 3.3 Características del molino de martillos**

Modelos y características técnicas de molino de martillos				
Motor HP	Cámara de molienda Ax B mm.	Numero de martillos	Producción(Kg/h)	Peso estimado (Kg)
3/5	150(6")x250	16	50/300	70
7.5/10	250(10")x400	24	300/500	150
10/15	400(16")x600	32	500/1000	200
15/20	500(20")x750	50	1000/2000	250
20/25	600(24")x900	72	2000/3000	300
30/40	1000(40")x1500	120	4000/5000	500

Fuente: Maquinova

En la tabla 3.3 se muestran los valores de potencia del motor del molino de martillos y un estimado de la producción de Kg/h, también se detalla la cantidad de martillos utilizados y el peso del equipo.

### 3.6.5. Mezcladora

En la elaboración de alimentos balanceados, la mezcla de los materiales es uno de los pasos más importantes. De hecho el objetivo de una mezcladora de alimentos balanceados es producir una mezcla uniforme de ingredientes que asegure que los animales que consumen este alimento reciban cantidades correctas de cada nutriente. (Fernández Pilataxi, Quintero Samaniego, & Vargas Tipanta, 2014, pág. 15)

El mezclado del alimento ocurre cuando las partículas de un ingrediente se mueven permitiendo que las partículas de otro ocupen sus lugares, por esta razón las mezcladoras que promueven un máximo movimiento de partículas

efectuaran un mezclado más rápido y eficiente. (Fernández Pilataxi, Quintero Samaniego, & Vargas Tipanta, 2014, pág. 15)

Cada ingrediente, posee propiedades que afectan su capacidad para ser mezclado, entre estas podemos mencionar tamaño de partícula, densidad, forma y características de superficie, higroscopicidad, adhesividad y susceptibilidad a cargas electrostáticas. (Fernández Pilataxi, Quintero Samaniego, & Vargas Tipanta, 2014, pág. 15)



*Figure 3.3 Mezcladora Vertical*  
Fuente: Campoverde, Yuberth

### **3.6.6. Peletizadora**

En el área del alimento, es un proceso de producción donde se busca transformar una materia prima en forma de harina, mediante la acción de procesos de mezclado homogéneo, adición de calor y humedad, y la aplicación de presión necesaria para hacer fluir plásticamente la mezcla hasta adquirir una forma deseada por el comercializador o productor del producto, esta forma está ligada a factores diversos como el tipo de animal a alimentar, su edad y hasta la composición de la fórmula. (Escobar Atehortúa, Correa Colorado, & Gómez Daza, 2011)



**Figure 3.4 Peletizadora**

Fuente: Escobar Atehortúa, Correa Colorado, & Gómez Daza

## **CAPÍTULO 4**

### **NORMATIVIDAD**

#### **4.1. Ley orgánica del servicio público de energía eléctrica.**

Finalmente, la Asamblea Constituyente en sesión de 13 de mayo de 2008 expidió el Mandato Constituyente No. 9, promulgado en el Registro Oficial No. 339 de 17 de mayo de 2008, cuyo objeto fue la adopción de medidas para solucionar la falta de inversión en las empresas de los sectores eléctrico y de telecomunicaciones, para satisfacer necesidades de infraestructura, que, a la fecha, ha cumplido su propósito, dinamizándolos con la inyección de recursos estatales.

Que, la Asamblea Constituyente en sesión de 23 de julio de 2008 expidió el Mandato Constituyente No. 15, promulgado en el Suplemento del Registro Oficial No. 393 de 31 de julio de 2008, a través del cual se dispuso cambios estructurales profundos del sector eléctrico que produjeron, entre otros, la fijación de la tarifa única, el reconocimiento, a través del Ministerio de Finanzas, de la diferencia entre los costos del servicio eléctrico y la tarifa única, la eliminación del concepto de costos marginales para el cálculo del costos de generación, el aporte estatal para los componentes de inversión para la expansión en los costos de distribución y transmisión y la extinción de obligaciones de las empresas eléctricas por las transacciones de electricidad. (Del Pozo Barrezueta, 2015, pág. 3)

Costo del servicio público de energía eléctrica. El costo del servicio público y estratégico de energía eléctrica comprenderá los costos vinculados a las etapas de generación, de transmisión, de distribución y comercialización; y del servicio de alumbrado público general, los mismos que serán determinados por el ARCONEL. El costo de generación corresponde al valor que tendrá que pagar un consumidor o usuario final del suministro de energía eléctrica, para cubrir los costos de la actividad de generación operada en forma óptima. Para las empresas de generación privadas o de economía popular y solidaria, los costos deberán considerar la remuneración de los

activos en servicio, así como los rubros por concepto de administración, operación y mantenimiento; y, los costos asociados con la responsabilidad ambiental. Para las empresas públicas y mixtas de generación y transmisión, los costos deberán considerar los rubros por concepto de calidad, confiabilidad, disponibilidad, administración, operación y mantenimiento; y, los costos asociados con la responsabilidad ambiental. (Del Pozo Barrezueta, 2015, pág. 18)

#### **4.2. Cuarto para transformadores**

Si la demanda total de cualquier inmueble excede a los 30 KW el proyectista, constructor o propietario habilitara un cuarto destinado a alojar exclusivamente un transformador o banco de transformadores particulares. También será responsable de proveer sus respectivos equipos de protección y accesorios. (Electrica de Guayaquil, 2012, pág. 37)

Por razones de seguridad, los cuartos de transformadores son de acceso restringido al personal calificado y no podrán ser utilizados para ningún otro fin que el de albergar a los transformadores. En caso de que se requiera como protección una celda de media tensión, esta podrá ser ubicada en un ambiente adyacente, pero separado por una pared de mampostería, del cuarto de transformadores. (Electrica de Guayaquil, 2012, pág. 37)

Cuando sea necesario realizar trabajos de mantenimiento dentro del cuarto de transformadores, en el que se encuentran aislados equipos de medición y/o distribución de esta empresa, el ingeniero eléctrico a cargo de dichos trabajos deberá solicitar con al menos 48 horas de anticipación y por escrito al departamento de operación del sistema la autorización correspondiente. (Electrica de Guayaquil, 2012, pág. 37)

El cuarto de transformadores estará ubicado a nivel de la planta baja del inmueble, en un sitio con fácil y libre acceso desde la vía pública, de manera que permita al personal del distribuidor realizar inspecciones o reparaciones de emergencia a los transformadores. (Electrica de Guayaquil, 2012, pág. 37)

**Table 4.1 Dimensiones cuarto transformador monofásico**

<b>Dimensiones del cuarto</b>	<b>Capacidad transformadores monofásicos</b>
2.0x2.0 m	75 KVA (un solo transformador monofásico)
2.0x2.5 m	100 KVA (un solo transformador monofásico)
3.0x2.5 m	Hasta 150 KVA (banco de 2 o 3 transformadores)
4.0x3.0 m	Hasta 300 KVA (banco de 3 transformadores)
5.0x3.5 m	750 KVA (banco de 3 transformadores)
6.0x3.5 m	1000 KVA (banco de 3 transformadores)

Fuente: NATSIM

En la tabla se muestra las dimensiones del cuarto de transformadores para transformadores monofásicos, las dimensiones del cuarto irán aumentando de acuerdo la potencia del transformador y la cantidad de transformadores que compongan el banco de transformadores.

**Table 4.2 Cuarto transformador trifásico**

<b>Dimensiones del cuarto</b>	<b>Capacidad transformador trifásico</b>
2.5x2.5 m	100 KVA (1 sólo transformador trifásico)
3.0x2.5 m	150 KVA (1 sólo transformador trifásico)
3.0x3.0 m	300 KVA (1 sólo transformador trifásico)
3.5x3.5 m	750 KVA (1 sólo transformador trifásico)
4.0x.4.0 m	1000 KVA (1 sólo transformador trifásico)

Fuente: NATSIM

En la tabla se muestra las dimensiones del cuarto de transformadores para transformadores trifásicos las dimensiones del cuarto aumentarán dependiendo de la potencia del transformador.

### 4.3. Normativa NATSIM para el cálculo de conductores y tubería.

A continuación, se detallará los tipos de conductores, el calibre del conductor y el material del conductor, ya sea cobre o aluminio.

**Table 4.3 Calibre del conductor**

Sección	Temperatura nominal de conductor						Sección
	60°C (140 F)	75°C (167 F)	90°C (194 F)	60°C (140 F)	75°C (167 F)	90°C (194 F)	
AWG/ MCM	Tipos	Tipos	TBS,SA, SIS, FEP*	Tipos	Tipos	Tipos	AWG/ MCM
	TW*	FEPW* R H*,	SIS, FEP*	TW*	RH*,	TBS,SA,	MCM
	UF*	RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW	FEPB*,NI RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*	UF*	RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	SIS, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, RHH*, RHW-2	
			USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2			USE- 2,XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	
	Cobre			Aluminio			
18	...	...	14	...	...	...	...
16	...	...	18	...	...	...	...
14	20*	20*	25	...	...	...	...
12	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
10	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8	40	50	55	30	40	40	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	560	665	750	470	560	630	2000

Fuente: NATSIM

A continuación, se dará a conocer el diámetro del ducto en pulgadas para cada tipo de conductor, también se detallará la cantidad de conductores que pueden pasar por el mismo.

**Table 4.4 Diámetro del ducto para el conductor**

Letras tipo	Calibre del conducto	Sección comercial en pulgadas											
	AWG/	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6
TW	MCM												
	14	9	15	25	44	59	98	140	216	288	370	581	839
	12	7	12	19	33	45	75	107	165	221	284	446	644
	10	5	9	14	25	34	56	80	123	164	212	332	480
	8	3	5	8	14	19	31	44	68	91	118	185	267
RHH*, RHW*	14	6	10	17	29	39	65	93	143	191	246	387	558
RHW-2,													
THHW													
THW, THW-2													
RHH*, RHW*	12	5	8	13	23	32	52	75	115	154	198	311	448
RHW-2*,	10	3	6	10	18	25	41	58	90	120	154	242	350
THHW, THW													
RHH*, RHW*													
RHW-2*	8	1	4	6	11	15	24	35	54	72	92	145	209
THHW, THW,	6	1	3	5	8	8	18	27	41	55	71	111	160
THW-2	4	1	1	3	6	7	12	20	31	41	53	83	120
RHH*,	3	1	1	3	5	6	14	17	26	35	45	71	103
RHW*	2	1		2	4	4	10	14	22	30	38	60	87
RHW-2*	1	1	1	1	3	3	7	10	15	21	27	42	61
TW, THW	1/0		1	1	2	3	6	8	13	18	23	36	52
, THHW,	2/0		1	1	2	2	5	7	11	15	19	31	44
THW-2	3/0		1	1	1	1	4	6	9	13	16	26	37
	4/0			1	1	1	3	5	8	10	14	21	31
	250			1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	300			1	1	1	2	3	5	7	9	15	22
	350				1	1	1	3	5	6	8	13	19
	400				1	1	1	3	4	6	7	12	17
	500				1	1	1	2	3	5	6	10	14
	600				1	1	1	1	3	4	5	8	12
	700					1	1	1	2	3	4	7	10
	750					1	1	1	2	3	4	7	10
	800					1	1	1	2	3	4	6	9
	900					1	1	1	1	3	4	6	8
	1000						1	1	1	2	3	5	8
	1250						1	1	1	1	2	4	6
	1500						1	1	1	1	2	3	5
	1750							1	1	1	1	3	4
	2000							1	1	1	1	3	4

**Fuente: NATSIM**

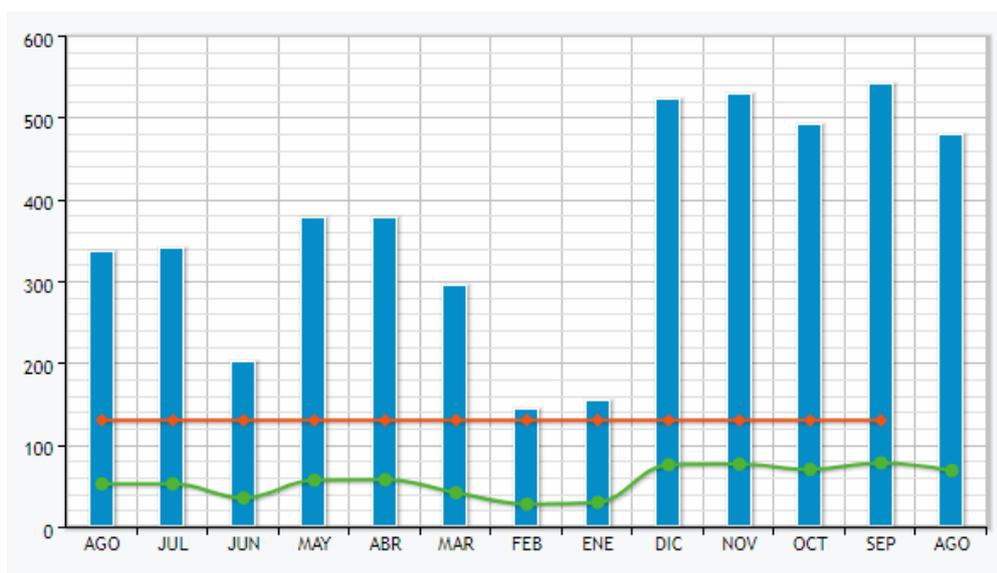
## CAPÍTULO 5

### CÁLCULO DE LOS VALORES DE DEMANDA PROYECTADOS

#### 5.1. Estudio de la demanda actual

En el cálculo de la demanda intervienen variables como potencia, horas de trabajo al día del equipo, factor de coincidencia.

En el presente capítulo se detallará el consumo de la demanda de la empresa "Avícola Campoverde" dentro del periodo 2018-2019 estableciendo como referencia datos históricos con un periodo  $n=12$ .



**Figure 5.1 Consumo eléctrico Avícola Campoverde**  
Fuente: CNEL-EP.

En la figura 5.1 se muestran los datos de consumo energético en Kwh mes de la empresa Avícola Campoverde, que comprende los valores desde agosto del año 2018 hasta agosto del año actual, la línea naranja que se muestra corresponde al valor de la tarifa de dignidad y su valor es de 130 Kwh mes, la línea verde corresponde a valor a pagar por el consumo de energía eléctrica al mes en dólares.

Teniendo en cuenta que en los meses de enero y febrero se tuvo un consumo mínimo de energía.

**Table 5.1 Consumo equipos situación actual**

<b>Carga</b>	<b>Potencia (KW)</b>	<b>Tiempo de uso al día</b>	<b>Energía demanda (P*T uso al día) KWh</b>	<b>Energía demanda *20 (Kwh mes)</b>
Motor 1	7.457	8	59.66	1193.2
Motor 2	7.457	8	59.66	1193.2
Motor 3	3.73	8	29.84	596.8
Motor 4	3.73	8	29.84	596.8
Alumbrado y tomacorrientes	0.54	8	4.32	10.8
<b>Total</b>	<b>22.91</b>			<b>3590.8</b>

Fuente: el autor

En la tabla 5.1 se muestran los valores de potencia del equipo, las horas de trabajo al día, para así poder calcular los Kwh mes.

$$demanda\ mensual = KWh\ mes * factor\ de\ coincidencia$$

$$demanda\ mensual = 3590 * 0.1$$

$$demanda\ mensual = 359\ KWh\ mes$$

## **5.2. Métodos de proyección de la demanda eléctrica.**

Para esta investigación se establecerán cinco modelos definidos tales como:

- Método pronóstico por promedio simple.
- Método pronóstico por promedio ponderado.
- Método de proyección por suavización exponencial simple.
- Método de proyección por regresión lineal.
- Método de proyección por regresión logarítmica.

### **5.2.1. Método pronóstico por promedio simple**

Este método consiste en hacer un promedio de consumo, teniendo como valores los consumos eléctricos de los meses anteriores, y con estos se podría calcular la demanda del nuevo mes.

El valor de 'n' dependerá de la cantidad periodos con los que se decida trabajar, esto dependerá de la cantidad de información de demanda con la que conste, llegando a tener valores de periodo de 2 hasta 12.

Para tener un pronóstico más exacto se debe usar el periodo de mayor valor posible.

La ecuación que rige el siguiente método es la siguiente:

$$promedio\ simple = \sum Cargas / n$$

Donde:

n= cantidad de periodos

Cargas= Valor del consumo en los meses anteriores

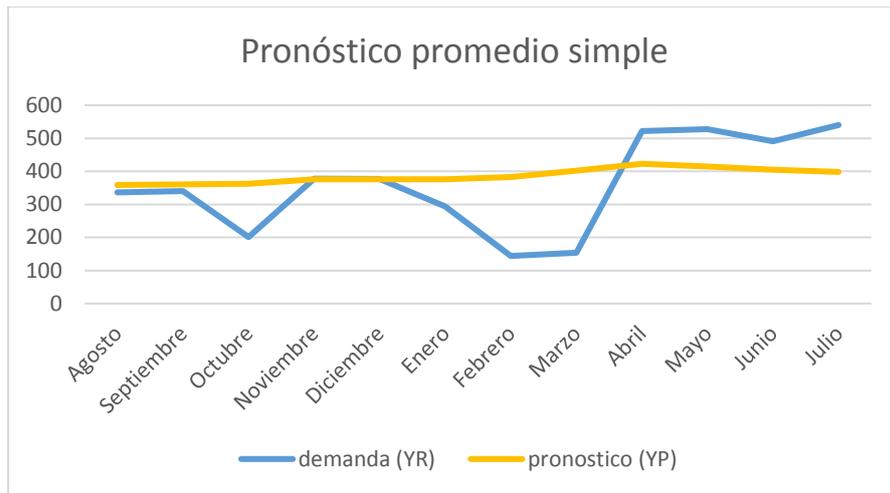
A continuación, se mostrarán los valores de demanda actual y los valores proyectados mediante el método de pronóstico simple.

**Table 5.2 Predicción pronóstico simple**

<b>n=12</b>	<b>Demanda(Kwh)</b>	<b>Pronostico</b>
<b>Periodo</b>	<b>(YR)</b>	<b>(YP)</b>
<b>Agosto</b>	336	359
<b>Septiembre</b>	340	361
<b>Octubre</b>	201	362
<b>Noviembre</b>	378	376
<b>Diciembre</b>	377	376
<b>Enero</b>	294	376
<b>Febrero</b>	144	382
<b>Marzo</b>	154	402
<b>Abril</b>	522	423
<b>Mayo</b>	528	415
<b>Junio</b>	491	405
<b>Julio</b>	540	398

**Fuente: El autor**

En la tabla 5.2 se muestran los valores de demanda en Kwh y los valores proyectados en Kwh para los meses de Agosto-Diciembre del año 2019 y Enero-Julio del 2020.



**Figure 5.2 Pronóstico promedio simple**  
Fuente: Campoverde, Y

Como se puede observar en la figura 5.2 el método referido nos proporciona una curva ligeramente creciente, con una pendiente no tan pronunciada.

### 5.2.2. Método pronóstico por promedio ponderado

Este método es similar al promedio simple, a diferencia que en esta se multiplica cada valor por un peso de carga asignado previamente. El peso de la carga se calculará sacando un estimado del consumo cada periodo.

Para su cálculo tenemos la siguiente formula.

$$\sum (C_1 * P_1 + C_2 * P_2 + \dots + C_n * P_n) / P_{total}$$

Donde:

C= carga

P= peso estimado

P<sub>total</sub>= Σ pesos

A continuación, se mostrarán los valores de demanda actual y los valores proyectados calculados mediante el método de pronóstico por promedio ponderado.

**Table 5.3 Predicción método promedio ponderado**

n=12	Demanda(Kwh)	Pronóstico
Periodo	(YR)	(YP)
Agosto	336	410,51
Septiembre	340	416,56
Octubre	201	423
Noviembre	378	435
Diciembre	377	439
Enero	294	444
Febrero	144	455
Marzo	154	467
Abril	522	476
Mayo	528	470
Junio	491	463
Julio	540	460

Fuente: El autor

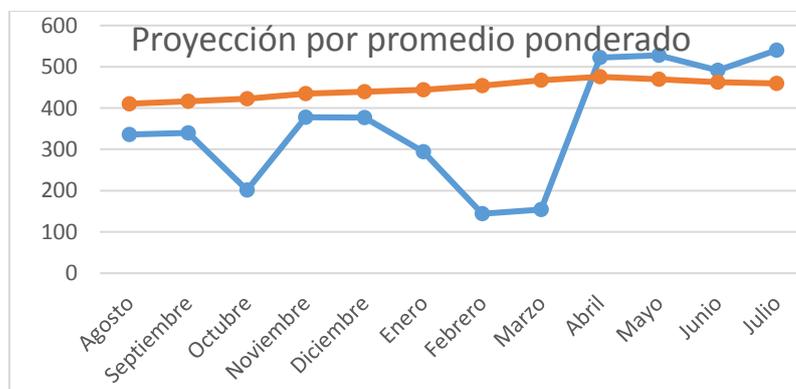
En la tabla 5.3 se muestran los valores de demanda en Kwh y los valores proyectados en KWh para los meses de Agosto-Diciembre del año 2019 y Enero-Julio del 2020.

**Table 5.4 Peso de carga**

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peso	6	6	4	6	6	5	3	2	9	9	8	10

Fuente: El autor

En la tabla 5.4 se muestran los valores de peso de carga, los cuales serán asignados de acuerdo a un estimado del consumo mensual, la escala tendrá a 1 como el menor valor y 10 como el valor mayor de consumo.



**Figure 5.3 Proyección por promedio ponderado**  
Fuente: Campoverde, Y

En el gráfico 5.3 se muestra una pendiente cuya curva aumenta y disminuye en pequeñas cantidades, en el cual los valores de demanda eléctrica se mantienen en valores cercanos entre sí, teniendo una mayor demanda en el mes de abril con un consumo de 470 Kwh.

### 5.2.3. Método de proyección por suavización exponencial simple

En este método se da un valor de alpha, si el alpha es mayor pondera más la demanda reciente, en cambio si el alpha es menor pondera menos y le da más valor a las demandas antiguas. A continuación, se describirá la fórmula:

$$Y_P = Y_{P-1} + \alpha(Y_{R-1} - Y_{P-1})$$

Donde:

$\alpha$  = coeficiente de suavización

$Y_{P-1}$  = pronóstico de demanda

$Y_{R-1}$  = Pronóstico real

Cálculo de alpha:

$Y_p$  = promedio de demanda en el periodo

$$\alpha = \frac{2}{n + 1}$$

Donde:

n = periodo

A continuación, se mostrarán los valores de demanda actual y los valores proyectados mediante el método de proyección por suavización exponencial simple, con los diferentes valores asignados para alpha, los cuales son 0.15; 0.2; y 0.8.

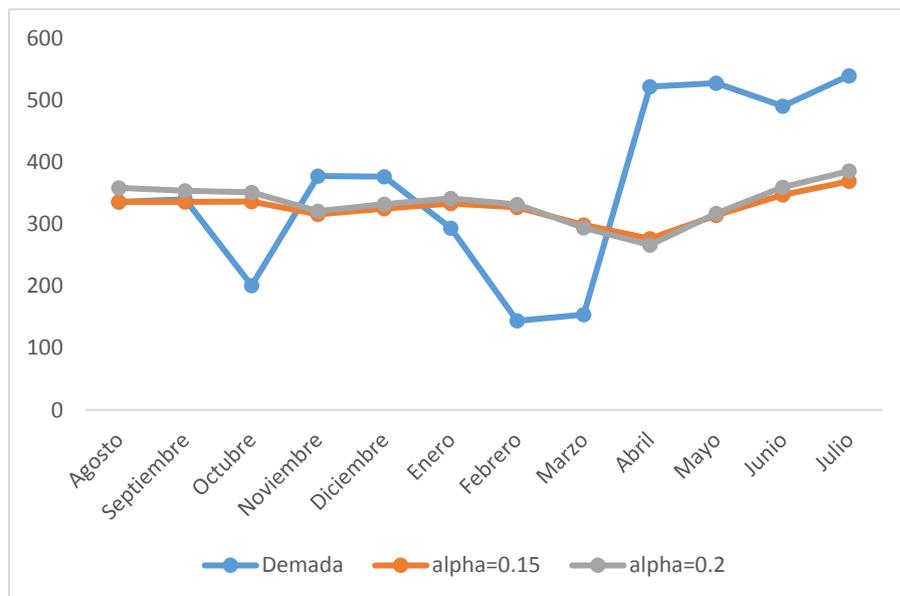
Dependiendo del valor de alpha nos dará un valor de demanda mayor o menor, con un alpha mayor nos dará una demanda mayor y con un alpha menor nos dará una demanda más baja.

**Table 5.5 Proyección por suavización exponencial simple**

n=12	Demanda (Kwh)	alpha=0.1	alpha=0.2	alpha=0.8
		Pronóstico	Pronóstico	Pronóstico
Periodo	(YR)	(YP)	(YP)	(YP)
Agosto	336	336	358,75	358,75
Septiembre	340	336	354	341
Octubre	201	337	351	340
Noviembre	378	316	321	229
Diciembre	377	325	333	348
Enero	294	333	342	371
Febrero	144	327	332	309
Marzo	154	299	294	177
Abril	522	277	266	159
Mayo	528	314	317	449
Junio	491	347	360	512
Julio	540	369	386	495

Fuente: El autor

En la tabla 5.5 se muestran los valores de demanda en KWh y los valores proyectados con los diferentes valores de alpha, para los meses de Agosto-Diciembre del año 2019 y Enero-Julio del 2020.



**Figure 5.4 Proyección por suavización exponencial simple**  
Fuente: Campoverde, Y

En el gráfico se muestran las rectas de alpha con valores de 0,15 y 0,2 cuyas pendientes aumentan y disminuyen de forma considerable, dando un valor más bajo de demanda eléctrica al mes de abril y un valor más alto al mes de Julio.

#### 5.2.4. Método de proyección por regresión lineal

Para el cálculo por este método se utiliza la fórmula  $Y = B + mX$  donde la pendiente  $m$  es la pendiente de las cargas históricas que se tenga  $n$ .

A continuación, se detallará la fórmula.

$$Y = B + mX$$

Donde:

B= es la ordenada en el origen, el valor de  $Y$  cuando  $X$  vale cero.

m= pendiente de la recta

X= Son variables aleatorias

A continuación, se mostrarán los valores de demanda actual y los valores proyectados mediante el método de regresión lineal simple.

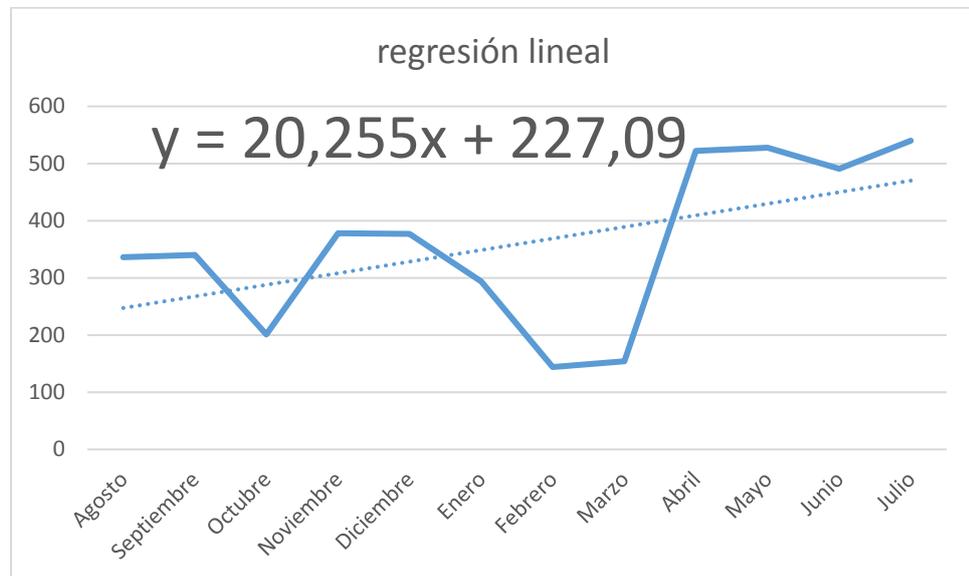
**Table 5.6 Proyección por regresión lineal**

<b>Periodo</b>	<b>Demanda (Kwh)</b>	<b>Pronóstico</b>
<b>Agosto</b>	336	560
<b>Septiembre</b>	340	601
<b>Octubre</b>	201	662
<b>Noviembre</b>	378	743
<b>Diciembre</b>	377	844
<b>Enero</b>	294	965
<b>Febrero</b>	144	1107
<b>Marzo</b>	154	1269
<b>Abril</b>	522	1451
<b>Mayo</b>	528	1654
<b>Junio</b>	491	1877
<b>Julio</b>	540	2120

Fuente: El autor

En la tabla 5.6 se muestran los valores de demanda en Kwh y los valores proyectados para los meses de Agosto-Diciembre del año 2019 y Enero-Julio del 2020, teniendo como valor más bajo el mes de agosto y como mayor valor

de demanda el mes de julio, ya que es un método de proyección que nos da valores crecientes a lo largo del tiempo.



**Figure 5.5 Proyección por regresión lineal simple**  
Fuente: Campoverde, Y

En el grafico 5.5 se observa que este método de proyección nos da una pendiente ascendente, con valores de demanda ascendentes en cada mes.

### 5.2.5. Pronóstico por regresión logarítmica

Este método es similar al de regresión lineal a diferencia que en este en lugar de multiplicar la pendiente se multiplica el valor del logaritmo natural de la curva de carga por el valor de demanda anterior.

$$Y = b + a * \ln X$$

Donde:

b= valor promedio de carga

a= pendiente

Ln= logaritmo natural

X= valor aleatorio

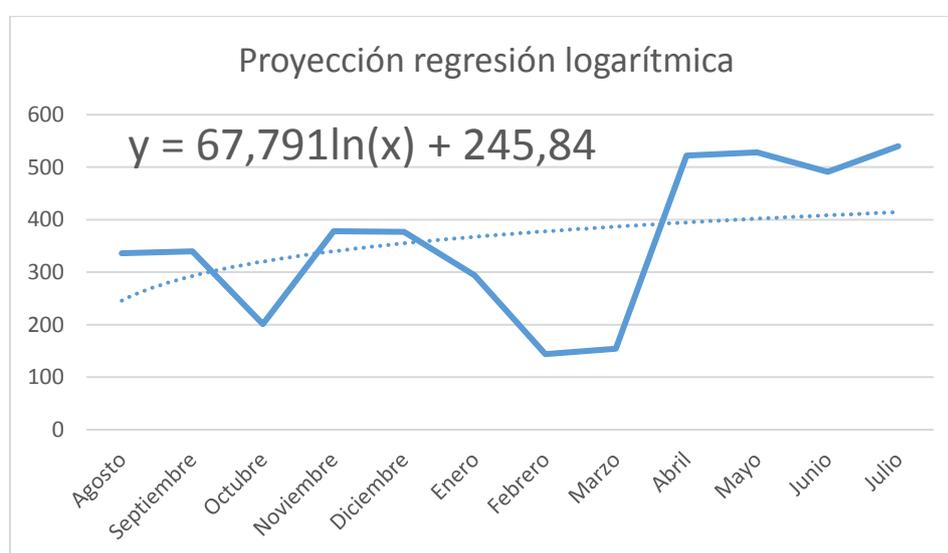
A continuación, se mostrarán los valores de demanda actual y los valores proyectados mediante el método de regresión logarítmica.

**Table 5.7 Proyección regresión logarítmica**

	n=12	Demanda(Kwh)	Pronóstico
no.	Periodo	(YR)	(YP)
1	Agosto	336	246
2	Septiembre	340	293
3	Octubre	201	320
4	Noviembre	378	340
5	Diciembre	377	355
6	Enero	294	367
7	Febrero	144	378
8	Marzo	154	387
9	Abril	522	395
10	Mayo	528	402
11	Junio	491	408
12	Julio	540	414

Fuente: El autor

En la tabla 5.7 se muestran los valores de demanda en Kwh y los valores proyectados para los meses de Agosto-Diciembre del año 2019 y Enero-Julio del 2020, este método también nos da una demanda creciente pero en menor magnitud que el método de regresión lineal.



**Figure 5.6 Proyección por regresión logarítmica**

Fuente: Campoverde, Y. 2019. Proyección regresión logarítmica

Este método nos da una pendiente ligeramente ascendente, con valores de demanda ascendentes en cada vez, sin embargo, se diferencia del método anterior ya que en este los valores proyectados son menores.

A continuación, detallaremos los valores de demanda proyectados en Kwh mediante los métodos de promedio simple, promedio ponderado, suavización exponencial simple, regresión lineal simple y regresión logarítmica.

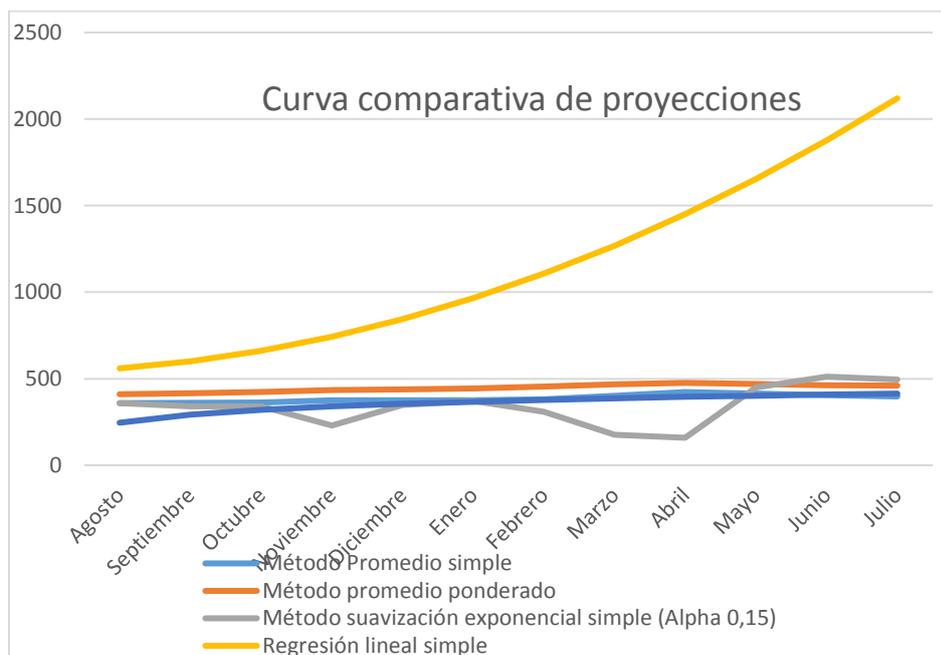
**Table 5.8 Comparación de los métodos de proyección**

Periodo	Método Promedio simple	Método promedio ponderado	Método suavización exponencial simple (Alpha 0,15)	Regresión lineal simple	Regresión logarítmica
<b>Agosto</b>	359	410,51	358,75	560	246
<b>Septiembre</b>	361	416,56	341	601	293
<b>Octubre</b>	362	423	340	662	320
<b>Noviembre</b>	376	435	229	743	340
<b>Diciembre</b>	376	439	348	844	355
<b>Enero</b>	376	444	371	965	367
<b>Febrero</b>	382	455	309	1107	378
<b>Marzo</b>	402	467	177	1269	387
<b>Abril</b>	423	476	159	1451	395
<b>Mayo</b>	415	470	449	1654	402
<b>Junio</b>	405	463	512	1877	408
<b>Julio</b>	398	460	495	2120	414

Fuente: El autor

En la tabla 5.8 se puede observar los valores proyectados por los métodos descritos anteriormente, teniendo un valor máximo proyectado el método de regresión lineal simple, y el valor más bajo el método de promedio simple.

Curva comparativa de los métodos de proyección de demanda realizados



**Figure 5.7 Curva comparativa de métodos de proyección**

Fuente: Campoverde

En la figura 5.7 se puede observar que los métodos de promedio simple, ponderado, y regresión logarítmica poseen una curva similar, el método de suavización exponencial posee una curva con valores crecientes y decrecientes, mientras que la regresión lineal simple nos da una curva creciente.

### 5.3. Cálculo de errores

A continuación, se calculará los errores en el cálculo de la proyección por cada método, estos errores se calcularán mediante los métodos de: desviación media absoluta, error medio cuadrado, porcentaje de error medio absoluto y porcentaje medio de error.

Los valores de error obtenidos para cada método serán analizados y comparados para así poder dar con el método idóneo para la investigación.

#### 5.3.1. Cálculo error en pronóstico simple

A continuación, se calculará el error que tenga el método de proyección por promedio simple mediante desviación absoluta media, error medio cuadrado, porcentaje de error medio absoluto y porcentaje medio de error.

**Table 5.9 Error en pronóstico simple**

Cálculo error en Pronostico simple							
Periodo	(YR)	n=12	Et	abs(et)	et <sup>2</sup>	abs(et)/YR	et/YR
Agosto	336	359	-23	23	529	0,07	-0,07
Septiembre	340	361	-21	21	441	0,06	-0,06
Octubre	201	362	-161	161	25921	0,8	-0,8
Noviembre	378	376	2	2	4	0,01	0,01
Diciembre	377	376	1	1	1	0	0
Enero	294	376	-82	82	6724	0,28	-0,28
Febrero	144	382	-238	238	56644	1,65	-1,65
Marzo	154	402	-248	248	61504	1,61	-1,61
Abril	522	423	99	99	9801	0,19	0,19
Mayo	528	415	113	113	12769	0,21	0,21
Junio	491	405	86	86	7396	0,18	0,18
Julio	540	398	142	142	20164	0,26	0,26
<b>Total</b>			-286	1172	200928	5,19	-3,49

Fuente: El autor

En la tabla 5.9 se puede observar que el error total para el método de pronóstico por promedio simple para un periodo n=12 se estableció con un

valor de: 1172 en la desviación media absoluta, 200928 en error medio cuadrado, 5.19 en porcentaje de error medio absoluto, -3,19 en porcentaje medio de error.

### 5.3.2. Cálculo error en pronóstico ponderado

A continuación, se calculará el error que tenga el método de proyección por promedio ponderado mediante desviación absoluta media, error medio cuadrado, porcentaje de error medio absoluto y porcentaje medio de error.

**Table 5.10 Error en promedio ponderado**

Cálculo error en Pronostico ponderado							
Periodo	(YR)	n=12	et	abs(et)	et <sup>2</sup>	abs(et)/YR	et/YR
Agosto	336	411	-75	75	5625	0,22	-0,22
Septiembre	340	417	-77	77	5929	0,23	-0,23
Octubre	201	423	-222	222	49284	1,1	-1,1
Noviembre	378	435	-57	57	3249	0,15	-0,15
Diciembre	377	439	-62	62	3844	0,16	-0,16
Enero	294	444	-150	150	22500	0,51	-0,51
Febrero	144	455	-311	311	96721	2,16	-2,16
Marzo	154	467	-313	313	97969	2,03	-2,03
Abril	522	476	46	46	2116	0,09	0,09
Mayo	528	470	58	58	3364	0,11	0,11
Junio	491	463	28	28	784	0,06	0,06
Julio	540	460	80	80	6400	0,15	0,15
<b>Total</b>			-903	1327	286231	6,53	-5,72

Fuente: El autor

En la tabla 5.10 se puede observar que el error total para el método de pronóstico por promedio ponderado para un periodo n=12.

Se estableció con un valor 1327 en la desviación media absoluta, 286231 en error medio cuadrado, 6.53 en porcentaje de error medio absoluto, -5.72 en porcentaje medio de error.

### 5.3.3. Cálculo error en suavización exponencial simple (alpha 0,15)

A continuación, se calculará el error que tenga el método de proyección por suavización exponencial simple con un alpha de 0,15; mediante desviación absoluta media, error medio cuadrado, porcentaje de error medio absoluto y porcentaje medio de error.

**Table 5.11 Error en Suavización exponencial simple (Alpha 0,15)**

Cálculo error en suavización exponencial simple (Alpha 0,15)							
periodo	(YR)	n=12	et	abs(et)	et <sup>2</sup>	abs(et)/YR	et/YR
Agosto	336	1896	-1560	1560	2433600	4,64	-4,64
Septiembre	340	1896	-1556	1556	2421136	4,58	-4,58
Octubre	201	1902	-1701	1701	2893401	8,46	-8,46
Noviembre	378	1928	-1550	1549,5	2401069	4,1	-4,1
Diciembre	377	1960	-1583	1582,6	2504653	4,2	-4,2
Enero	294	1987	-1693	1693,2	2866953	5,76	-5,76
Febrero	144	2004	-1860	1860,4	3461113	12,92	-12,92
Marzo	154	2014	-1860	1860,3	3460881	12,08	-12,08
Abril	522	2048	-1526	1525,8	2328156	2,92	-2,92
Mayo	528	2085	-1557	1557,1	2424519	2,95	-2,95
Junio	491	2125	-1634	1633,6	2668688	3,33	-3,33
Julio	540	2153	-1613	1612,7	2600709	2,99	-2,99
Total			-16576	16576	27610143	59,7	-59,7

Fuente: El autor

En la tabla 5.11 se puede observar que el error total se estableció con un valor 16576 en la desviación media absoluta, 27610143 en error medio cuadrado, 59.70 en porcentaje de error medio absoluto, -59.70 en porcentaje medio de error.

### 5.3.4. Cálculo error en suavización exponencial simple (alpha 0,8)

A continuación, se calculará el error que tenga el método de proyección por suavización exponencial simple con un alpha de 0,8; mediante desviación absoluta media, error medio cuadrado, porcentaje de error medio absoluto y porcentaje medio de error.

**Table 5.12 Error en Suavización exponencial simple (Alpha 0,8)**

Cálculo error en suavización exponencial simple (Alpha 0,8)							
Periodo	(YR)	n=12	et	abs(et)	et <sup>2</sup>	abs(et)/YR	et/YR
Agosto	336	2156	-1820	1820	3312400	5,42	-5,42
Septiembre	340	1948	-1608	1608	2585664	4,73	-4,73
Octubre	201	1938	-1737	1737	3015780	8,64	-8,64
Noviembre	378	2042	-1664	1664	2768630	4,4	-4,4
Diciembre	377	2117	-1740	1740	3028240	4,62	-4,62
Enero	294	2135	-1841	1841	3387944	6,26	-6,26
Febrero	144	2106	-1962	1962	3849944	13,63	-13,63
Marzo	154	2076	-1922	1922	3695720	12,48	-12,48
Abril	522	2201	-1679	1679	2818655	3,22	-3,22
Mayo	528	2272	-1744	1744	3042153	3,3	-3,3
Junio	491	2328	-1837	1837	3374699	3,74	-3,74
Julio	540	2311	-1771	1771	3137175	3,28	-3,28
Total			-17897	17897	32118939	63,57	-63,57
Julio	540	2311	-1771	1771	3137175	3,28	-3,28
Total			-17897	17897	32118939	63,57	-63,57

Fuente: El autor

En la tabla 5.12 se puede observar que el error total para el método de suavización exponencial simple con un  $\alpha=0.8$  se estableció con un valor 17897 en la desviación media absoluta, 32118939 en error medio cuadrado, 63.57 en porcentaje de error medio absoluto, -63.57 en porcentaje medio de error.

### 5.3.5. Cálculo del error por regresión simple

A continuación, se calculará el error que tenga el método de proyección por regresión lineal simple mediante los métodos de desviación absoluta media, error medio cuadrado, porcentaje de error medio absoluto y porcentaje medio de error.

**Table 5.13 Error en regresión simple**

Cálculo error regresión lineal simple							
Periodo	(YR)	n=12	Et	abs(et)	et2	abs(et)/YR	et/YR
Agosto	336	560	-224	224	50176	0,7	-0,7
Septiembre	340	601	-261	261	68121	0,8	-0,8
Octubre	201	662	-461	461	212521	2,3	-2,3
Noviembre	378	743	-365	365	133225	1	-1
Diciembre	377	844	-467	467	218089	1,2	-1,2
Enero	294	965	-671	671	450241	2,3	-2,3
Febrero	144	1107	-963	963	927369	6,7	-6,7
Marzo	154	1269	-1115	1115	1243225	7,2	-7,2
Abril	522	1451	-929	929	863041	1,8	-1,8
Mayo	528	1654	-1126	1126	1267876	2,1	-2,1
Junio	491	1877	-1386	1386	1920996	2,8	-2,8
Julio	540	2120	-1580	1580	2496400	2,9	-2,9
<b>Total</b>			<b>-9063</b>	<b>9063</b>	<b>9732983</b>	<b>30,4</b>	<b>-30,4</b>

Fuente: El autor

En la tabla 5.13 se puede observar que el error total para el método de regresión lineal simple se estableció con un valor -9063 en la desviación media absoluta 9732983 en error medio cuadrado, 30.4 en porcentaje de error medio absoluto, -30.4 en porcentaje medio de error.

### 5.3.6. Cálculo del error por regresión logarítmica

A continuación, se calculará el error que tenga el método de proyección por regresión logarítmica mediante los métodos de desviación absoluta media, error medio cuadrado, porcentaje de error medio absoluto y porcentaje medio de error.

**Table 5.14 Error en regresión logarítmica**

Cálculo error regresión logarítmica							
periodo	(YR)	n=12	et	abs(et)	et <sup>2</sup>	abs(et)/YR	et/YR
Agosto	336	1846	-1510	1509,7	2279194	4,5	-4,5
Septiembre	340	1975	-1635	1634,8	2672725	4,8	-4,8
Octubre	201	2050	-1849	1849,4	3420256	9,2	-9,2
Noviembre	378	2104	-1726	1726	2979057	4,6	-4,6
Diciembre	377	2146	-1769	1768,6	3127842	4,7	-4,7
Enero	294	2180	-1886	1885,5	3555263	6,4	-6,4
Febrero	144	2208	-2064	2064,3	4261178	14,3	-14,3
Marzo	154	2233	-2079	2079,1	4322830	13,5	-13,5
Abril	522	2255	-1733	1733,1	3003590	3,3	-3,3
Mayo	528	2275	-1747	1746,7	3051023	3,3	-3,3
Junio	491	2292	-1801	1801,5	3245315	3,7	-3,7
Julio	540	2309	-1769	1768,7	3128257	3,3	-3,3
<b>Total</b>			-18423	18423	34094609	66,28	-66,28

Fuente: El autor

En la tabla 5.14 se puede observar que el error total se estableció con un valor 18423 en la desviación media absoluta, 34094609 en error medio cuadrado, 66.28 en porcentaje de error medio absoluto, -66.28 en porcentaje medio de error.

### 5.3.7. Tabla comparativa de errores

A continuación, se mostrarán los valores de error calculados mediante cada método y se realizará la comparación para así decidir cuál es el óptimo para la investigación.

**Table 5.15 Tabla comparativa de errores**

	Promedio Simple	Promedio Ponderado	Suav_Exp (alpha 0.15)	Suav_Exp (alpha 0.8)	Regresión Lineal	Regresión Logarítmica
DAM	97,667	111	1381	1491	755	1535
ENC	16744	23853	2300845	2676578	811082	2841217,43
PEMA	0,433	0,54	4,98	5,3	2,53	5,52
PME	-0,29111203	-0,48	-4,98	-5,3	-2,53	-5,52

Fuente: El autor

En la tabla 5.15 se puede observar que dentro del cálculo de los errores el valor de promedio simple es el valor más bajo, pero este método no se acopla a la investigación ya que la empresa está en etapa de crecimiento por lo cual se necesitaría una mayor demanda energética, el método de regresión lineal que es el tercero con valores más bajos es el que se acopla más a la investigación, ya que nos da un crecimiento de demanda.

#### 5.4. Estudio de la proyección energética en un periodo de 5 años

Para el estudio de la proyección de la demanda eléctrica el método óptimo es el método de regresión lineal simple ya que es el que tiene valores más bajos de error y el que más se acopla a la investigación, por lo cual se procederá a realizar la proyección de demanda eléctrica a corto y mediano plazo en el periodo de 1 a 5 años, con los valores se podrá hacer un diseño de la nueva red eléctrica.

A continuación, se mostrarán los valores proyectados de consumo energético en Kwh mes para cada periodo de tiempo mediante el método de regresión lineal simple, los periodos de tiempo serán de 1 año y la proyección será de 5 periodos.

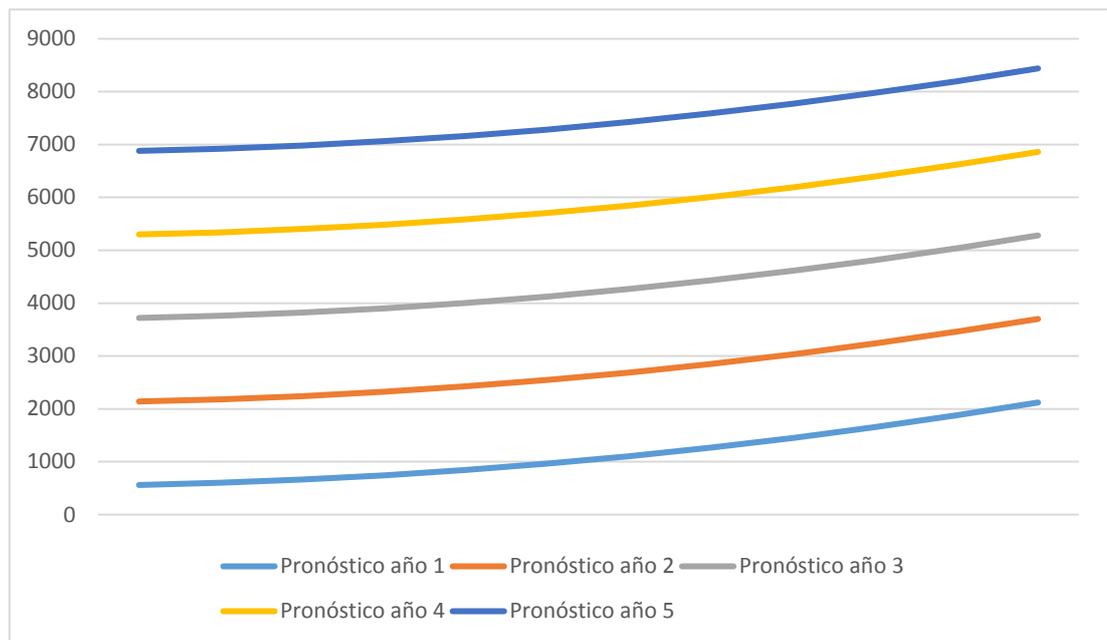
**Table 5.16 Proyección a 5 años**

Proyección por regresión lineal simple.						
Periodo	Demanda (Kwh)	Pronóstico año 1	Pronóstico año 2	Pronóstico o año 3	Pronóstico año 4	Pronóstico año 5
Agosto	336	560	2140	3720	5300	6880
Septiembre	340	601	2181	3761	5340	6920
Octubre	201	662	2241	3821	5401	6981
Noviembre	378	743	2322	3902	5482	7062
Diciembre	377	844	2424	4004	5583	7163
Enero	294	965	2545	4125	5705	7285
Febrero	144	1107	2687	4267	5847	7427
Marzo	154	1269	2849	4429	6009	7589
Abril	522	1451	3031	4611	6191	7771
Mayo	528	1654	3234	4814	6394	7974
Junio	491	1877	3457	5037	6617	8196
Julio	540	2120	3700	5280	6860	8439

Fuente: El autor

En la tabla 5.16 se muestran los valores de demanda proyectados para un periodo de 5 años.

Estos valores nos ayudarán para tener una idea del consumo energético en un futuro, también basándonos en estos resultados se podrá realizar un estimado de los equipos que se podrá instalar. También con estos valores podremos diseñar la red eléctrica con la que constará en un futuro.



**Figure 5.8 Proyección a 5 años**  
**Fuente: Campoverde, Y**

En el gráfico 5.8 se muestran los valores de consumo proyectados en Kwh de cada año. Teniendo un incremento en la demanda anual.

## CAPÍTULO 6

### DISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA PARA LA EMPRESA AVÍCOLA CAMPOVERDE

#### 6.1. Levantamiento de la carga situación

El levantamiento de carga consiste en detallar cada equipo con el que se cuente.

#### 6.2. Cálculo de conductores y disyuntores

A continuación, se detallarán las fórmulas, criterios y normativas utilizadas para realizar el cálculo de los conductores y disyuntores.

##### 6.2.1. Cálculo de corriente en monofásico y trifásico

A continuación, se mostrarán las fórmulas utilizadas para el cálculo de la corriente en monofásico y trifásico.

$$I_{1\phi} = \frac{P}{V(\cos \theta)}$$

Donde:

$I_{1\phi}$  = corriente en monofásico

P = potencia

V = voltaje

$\cos \theta$  = factor de potencia

Ejemplo:

$$I_{1\phi} = \frac{7,457Kw}{220(0,90)}$$

$$I_{1\phi} = \frac{7,457}{198}$$

$$I_{1\phi} = 37,66 \text{ Amp}$$

$$I_{3\phi} = \frac{P}{V\sqrt{3}(\cos \theta)}$$

Donde:

$I_{3\phi}$  = corriente en trifásico

P = potencia

V = voltaje

$\cos \theta$  = factor de potencia

Ejemplo:

$$I_{3\phi} = \frac{26,1Kw}{440\sqrt{3}(0,90)}$$

$$I_{3\phi} = \frac{26,1Kw}{685,89}$$

$$I_{3\phi} = 38,05Amp$$

### 6.2.2. Criterios para el cálculo de disyuntores y conductores

El criterio que se usó en esta investigación para el cálculo de disyuntores fue multiplicar la corriente nominal del equipo por 1,5; ya que no se le puede dejar la nominal por los picos de corriente que existen al momento de encender el motor.

$$Breaker = I_{nominal} * 1,5$$

$$Breaker = 38,05 * 1,5$$

$$Breaker = 57Amp \rightarrow 60Amp$$

Para determinar el calibre de los conductores, la corriente nominal del motor se multiplica por el factor de seguridad 1,25; con lo cual se asegura un conductor más adecuado con más vida útil con un mínimo de recalentamiento.

El resultado para la selección del conductor lo establecemos con las tablas 4.3 y 4.4. proporcionadas por el Natsim.

$$Conductor = I_{nominal} * 1,25$$

$$Conductor = 26,1 * 1,25$$

$Conductor = 47 \text{ Amp} \rightarrow \text{Cable Cu \#8}$

### 6.2.3. Cálculo del transformador

Para calcular el transformador se hace una suma de todas las potencias y se le da un 50% de flexibilidad para futuras instalaciones.

$$Transformador = \sum Cargas * 1,5$$

### 6.3. Levantamiento de la carga en la situación actual

A continuación, se realizará un levantamiento de carga con los equipos que cuanta actualmente la empresa avícola, detallando su potencia, voltaje y número de fases.

**Table 6.1 Levantamiento de carga situación actual**

Carga	Descripción del equipo	Potencia (KW)	Voltaje (V)	Fases
1	Molino	7.457	220	1
2	Mezcladora	7.457	220	1
3	Elevador	3.73	110	1
4	Elevador	3.73	110	1
5	Instalaciones eléctricas(Tomacorrientes, focos)	0.54	110	1

Fuente: el autor

A continuación, se mostrará la cantidad de conductores que usará cada motor y su calibre, la cantidad de polos del disyuntor y su amperaje máximo, y el diámetro del ducto por el cual pasarán los conductores para la situación actual.

**Table 6.2 Conductores, disyuntores y ductos situación actual**

AÑO ACTUAL			
	CONDUCTORES	DISYUNTOR	DUCTOS
MOTOR 1	2C#8-CU-THHW-AWG+1C#10-CU-THHW-AWG	2P-50ª	EMT 3/4"
MOTOR 2	2C#8-CU-THHW-AWG+1C#10-CU-THHW-AWG	2P-50ª	EMT 3/4"
MOTOR 3	3C#12-CU-THHW-AWG	2P-30ª	EMT 1/2"
MOTOR 4	3C#12-CU-THHW-AWG	2P-30ª	EMT 1/2"
SERVICIOS	2C#10-CU-THHW-AWG+1C#12-CU-THHW-AWG	2P-30ª	EMT 1/2"

Fuente: el autor

En la tabla 6.2 se muestran el calibre de los conductores para la instalación actual, el valor del disyuntor y la cantidad de polos que posee y el diámetro del ducto por el que pasan los conductores.

#### 6.4. Levantamiento de carga a corto plazo en la proyección al segundo año

A continuación, se realizará un levantamiento de carga con los equipos que posiblemente contaría la empresa avícola al cabo de 2 años, detallando su potencia, voltaje y número de fases.

**Table 6.3 Levantamiento carga proyección segundo año**

<b>Carga</b>	<b>Descripción del equipo</b>	<b>Potencia(KW)</b>	<b>Voltaje (V)</b>	<b>Fases</b>
1	Elevador	3.73	440	3
2	Elevador	3.73	440	3
3	Elevador	3.73	440	3
4	Molino	22.37	440	3
5	Mezcladora	7.46	440	3
6	Instalaciones eléctricas(Tomacorrientes, focos)	0.54	110	1

Fuente: El autor

Análisis entre los valores proyectados y los posibles equipos implementados.

*demanda*

$$= \sum \text{cargas} (\text{numero de horas de trabajo al dia})(\text{dias de trabajo al mes})(\text{Factor coincidencia})$$

$$\text{demanda} = (3,73 + 3,73 + 3,73 + 22,37 + 7,4 + 0,54)(8)(20)(0,5)$$

$$\text{demanda} = 3324 \text{ Kwh mes}$$

Como se muestra en la tabla 5.16 los valores de demanda eléctrica proyectados tienen valores similares a la carga que se le asignó a la empresa avícola en el segundo año.

Para el plano eléctrico ver anexo 2

A continuación, se mostrará la cantidad de conductores que usará cada motor y su calibre, la cantidad de polos del disyuntor y su amperaje máximo, y el diámetro del ducto por el cual pasarán los conductores para la proyección de demanda a 2 años.

**Table 6.4 Conductores, disyuntores y ductos año 2**

AÑO 2			
	CONDUCTORES	DISYUNTOR	DUCTOS
MOTOR 1	4C#12-CU-THHW-AWG	2P-10A	EMT 1/2"
MOTOR 2	4C#12-CU-THHW-AWG	2P-10A	EMT 1/2"
MOTOR 3	4C#12-CU-THHW-AWG	2P-10A	EMT 1/2"
MOTOR 4	3C#8-CU-THHW-AWG+1C#10-CU-THHW-AWG	2P-50A	EMT 3/4"
MOTOR 5	4C#12-CU-THHW-AWG	2P-20A	EMT 1/2"
SERVICIOS	2C#10-CU-THHW-AWG+1C#12-CU-THHW-AWG	2P-30A	EMT 1/2"

Fuente: el autor

### 6.5. Levantamiento de carga a corto plazo de la proyección al tercer año

A continuación, se realizará un levantamiento de carga con los equipos que posiblemente contaría la empresa avícola al cabo de 3 años, detallando su potencia, voltaje y número de fases.

**Table 6.5 Levantamiento carga proyección 3 años**

Carga	Descripción del equipo	Potencia(KW)	Voltaje (V)	Fases
1	Elevador	3.73	440	3
2	Elevador	3.73	440	3
3	Elevador	3.73	440	3
4	Molino	22.37	440	3
5	Mezcladora	7.46	440	3
6	Elevador	3.73	440	3
7	Ventilador	0.74	220	1
8	Instalaciones eléctricas(Tomacorrientes, focos)	0.54	110	1

Fuente: El autor

Análisis entre los valores proyectados y los posibles equipos implementados.

$$demanda = (3,73 + 3,73 + 3,73 + 22,37 + 3,73 + 7,4 + 0,54)(8)(20)(0,7)$$

*demanda = 5155 Kwh mes*

Como se muestra en la tabla 5.16 los valores de demanda eléctrica proyectados tienen valores similares a la carga que se le asignó a la empresa avícola en el tercer año.

Para el plano eléctrico ver anexo 3

A continuación, se mostrará la cantidad de conductores que usará cada motor y su calibre, la cantidad de polos del disyuntor y su amperaje máximo, y el diámetro del ducto por el cual pasarán los conductores para la proyección de demanda a 3 años.

**Table 6.6 Conductores, disyuntores y ductos año 3**

AÑO 3			
	CONDUCTORES	DISYUNTOR	DUCTOS
MOTOR 1	4C#12-CU-THHW-AWG	2P-10A	EMT 1/2"
MOTOR 2	4C#12-CU-THHW-AWG	2P-10A	EMT 1/2"
MOTOR 3	4C#12-CU-THHW-AWG	2P-10A	EMT 1/2"
MOTOR 4	4C#12-CU-THHW-AWG	2P-10A	EMT 1/2"
MOTOR 5	3C#8-CU-THHW-AWG+1C#10-CU-THHW-AWG	2P-50A	EMT 3/4"
MOTOR 6	4C#12-CU-THHW-AWG	2P-20A	EMT 1/2"
SERVICIOS	2C#10-CU-THHW-AWG+1C#12-CU-THHW-AWG	2P-30A	EMT 1/2"

Fuente: el autor

### 6.5.1. Levantamiento de carga a mediano plazo de la proyección al quinto año

A continuación, se realizará un levantamiento de carga con los equipos que posiblemente contaría la empresa avícola al cabo de 5 años, detallando su potencia, voltaje y número de fases.

**Table 6.7 Levantamiento carga proyección a 5 años**

Carga	Descripción del equipo	Potencia(KW)	Voltaje (V)	Fases
1	Elevador	3.73	440	3
2	Elevador	3.73	440	3
3	Elevador	3.73	440	3
4	Molino	22.37	440	3
5	Mezcladora	7.46	440	3
6	Elevador	3.73	440	3
7	Ventilador	0.74	220	1
8	Peletizadora	26.1	440	3
9	Instalaciones eléctricas (Tomacorrientes, focos)	0.54	110	1

Fuente: El autor

Análisis entre los valores proyectados y los posibles equipos implementados.

$$demanda = (3,73 + 3,73 + 3,73 + 22,37 + 7,4 + 0,54 + 26,1)(8)(20)(0,7)$$

$$demanda = 8078 \text{ Kwh mes}$$

Como se muestra en la tabla 5.16 los valores de demanda eléctrica proyectados tienen valores similares a la carga que se le asignó a la empresa avícola en el tercer año.

A continuación, se mostrará la cantidad de conductores que usará cada motor y su calibre, la cantidad de polos del disyuntor y su amperaje máximo, y el diámetro del ducto por el cual pasarán los conductores para la proyección de demanda a 5 años.

**Table 6.8 Conductores, disyuntores y ductos año 5**

AÑO 5			
	CONDUCTORES	DISYUNTOR	DUCTOS
MOTOR 1	4C#6-CU-THHW-AWG+1C#10-CU-THHW-AWG	3P-60A	EMT 1/2"
MOTOR 2	4C#12-CU-THHW-AWG	2P-10A	EMT 1/2"
MOTOR 3	4C#12-CU-THHW-AWG	2P-10A	EMT 1/2"
MOTOR 4	4C#12-CU-THHW-AWG	2P-10A	EMT 1/2"
MOTOR 5	4C#12-CU-THHW-AWG	2P-10A	EMT 1/2"
MOTOR 6	3C#8-CU-THHW-AWG+1C#10-CU-THHW-AWG	2P-50A	EMT 3/4"
MOTOR 7	4C#12-CU-THHW-AWG	2P-20A	EMT 1/2"
SERVICIOS	2C#10-CU-THHW-AWG+1C#12-CU-THHW-AWG	2P-30A	EMT 1/2"

Fuente: el autor

## CAPÍTULO 7

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1. Conclusiones

- El estudio de la proyección de la demanda eléctrica nos permitirá tener un estimado del consumo energético lo cual nos ayudará a disminuir los costos en implementaciones de nuevos equipos, teniendo para este estudio un aumento en la demanda anual de alrededor del 70%.
  
- La proyección de la demanda eléctrica permitirá elaborar un plan de contingencia para los meses con más alto consumo energético, para así poder cumplir con la demanda requerida de la empresa, teniendo como un estimado del incremento de la demanda mensual del 5,8%.
  
- La elección de correcto método de proyección de la demanda eléctrica permitirá tener un valor más cercano al real de consumo, el método de regresión lineal simple nos da un error 2,53.
  
- El método de regresión lineal simple nos ofrece alrededor de un 50% más de efectividad en comparación con los otros métodos.

## **7.2. Recomendaciones**

- Para obtener mejores resultados en la proyección de la demanda eléctrica, es necesario utilizar un mayor número de periodos.
- Este tipo de proyecto debe ser realizado por todas las empresas que tengan un alto consumo energético.

## CAPÍTULO 8

### Bibliografía

- García López , Y. (2009). *Predicción de la Demanda Eléctrica empleando*. Santa Clara.
- Ajila Chapín , A. A. (2012). *Los Sistemas de Información Geográfico como Herramienta para la proyeccion de la demanda de energía eléctrica en CNEL*. Quito.
- Arias Roman , L. F. (2000). *Programa digital para el pronóstico de carga eléctrica espacial* . Quito.
- Ariza Ramírez, A. M. (2013). *MÉTODOS UTILIZADOS PARA EL PRONÓSTICO DE DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA EN SISTEMAS DE DISTRIBUCION* . Pereira.
- Barboza, O. (2014). Automatización de previsión de demanda horaria de potencia. *UCSA*, 7,8.
- Bermeo Martínez , D. C. (23 de 5 de 2015). *Diseño y construccion de un molino de martillos triturador de granos para granjas avicolas*. Quito. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8296/1/AC-ESPEL-EMI-0254.pdf>
- Berrezueta Suarez, J. R., & Encalada Serrano, A. P. (2014). *Analisis de los factores que afectan la demanda de energia electrica y su estimacion* . Cuenca.
- Botero Botero, S., & Cano Cano, J. A. (2008). *ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO PARA LA PREDICCIÓN DE LOS PRECIOS DE LA ENERGÍA EN LA BOLSA DE COLOMBIA*. *Cuadernos de Economía*.
- BUN-CA. (2009). *Manual técnico motores eléctricos*. San José: Diseño Editorial S. A.
- Cervan, D. (19 de 4 de 2019). *Dheivy Cervan*. Obtenido de <http://dheybicervan.com/blog/proyeccion-de-la-demanda-electrica/>

- Chumbi Quito, W. E., & Patiño Chitacapa, C. A. (2017). *Proyección espacial de la demanda en la empresa eléctrica Regional Centro Sur C.A. mediante el método de simulación espacio-temporal*. Cuenca.
- Del Pozo Barrezueta, H. (16 de 1 de 2015). *Ley Orgánica del servicio público de energía eléctrica*. Recuperado el 22 de 6 de 2019, de file:///C:/Users/ESTUDIANTES/Downloads/lospee.pdf
- DGE. (s.f.). Símbolos gráficos en electricidad . *Norma DGE*, 91.
- Electrica de Guayaquil. (2012). *Normas de acometidas cuartos de transformadores y sistemas de medición para el suministro de electricidad*. Guayaquil.
- Enríquez Harper, G. (2004). *EL libro práctico de los generadores, transformadores y motores eléctricos*. México: Limusa .
- Escobar Atehortúa, J. D., Correa Colorado, R., & Gómez Daza, H. (16 de 10 de 2011). *Engormix*. Obtenido de Engormix:  
<https://www.engormix.com/avicultura/articulos/disenio-conceptual-maquina-peletizadora-t28516.htm>
- Espina Alvarado, J. (30 de 4 de 2017). *Sector electricidad* . Obtenido de <http://www.sectorelectricidad.com/17597/carga-demanda-y-energia-electrica-conceptos-fundamentales-para-la-distribucion-de-electricidad/>
- Fernández Pilataxi, C. P., Quintero Samaniego, V. S., & Vargas Tipanta, J. R. (2014). *Diseño y construcción de una mezcladora de balanceado para pollos parrilleros. Máquina con una capacidad de 1000Kg/h*. Quito.
- FLACSO-MIPRO. (2012). *Elaboración de balanceados para exportación*. 6.
- Gabri. (22 de 5 de 2018). *ArcGeek*. Obtenido de ArcGeek:  
<https://acolita.com/que-es-el-error-cuadratico-medio-rmse/>
- LLerena Poveda, B. L. (2015). *Estimación de la demanda eléctrica a corto plazo del sistema nacional interconectado, mediante los métodos de series temporales y redes neuronales*. Quito.

- Ortiz Alvarado, M. E. (2015). *Pronóstico de la demanda eléctrica residencial basado en el modelo de regresión adaptiva multivariante spline(MARS)*. Quito.
- Ramírez Chávez, M. I. (5 de 2013). *Ahorro de energía por corrección del factor de potencia*. Santiago de Querétaro.
- Tutoriales, G. (26 de 1 de 2015). *Gestión de Operaciones*. Obtenido de Gestión de Operaciones:  
<https://www.gestiondeoperaciones.net/proyeccion-de-demanda/error-porcentual-absoluto-medio-mape-en-un-pronostico-de-demanda/>
- VallalMigBe. (15 de 12 de 2016). *bloggabilidadimma*. Obtenido de bloggabilidadimma:  
<http://bloggabilidadimma.blogspot.com/2016/12/desviacion-media-absoluta-dam.html>
- Videla Flores, A. (12 de 5 de 2014). *Manual de motores eléctricos*. Obtenido de <https://hackm365.com/x/manuales/Manual-de-motores-electricos.pdf>  
<https://hackm365.com/x/manuales/Manual-de-motores-electricos.pdf>
- Villacrés, F. (1975). La industria de alimentos balanceados en Ecuador. En F. Villacrés, *La industria de alimentos balanceados en Ecuador* (pág. 6). Quito: INIAP.

## **Glosario**

SAPG: Servicio de alumbrado público general

SPEE: Servicio público de energía eléctrica

ARCONEC: Agencia de Regulación y Control de Electricidad

CNEL-EP: Corporación nacional de electricidad

Aprehensivo: Perteneiente o relativo a la facultad mental de aprehender.

PIB: Producto interno bruto

DAM: Desviación Absoluta Media

ENC: Error Medio Cuadrado

PEMA: Porcentaje de Error Medio Absoluto

PME: Porcentaje Medio de Error

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1**

Plano situación actual.

En el anexo 1 se muestra el diagrama unifilar de la empresa avícola en la situación actual, en este plano se detallan los calibres del conductor, los disyuntores y ductos. La acometida en esta instalación está en baja tensión.

La instalación consta con un solo panel principal del cual se alimenta a todos los motores.

## **ANEXO 2**

### Plano proyección en el segundo año

En el anexo 2 se muestra el diagrama unifilar de la empresa avícola en el segundo año de proyección, en el cual se detalla los calibres de los conductores, los disyuntores, ductos, el transformador y su potencia.

Para esta instalación se considera una acometida en media tensión 13.8 KV

### **ANEXO 3**

#### Plano proyección tercer año

En el anexo 3 se muestra el diagrama unifilar de la empresa avícola en el tercer año de proyección, en el cual se detalla los calibres de los conductores, los disyuntores, ductos, el transformador y su potencia.

Para esta instalación se considera una acometida en media tensión 13.8 KV.

## **ANEXO 4**

### Plano proyección quinto año

En el anexo 4 se muestra el diagrama unifilar de la empresa avícola en el quinto año de proyección, en el cual se detalla los calibres de los conductores, los disyuntores, ductos, el transformador y su potencia.

Para esta instalación se considera una acometida en media tensión 13.8 KV



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Campoverde Tapia Yuberth Manuel**, con C.C: # **0705737138** autor del trabajo de titulación: **Estudio de la proyección de la demanda eléctrica de una empresa de crianza avícola y producción de alimento balanceado**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Eléctrico Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 18 de septiembre del 2019

f. \_\_\_\_\_

**Campoverde Tapia Yuberth Manuel**

**C.C: 0705737138**

<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>			
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN</b>			
<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Estudio de la proyección de la demanda eléctrica de una empresa de crianza avícola y producción de alimento balanceado.		
<b>AUTOR(ES)</b>	Yuberth Manuel Campoverde Tapia		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Luis Carlos Galarza Chacón		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de educación técnica para el desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Eléctrico mecánica		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero Eléctrico Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	18 de septiembre de 2019	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	65
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Instalaciones eléctricas,		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Demanda eléctrica, proyección, red eléctrica, métodos de proyección, regresión lineal, cálculo de errores		
<b>RESUMEN/ABSTRACT</b>			
<p>En esta investigación el objetivo es realizar la proyección de la demanda eléctrica de la empresa Avícola Campoverde ubicada en el cantón Marcabellí en la provincia de El Oro, la proyección se realizará en un periodo de tiempo de 5 años, como objetivos específicos tenemos describir los diferentes métodos de proyección, determinar los valores proyectados en los diferentes periodos de tiempo, diseñar una red eléctrica con los valores proyectados. Para el diseño de la red eléctrica se tomarán los valores de las proyecciones de 2, 3 y 5 años para así calcular los posibles nuevos equipos que se instalarán en dicha empresa, y esta manera poder realizar el cálculo de las protecciones, disyuntores, ductos y nuevos transformadores, ya que la actual red consta con un sistema en baja tensión 220/110 Voltios. La elección del método de proyección se hará por medio del cálculo de los errores de cada método, eligiendo el que se acople más a la investigación y que tenga un valor más bajo.</p>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593-98199015	E-mail: Yuberth_13@hotmailcom	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::</b>	<b>Philco Asqui, Luis Orlando</b>		
	<b>Teléfono:</b> (04) 2 20933 ext 2007		
	E-mail: <a href="mailto:luis.philco@cu.ucsg.edu.ec">luis.philco@cu.ucsg.edu.ec</a> / <a href="mailto:ute@cu.ucsg.edu.ec">ute@cu.ucsg.edu.ec</a>		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			