



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ  
EXTENSIÓN CHONE**

**CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, MODALIDAD PROYECTO DE  
INVESTIGACIÓN**

**TÍTULO:**

**“MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA EN LAS INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS MEDIANTE UN ANÁLISIS DE CARGA DE LA UNIDAD  
EDUCATIVA “RAYMUNDO AVEIGA” DEL CANTÓN CHONE.”**

**AUTOR:**

**ALVARADO GILCES MARIO LUIS**

**TUTOR:**

**ING. JOSÉ IVÁN GARCÍA HOLGUÍN**

**CHONE-MANABÍ-ECUADOR**

**2017**

Ing. José Iván García Holguín, Mgs. Docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone, en calidad de Tutor del Trabajo de Titulación.

**CERTIFICO:**

Que el Trabajo de Titulación denominado: **“MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS MEDIANTE UN ANÁLISIS DE CARGA DE LA UNIDAD EDUCATIVA “RAYMUNDO AVEIGA” DEL CANTÓN CHONE”** ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo.

Las opiniones y conceptos vertidos en este Trabajo de Titulación son fruto de la perseverancia y originalidad de su autor: **ALVARADO GILCES MARIO LUIS**; siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, Mayo de 2017

---

**Ing. José Iván García Holguín, Mgs**  
**TUTOR**

## **DECLARATORIA DE AUTORÍA**

Dejamos constancia que el presente Trabajo de Titulación con el Título: **“MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS MEDIANTE UN ANÁLISIS DE CARGA DE LA UNIDAD EDUCATIVA “RAYMUNDO AVEIGA” DEL CANTÓN CHONE”** es inédito y el resultado del trabajo de investigación emprendido por su autora.

---

**Alvarado Gilces Mario Luis**  
**AUTOR**



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ  
EXTENSIÓN CHONE**

**ACTA APROBACIÓN DE SUSTENTACIÓN DEL TRIBUNAL  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA  
TRABAJO DE TITULACIÓN**

Los Miembros del Tribunal Examinador aprueban el informe escrito del Trabajo de Titulación **“MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS MEDIANTE UN ANÁLISIS DE CARGA DE LA UNIDAD EDUCATIVA “RAYMUNDO AVEIGA” DEL CANTÓN CHONE”**, elaborado por el egresado **ALVARADO GILCES MARIO LUIS** de la Carrera Ingeniería Eléctrica.

Chone, Mayo de 2017

---

**Ing. Odilón Schnabel Delgado**  
**DECANO**

---

**Ing. José Iván García Holguín, Mgs**  
**TUTOR**

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**SECRETARIA**

## DEDICATORIA

Este es uno de los días que siempre espere conseguir, uno de los propósitos que me proyecte desde pequeño, estudiar y sobresalir graduándome de la Universidad, hoy ese sueño está hecho realidad al ser un **Ingeniero Eléctrico**, para luego continuar mi vida de forma profesional.

Ha sido gratificante gracias al apoyo fundamental e incondicional de **Mis Padres EUGENIO HUMBERTO ALVARADO CAICEDO y MIRIAN ALEXADRA GILCES CARREÑO**, por ello **Mi Dedicatoria**.

Considero el pilar fundamental para el logro alcanzado es la existencia de mis hijos **KLEYER SAMUEL ALVARADO BERMELLO y DANNA XAMANTHA ALVARADO BERMELLO**, por ello doy gracias a Dios por permitirme alcanzar unos de mis objetivos de vida.

Con mucho cariño a todos quienes me acompañan en esta meta maravillosa.

***“Mario Luis”***

## AGRADECIMIENTO

Puede que no tengamos que ser felices, puede que la gratitud no tenga nada que ver con la alegría, puede que ser agradecido signifique estar contento con lo que tienes, apreciar las victorias, admirar la lucha que implica seguir viviendo. Quizás estamos agradecidos por lo que nos resulta familiar y puede que por las cosas que no sabremos nunca. Al final del día el simple hecho de tener el valor de no derrumbarnos, es suficiente motivo para celebrarlo, por lo que quiero agradecer:

A Dios, por haberme dado sabiduría durante todo este tiempo, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, gracias a ti finalmente podre graduarme, agradecida con **Dios** por tener a **Mis Padres**, y a todo mi entorno familiar dedicado, comprometido conmigo a cada uno de ellos, por estar en las situaciones difíciles, y saber continuar hoy se reflejan en este día tan especial, y estar con las personas más cercanas a mí, lo cual es grandioso saber, que siempre están con migo.

Dedico **Mis Agradecimientos** a todos quienes fueron parte de mi **Carrera Universitaria**, para lograr la meta que hoy es realidad además tener presente que gracias a los docentes de la institución, quienes gracias a ellos se responsabilizados de llevar su cátedra al aula, de clases e impartir sus conocimientos, por todo ello me con mucha gratitud mi agradecimiento, a mis hermanos, por su colaboración y compañía en todos estos años.

A todas aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

*“Mario Luis”*

## SÍNTESIS

Este trabajo de investigación surgió a partir de la necesidad de Mejora del factor de potencia en las instalaciones eléctricas mediante un análisis de carga de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone, para esto se realizó el estado del arte y una investigación de campo sobre Mejora del factor de potencia en las instalaciones eléctricas considerando interpretaciones de diferentes autores en relación al tema, para conocer los antecedentes que nos conlleva esta investigación, posteriormente se realizó un diagnóstico de la situación actual de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga”; se aplicaron técnicas de compilación de información que se utilizaron en esta investigación, las cuales cumplieron con las condiciones necesarias para obtener la información evidente y real del caso de estudio; donde se aprecia que el 83% de la muestra seleccionada informa que no tiene buen servicio eléctrico, se logró observar la necesidad de esta investigación por su relevancia se muestra la elaboración de la propuesta, denominada mejora del factor de potencia en las instalaciones eléctricas mediante un análisis de carga de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone

**Palabras Clave:** Mejora del factor de potencia, instalaciones eléctricas, carga, Unidad Educativa “Raymundo Aveiga.

## ABSTRACT

This research work arose from the need to improve the power factor in the electrical installations by means of a load analysis of the "Raymundo Aveiga" Educational Unit of Canton Chone, for this the state of the art and field research On Improvement of the power factor in the electrical installations considering interpretations of different authors in relation to the subject, to know the antecedents that this research entails to us, later a diagnosis of the current situation of the Educational Unit "Raymundo Aveiga" was made; We used information compilation techniques that were used in this research, which fulfilled the necessary conditions to obtain the evident and real information of the case study; Where it is noted that 83% of the selected sample reports that it does not have good electrical service, it was possible to observe the necessity of this investigation because its relevance shows the elaboration of the proposal, denominated improvement of the power factor in the electrical installations by means of a Load analysis of the "Raymundo Aveiga" Educational Unit of Canton Chone

**Keywords:** Improvement of power factor, electrical installations, load, Educational Unit "Raymundo Aveiga".



## ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINAS</b>
PORTADA.....	i
CERTIFICO:.....	ii
DECLARATORIA DE AUTORÍA .....	iii
ACTA APROBACIÓN DE SUSTENTACIÓN DEL TRIBUNAL .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
SÍNTESIS.....	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
CAPITULO I.....	8
1. Estado de Arte .....	8
1.1. Carga Eléctrica .....	8
1.1.1. Campo Eléctrico.....	8
1.1.2. Campo Magnético .....	9
1.1.3. Pérdidas Técnicas.....	11
1.1.4. Factores que inciden en las Pérdidas Técnicas: .....	13
1.1.5. Pérdidas no Técnicas o Negras .....	13
1.1.6. Perdidas de Energía Eléctrica.....	14
1.1.7. Servicio Eléctrico .....	16
1.1.8. La Energía eléctrica y el medio ambiente .....	17
1.1.9. Daños Causados por la Electricidad.....	18
1.1.10. Daños Causados por la corriente a través del cuerpo humano .....	18

1.1.11. Características de los Sistemas Eléctricos.....	18
1.1.12. Riesgos por Electrocutación.....	19
1.1.13. Sistemas Eléctricos de Alta Tensión.....	19
1.1.14. Sistemas Eléctricos de Baja Tensión.....	20
1.1.15. Por Riesgos de Arcos Eléctricos .....	20
1.1.16. Riesgos de Campos Electromagnéticos .....	21
1.1.17. Condiciones que Intervienen en el Riesgo Eléctrico.....	21
1.1.18. Por acciones Inseguras de Terceros .....	21
1.2. Instalaciones Eléctricas .....	21
1.2.1. Clasificaciones de Instalaciones Eléctricas .....	22
1.2.2. Totalmente Visibles .....	22
1.2.3. Potencias Eléctricas.....	25
1.2.4. Elementos de una Subestación Eléctrica.....	28
1.2.5. Sobre corrientes (Sobrecarga y circuito corto).....	29
1.2.6. Tres Efectos de Circuito Corto:.....	29
1.2.7. Nivel del Voltaje .....	30
1.2.8. Clasificación.....	30
1.2.9. Factor de Potencia .....	30
1.2.10. Incrementar la disponibilidad y confiabilidad.....	32
1.2.11. Sistemas aéreos .....	33
1.2.13. Tipos de Potencia .....	35
CAPITULO II .....	37
2. Diagnóstico de la Situación Actual .....	37
2.1. Análisis de la Tabulación de la Encuestas a los Estudiantes de Tercero de Bachillerato H Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” .....	37

2.2. Análisis de la entrevista Rector y Docente encargado del Área de Talleres y Laboratorios de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” .....	47
2.3. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	49
CAPÍTULO III .....	51
3. Propuesta .....	51
3.1. Título de la Propuesta.....	51
3.2. Objetivo de la Propuesta .....	51
3.3. Cobertura de la Propuesta .....	51
3.4. Beneficiarios de la Propuesta .....	51
3.5. Descripción del Modelo. ....	51
4.- CONCLUSIONES .....	67
5. RECOMENDACIONES .....	68
6. BIBLIOGRAFÍA.....	69
7. ANEXOS .....	71

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>CONTENIDOS</b>	<b>PÁGINAS</b>
2.1: Resultados Encuesta Pregunta 1.....	37
2.2: Resultados Encuesta Pregunta 2.....	38
2.3: Resultados Encuesta Pregunta 3.....	39
2.4: Resultados Encuesta Pregunta 4.....	40
2.5: Resultados Encuesta Pregunta 5.....	41
2.6: Resultados Encuesta Pregunta 6.....	42
2.7: Resultados Encuesta Pregunta 7.....	43
2.8: Resultados Encuesta Pregunta 8.....	44
2.9: Resultados Encuesta Pregunta 9.....	45
2.10: Resultados Encuesta Pregunta 10.....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>CONTENIDOS</b>	<b>PÁGINAS</b>
<b>2.1.-</b> Encuesta. Tomado de (Tabla n 1).....	37
<b>2.2.-</b> Encuesta. Tomado de (Tabla n 2).....	38
<b>2.3.-</b> Encuesta. Tomado de (Tabla n 3).....	39
<b>2.4.-</b> Encuesta. Tomado de (Tabla n 4).....	40
<b>2.5.-</b> Encuesta. Tomado de (Tabla n 5).....	41
<b>2.6.-</b> Encuesta. Tomado de (Tabla n 6).....	42
<b>2.7.-</b> Encuesta. Tomado de (Tabla n 7).....	43
<b>2.8.-</b> Encuesta. Tomado de (Tabla n 8).....	44
<b>2.9.-</b> Encuesta. Tomado de (Tabla n 9).....	45
<b>2.10.-</b> Encuesta. Tomado de (Tabla n 10).....	46

## INTRODUCCIÓN

En el contexto del Trabajo de Titulación según (Arnold, 2011), en la civilización moderna la disponibilidad de energía está fuertemente ligada al nivel de bienestar, a la salud y a la duración de vida del ser humano, en realidad vivimos en una sociedad que se podía denominar como engeridora, en esta sociedad, los países más pobres muestran los consumos más bajos de energía, mientras que los países más ricos utilizan grandes cantidades de la misma, sin embargo este escenario está cambiando de forma drástica, cambio que se acentuará en los próximos años, donde serán precisamente los países en vías de desarrollo quienes experimenten con mayor rapidez un aumento en su consumo de energía debido al incremento que tendrán tanto en sus poblaciones como en sus economías.

La demanda de electricidad, de acuerdo con las últimas previsiones realizadas en 2007, crecerá fuertemente entre 2004 y 2030, la producción a escala mundial crecerá un 2,4% anual en este periodo, de los 16.424 billones de KWH a los 30.364 billones, la mayor parte de este crecimiento, como en el caso del carbón, se debe a las necesidades de las economías emergentes fuera de la OCDE(Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos), de hecho, para el año 2030 se prevé que las economías en desarrollo ya generen más electricidad que los países OCDE, mientras que la demanda crecerá a una tasa tres veces mayor en las primeras que en los segundos.

(Enríquez, 2010), menciona que estas diferencias se establecen teniendo en cuenta la mayor madurez de las infraestructuras eléctricas en los países OCDE, así como las previsiones de un nulo o incluso negativo crecimiento demográfico en los mismos durante los próximos 25 años, por otro lado, las progresivas mejoras en la condiciones de vida en muchos países en desarrollo conllevarán mayores demandas de electricidad, en general, la generación de energía eléctrica consiste en transformar alguna clase de energía química, mecánica, térmica o luminosa, entre otras, en energía eléctrica, para la generación industrial se recurre a instalaciones denominadas centrales eléctricas, que ejecutan alguna de las transformaciones citadas, estas constituyen el primer escalón del sistema de suministro eléctrico.

(Johannsen, 2012), manifiesta que desde que se descubrió la corriente alterna y la forma de producirla en los alternadores, se ha llevado a cabo una inmensa actividad

tecnológica para llevar la energía eléctrica a todos los lugares habitados del mundo, por lo que, junto a la construcción de grandes y variadas centrales eléctricas, se han construido sofisticadas redes de transporte y sistemas de distribución sin embargo, el aprovechamiento ha sido y sigue siendo muy desigual en todo el planeta así, los países industrializados o del Primer mundo son grandes consumidores de energía eléctrica, mientras que los países del llamado Tercer mundo apenas disfrutan de sus ventajas.

(Serrano, 2011), señala que la demanda de energía eléctrica de una ciudad, región o país tiene una variación a lo largo del día, esta variación es función de muchos factores, entre los que destacan: tipos de industrias existentes en la zona y turnos que realizan en su producción, climatología extremas de frío o calor, tipo de electrodomésticos que se utilizan más frecuentemente, tipo de calentador de agua que haya instalado en los hogares, la estación del año y la hora del día en que se considera la demanda, la generación de energía eléctrica debe seguir la curva de demanda y, a medida que aumenta la potencia demandada, se debe incrementar la potencia suministrada.

Esto conlleva el tener que iniciar la generación con unidades adicionales, ubicadas en la misma central o en centrales reservadas para estos períodos, en general los sistemas de generación se diferencian por el periodo del ciclo en el que está planificado que sean utilizados, se consideran de base la nuclear y la eólica, de valle la termoeléctrica de combustibles fósiles, y de pico la hidroeléctrica principalmente los combustibles fósiles y la hidroeléctrica también pueden usarse como base si es necesario.

(Calderón, 2010), manifiestan que un gran número de fallas se presentan en los sistemas de transmisión eléctrica, afectando a los consumidores y aumentando los costos de mantenimiento y operación para la empresa prestadora del servicio de energía eléctrica al disponer de recursos para su localización es por ello que diversas formas de localización de fallas están siendo estudiadas por la comunidad científica de modo que se disminuya el tiempo de interrupción entre las más comunes se encuentran las que son basadas en el cálculo de impedancia de secuencia positiva de la línea en el punto de falla, el cual es medido en la subestación a partir de señales de corriente y tensión.

Entre las fallas presentes en los sistemas de transmisión, se encuentra una clase especial de fallas que pueden ocurrir en sistemas de transmisión eléctrica llamadas fallas de alta impedancia, generalmente esta falla presenta un valor elevado de impedancia en el

punto de falla, lo que ocasiona una corriente de baja magnitud en comparación con fallas solidas fallas francas o de muy baja impedancia una característica importante asociada a las fallas de alta impedancia es su no linealidad, o sea una corriente de falla producida puede no ser puramente sinusoidal, siendo una composición de diferentes frecuencias armónicas a la fundamental.

(Guerrero, 2012), indican que una no linealidad está generalmente asociada a un arco eléctrico que puede estar relacionado al punto de contacto del conductor con la tierra u otro objeto durante la ocurrencia de una falla de alta impedancia, debido a sus características, la presencia de fallas de alta impedancia puede no ser detectada en las señales de tensión y corriente utilizadas por los dispositivos de protección y localización, mientras que una baja amplitud de la corriente generada por la falla de alta impedancia puede ser confundida con un crecimiento de carga.

Como resultado de esta situación, los sistemas de protección y localización pueden no actuar correctamente en la localización y eliminación de este tipo de falla, resultado en riesgos para la población y daños en materiales, consumidores y en el sistema, un sistema eléctrico de potencia está constituido por las centrales de generación, líneas de transmisión interconectadas entre sí, sistemas de distribución y comercialización, esenciales para el consumo de energía eléctrica, los cuales deben ser operados eficazmente para el cumplimiento de la regulación y estándares de calidad.

Para (Valencia, 2010), centrales de generación este es el primer eslabón de la cadena de valor de la energía eléctrica, generalmente se encuentran situadas cerca de la fuente de energía primaria y lejana de los centros de consumo, es aquí donde se lleva a cabo la producción de energía eléctrica, mediante la transformación de la fuente de energía primaria, pudiéndose clasificar de acuerdo a esta, de la siguiente manera:

- ✓ Centrales Hidroeléctricas
- ✓ Centrales Termoeléctricas
- ✓ Centrales Geotermoeléctricas
- ✓ Centrales Nucleoeléctricas
- ✓ Centrales Eólicas
- ✓ Centrales Solares



Las centrales generadoras se construyen de tal forma, que por las características del terreno se adaptan para su mejor funcionamiento, rendimiento y rentabilidad, líneas de Transmisión, están compuestas por conductos cuando son subterráneas o por grandes torres metálicas cuando son aéreas, que soportan los cables que transportan la energía eléctrica desde los centros de generación hasta zonas de distribución más cercanas a los consumidores, para un transporte eficiente se eleva el voltaje, por medio de un transformador elevador en la subestación de generación y se reduce el nivel a través de un transformador reductor en la subestación de distribución.

(Valencia, 2010), señala que actualmente las entidades prestadoras del servicio de transmisión de energía se enfrentan a la necesidad de realizar un despeje rápido de las fallas que presente el sistema de transmisión eléctrica la rápida identificación y localización de la falla en la línea de transmisión permite desplazar al sitio todos los recursos técnicos y humanos a la mayor brevedad, aumentado la posibilidad de rehabilitar el tramo y restablecer el servicio de fluido eléctrico en el menor tiempo posible, la operación del sistema eficientemente en la prestación del servicio es un tema fundamental para el desarrollo, y aún más cuando el sector eléctrico es uno de los renglones socioeconómicos más importantes de cualquier región o país.

(Mora, 2009), indica que la interrupción de fluido eléctrico afecta gravemente la economía de un país reflejándose principalmente en sus sectores:

- ✓ Sector Industrial: Afecta gravemente la elaboración y suministro de productos esenciales como los alimenticios, y los relacionados con la salud; asimismo disminuyen las divisas que ingresan al país.
- ✓ Sector Público: Traumatiza el normal desarrollo de actividades, manejo y funcionamiento del estado (Notarias, sedes judiciales, defensa nacional).
- ✓ Masa Poblacional: Generalmente sin posibilidades de plantas eléctricas e inversores.

(Sanz, 2010), señala que la calidad de servicio de un sistema eléctrico puede cuantificarse a través de varios parámetros, relacionados con: la continuidad de servicio, las fluctuaciones de voltaje el contenido armónico de las formas de onda de voltaje y de corriente junto a las variaciones de frecuencia, de estos aspectos del servicio eléctrico, son imputables al sistema de distribución, en gran medida, la continuidad de suministro,

las variaciones de voltaje y armónicos, puesto que la regulación de frecuencia es responsabilidad de la generación el concepto de calidad de servicio, se encuentra íntimamente ligado al de confiabilidad existente en el sistema eléctrico.

Éstos cobran cada vez más importancia, dada la presencia de una mayor cantidad de cargas sensibles tanto a las variaciones de voltaje como a los cortes de suministro, aunque éstos sean de muy corta duración, en términos generales la calidad de servicio eléctrico tiene relación con el servicio que se presta, especialmente en lo que se refiere a calidad de onda, continuidad del suministro y frecuencia de las interrupciones, como también, en el caso de las empresas distribuidoras de electricidad, a la atención que recibe el consumidor final, dentro de la división de calidad podemos encontrar: calidad técnica del producto y continuidad.

- a) Continuidad: Número, duración y frecuencia de las interrupciones.
- b) Calidad técnica del producto: Se refiere a todo lo relacionado con la forma de onda, como por ejemplo niveles de tensión, rangos de frecuencia, flickers, armónicas.

(Vanegas, 2010), manifiesta que la calidad de la energía es muy amplia pero se puede definir como la ausencia sobretensiones, deformaciones producidas por armónicas en la red y variaciones de voltaje además le concierne la estabilidad de voltaje, la frecuencia y la continuidad del servicio eléctrico actualmente la calidad de la energía es el resultado de una atención continua en años recientes, esta atención ha sido de mayor importancia debido al incremento del número de cargas sensibles en los sistemas eléctricos, las cuales, por sí solas resultan ser una causa de degradación en la calidad de la energía eléctrica.

Las depresiones de voltaje por sólo cinco milisegundos son capaces de hacer que una computadora pierda su información o causar errores, es por esto que el incremento de equipos de procesamiento de datos ha marcado al problema de la calidad de la energía como un problema muy serio, las fluctuaciones de voltaje son imputables a algunos tipos de cargas, mientras que los cortes de suministro normalmente son problemas asociados a la red, como puede verse, en cada caso, las acciones tendientes a corregir los problemas corresponden a entidades diferentes.

(Toro, 2012), señala que incluso en las mejores áreas de suministro la corriente eléctrica sufre variaciones cuando éstas son pequeñas pueden pasar inadvertidas, aunque a la larga fatigan y acortan la vida útil de los equipos, pero si estas variaciones son mayores pueden ocasionar graves daños materiales se puede hablar de los siguientes fenómenos englobados dentro de esta categoría como lo son Picos de Tensión (Spikes), Sobretensiones (Surges), Dilatación de Voltaje (Swell), Depresión de Voltaje (Sags), Bajos de Tensión (Brownouts), Distorsión Armónica, Parpadeo (Flickers) y Ruido Eléctrico.

Los Picos de Tensión son grandes incrementos de la tensión de duración infinitesimal, es posible, que de todos los fenómenos que aquí se discutirán, sea el más peligroso y más difícil de tratar, la mayoría de las veces son ocasionadas por factores externos como el arranque, en las proximidades, de un gran motor eléctrico o la recuperación después de un corte de suministro de la central eléctrica, los efectos suelen ser devastadores se habla de puntas que pueden rondar los 1.000 voltios que, momentáneamente, llegan a equipos diseñados para trabajar a sólo 220 V que a la hora de elegir un protector contra estos fenómenos se debe tener en cuenta fundamentalmente dos parámetros que la velocidad de reacción del elemento ante los picos sea lo más elevada posible y que, ante las puntas más severas, el protector se autodestruya a sí mismo aislando nuestro sistema de la red eléctrica como última medida de salvaguarda, (Morón, 2011).

Existen en el mercado diferentes soluciones de propósito general para protegerse de este fenómeno, transistores de sacrificio, arrays de transformadores, transformadores de tensión constante, etcétera, el costo de las mismas suele ser directamente proporcional a la verdadera protección que proporcionan, existen protectores más especializados pero también más costosos diseñados específicamente para salvaguardar elementos informáticos y que trabajan creando un camino eléctrico alternativo para derivar esos picos de tensión sin que lleguen a afectar los equipos.

(Gary, 2013), menciona que también proporcionan protección contra los picos de tensión proporcionando un suministro de tensión constante, no se debe olvidar que, como última opción, el protector debe de autodestruirse como medida de seguridad y es mucho más económico reemplazar o reparar un protector estos últimos son usados en instalaciones telefónicas, las sobretensiones son ocasionadas por causas similares a las que generan los picos de tensión, pero suelen ser de mayor duración y de menor

intensidad, la protección contra las sobretensiones es más sencilla que contra los picos reguladores de voltaje o una buena con protección y suministro de tensión constante solucionará fácilmente el problema.

Esta investigación busca dar solución a los diferentes problemas que se suscitan en la comunicación organizacional. El presente trabajo consta de tres capítulos donde el fin del mismo es mejorar del factor de potencia en las instalaciones eléctricas mediante un análisis de carga de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone, por lo que en primera instancia se realizó un análisis de conocimiento, para diagnosticar el problema a tratar, y por ultimo valorar los resultados los resultados de la investigación.

En el primer CAPÍTULO I, Se muestra el Estado de Arte en base a la investigación realizada en artículos científicos, libros, revistas, etc. Para dar a conocer más sobre mejora del factor de potencia en las instalaciones eléctricas mediante un análisis de carga de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga”, sus beneficios, la importancia de ella como también su incidencia en la actualidad, en cuando al desarrollo se refiere.

El CAPÍTULO II, se da a conocer el diagnostico de los resultados obtenidos, en las respectivas técnicas de recopilación de información que se dieron en el proceso, dando así el conocimiento de la situación actual en la que se encuentra la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone.

En el CAPÍTULO III, se presenta la solución al problema encontrado, con la propuesta establecida la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone, que es la elaboración de una propuesta para la aplicación de mejora del factor de potencia en las instalaciones eléctricas mediante un análisis de carga que pretende cambiar y así resolver su principal problema y contribuir con el requerimiento para sus educandos, y que el trabajo dentro de la unidad educativa funcione lo mejor posible dando el servicio conveniente, y así evitar los problemas encontrados en por su actual situación.

## CAPITULO I

### 1. Estado de Arte

#### 1.1. Factores de Potencia

##### 1.1.1. Carga Eléctrica

Es innegable reconocer la eficiencia de la contribución que sobre nivel de riqueza y prosperidad de un país tiene el consumo de la energía eléctrica, desde la perspectiva, es necesario resaltar que los mayores acontecimientos que han ido configurando la situación actual de los distintos sistemas eléctricos han constituido avances científicos y tecnológicos de singular excepción que han contribuido de una manera muy directa al grado de desarrollo de nuestra civilización, por lo tanto estos acontecimientos precursores de la actualidad no deben tener un interés restringido al área delimitada por el sector eléctrico.

Toda la materia está formada de partículas diminutas llamadas átomos y estos a su vez están formados por partículas aún más pequeñas llamadas electrones que poseen carga eléctrica negativa, después están los protones que tienen carga eléctrica positiva por ultimo tenemos a los neutrones que no poseen carga neta el signo que se les da a las cargas eléctricas es solo un convenio que se observó desde que se comenzó a comprender la electricidad la carga eléctrica es una propiedad intrínseca de las la partículas que componen la materia, por ejemplo, si las partículas pierden electrones, esta quedaran cargadas positivamente, si la partícula gana electrones entonces su carga entonces será negativa a esto también se le llama ionización.

##### 1.1.2. Campo Eléctrico

(Valdés, 2009), manifiesta que el campo eléctrico, así como la fuerza gravitacional, son difíciles de visualizar pero no de detectar, los físicos en la antigüedad creían que existía un material que llamaban éter el cual ocupaba todo el espacio donde no hubiera materia y era el que causaba los efectos gravitatorios así, sola la presencia de una masa altera el medio de otra produciendo una fuerza gravitacional sobre ella esta alteración nos indica que hay un campo gravitacional que rodea a toda la materia de la misma manera el de

campo también comprende los objetos cargados eléctricamente en cuyo caso se conoce como campo eléctrico.

Una carga eléctrica puntual produce un campo eléctrico en el espacio circundante, este campo ejerce una fuerza sobre cualquier objeto cargado que se le acerque se debe insistir en que esta es una interacción entre dos cuerpos con carga los cuerpos cargados solo producen campos eléctricos alrededor de ellos, pero estos campos no ejercen fuerza sobre el cuerpo que los creó, sino que es necesaria la interacción con otros cuerpos cargados para que estos se manifiesten

### **1.1.3. Campo Magnético**

(Argudin, 2010), manifiesta que una barra imantada o un cable que transporta corriente pueden influir en otros materiales magnéticos sin tocarlos físicamente porque los objetos magnéticos producen un campo magnético los campos magnéticos suelen representarse mediante líneas de campo magnético o líneas de fuerza en cualquier punto, la dirección del campo magnético es igual a la dirección de las líneas de fuerza, y la intensidad del campo es inversamente proporcional al espacio entre las líneas en el caso de una barra imantada, las líneas de fuerza salen de un extremo y se curvan para llegar al otro extremo estas líneas pueden considerarse como bucles cerrados, con un polo del bucle dentro del imán y otro fuera.

En los extremos del imán, donde las líneas de fuerza están más próximas, el campo magnético es más intenso en los lados del imán, donde las líneas de fuerza están más separadas, el campo magnético es más débil según su forma y su fuerza magnética, los distintos tipos de imán producen diferentes esquemas de líneas de fuerza la estructura de las líneas de fuerza creadas por un imán o por cualquier objeto que genere un campo magnético puede visualizarse utilizando una brújula o limaduras de hierro los imanes tienden a orientarse siguiendo las líneas de campo magnético una brújula, que es un pequeño imán que puede rotar libremente, se orientará en la dirección de las líneas marcando la dirección que señala la brújula al colocarla en diferentes puntos alrededor de la fuente del campo magnético, puede deducirse el esquema de líneas de fuerza.

Igualmente, si se agitan limaduras de hierro sobre una hoja de papel o un plástico por encima de un objeto que crea un campo magnético, las limaduras se orientan siguiendo

las líneas de fuerza y permiten así visualizar su estructura las líneas del campo magnético describen de forma similar la estructura del campo magnético en tres dimensiones. Se definen: Si en cualquier punto de dicha línea colocamos una aguja de compás ideal, libre para girar en cualquier dirección, la aguja siempre apuntará a lo largo de la línea de campo.

Según (Poveda, 2009), menciona que una de las principales preocupaciones de una empresa eléctrica debe ser la evaluación del nivel de pérdidas en su área de concesión, en todos los subsistemas y componentes su transmisión, redes de distribución primaria, transformadores, redes de distribución secundaria, alumbrado público y sistema de medición, de forma que se puedan definir y establecer los mecanismos necesarios para su reducción en vista de que el valor de las pérdidas de energía es uno de los indicadores de la gestión técnico administrativa de las empresas eléctricas, es conveniente determinar la cantidad de energía que se pierde.

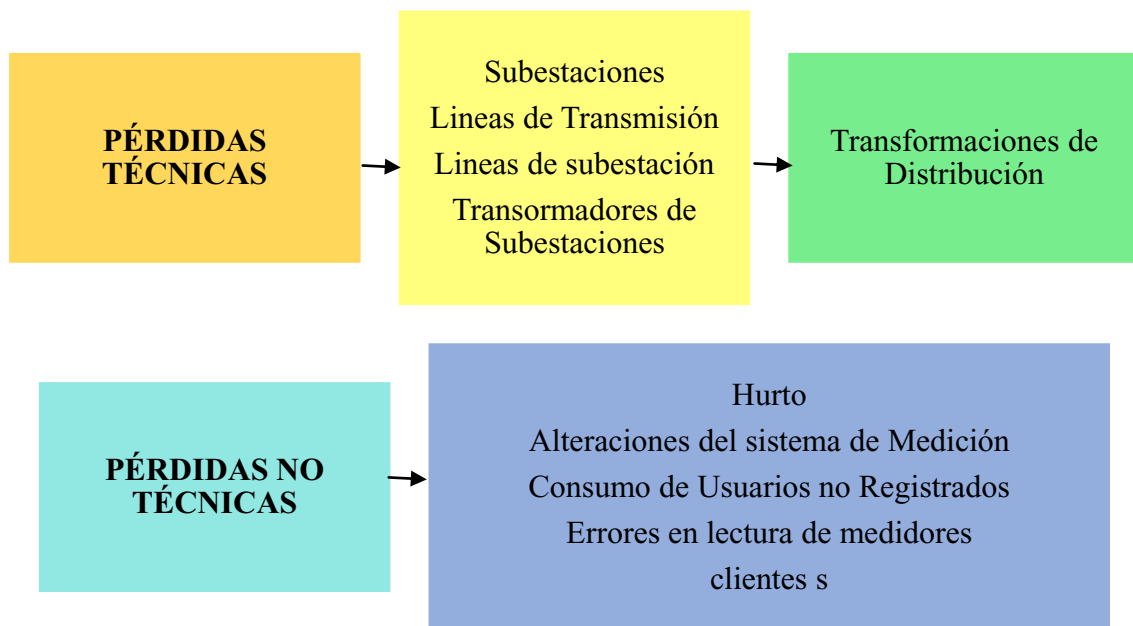
✓ Pérdidas Técnicas

✓ Pérdidas No Técnicas

(Neira, 2011), indica que las pérdidas no técnicas son consecuencias de deficiencias en la parte administrativa de la empresa distribuidora, en la cual están involucrados procesos internos, desde contables hasta políticas establecidas la magnitud de las pérdidas no técnicas dentro de un subsistema es un parámetro que la empresa distribuidora tiene que controlar, ya sea con mayor revisión de conexiones ilegales, mediciones precisas de consumos en los medidores de energía de los usuarios control y verificación de las lecturas de contadores de energía, así como el proceso de ingreso a la base datos, actualización de los listados de los clientes registrados al sistema y sus categorías tarifarias, a fin de reducir este tipo de pérdidas hasta desaparecerlas.

(Martín, 2011), señala que en un sistema de distribución eléctrica se tiene innegablemente pérdidas técnicas debido a que no existe un sistema ideal sin pérdidas de ningún índole, sino al contrario, los subsistemas poseen estos márgenes de pérdidas, pero si estos valores son excesivos, significa que no existe suficiente ingeniería por parte se encuentra en condiciones incorrectas, y por tanto resultados negativos para la comunidad en general las pérdidas son una sombra oscura para cualquier empresa

distribuidora, por tal razón necesitan reducir sus índices debe realizar diferentes pasos para un estudio adecuado de sus pérdidas, primero un diagnóstico completo de la situación actual por la que pasa la entidad, relacionar este diagnóstico con índices históricos de años anteriores de la empresa, para buscar alternativas y establecer metas para la reducción de éste índice, para esto es necesario establecer sus causas y sus posibles soluciones.



**Figura 1.1.-** Clasificación de Pérdidas. Tomado de (Martín, 2011)

#### **1.1.4. Pérdidas Técnicas**

Para (Granada & Escobar, 2009), mencionan que el conjunto de pérdidas eléctricas debidas a fenómenos físicos dentro de los elementos son denominadas pérdidas técnicas las pérdidas técnicas constituyen la energía que se disipa y que no puede ser aprovechada de ninguna manera, pero que sin embargo puede ser reducida a valores aceptables según planes establecidos para dicho efecto las pérdidas técnicas se presentan principalmente por la resistencia de los conductores que transportan la energía desde los lugares de generación hasta llegar a los consumidores.



Existen las pérdidas de transmisión de alto voltaje y las pérdidas en las líneas de distribución dentro de las ciudades, pueblos y áreas rurales, así como también pérdidas en los núcleos de los transformadores de las subestaciones y de distribución pérdidas por corriente parásita e histéresis pérdidas independientes de demanda estas pérdidas dependen principalmente de la variación de voltaje, se presentan en los transformadores y máquinas eléctricas, se deben a las corrientes de y ciclos de histéresis producidos por las corrientes de excitación.

(Riofría, 2010), manifiesta que las pérdidas por la variación de demanda son aquellas que se encuentran relacionadas con las corrientes que circulan por los elementos del sistema partir de las curvas de carga de los componentes del sistema y las pérdidas de potencia se pueden calcular las pérdidas de energía para lograr esto, la información requerida es voluminosa, como se demuestra en este estudio, con lo que es posible realizar una excelente determinación de pérdidas técnicas, esta información recopila datos de descripción de componentes, características y especificaciones.

### **Pérdidas por transporte**

- ✓ En líneas de transmisión
- ✓ En líneas de subtransmisión
- ✓ En circuitos de distribución primaria
- ✓ En circuitos de distribución secundaria.

### **Pérdidas por transformación**

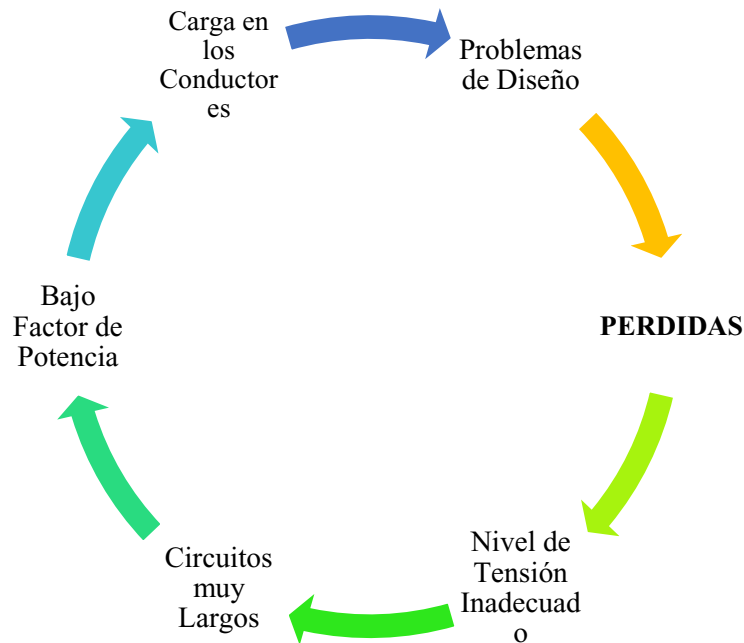
- ✓ En transmisión / subtransmisión
- ✓ En subtransmisión / distribución
- ✓ En transformadores de distribución

### **Las pérdidas por causas:**

- ✓ Pérdidas por efecto corona
- ✓ Efecto skin
- ✓ Pérdidas por efecto joule
- ✓ Conexiones deficientes
- ✓ Pérdidas por corrientes parásitas e histéresis

#### 1.1.4. Factores que inciden en las Pérdidas Técnicas:

(Rosero, 2010), menciona que de estudios realizados sobre pérdidas de energía a empresas eléctricas, se ha tenido como resultado que en la parte de distribución y concretamente la que corresponde a baja tensión es donde se tiene el mayor porcentaje de pérdidas debido a factores que influyen.



**Figura 1.2.** Factores que Inciden en las pérdidas técnicas. Tomado de (Rosero, 2010)

#### 1.1.5. Pérdidas no Técnicas o Negras

(Chumacero, 2009), señala que las pérdidas no técnicas no constituyen una pérdida real de energía para una economía, al contrario esta energía se encuentra utilizada por algún usuario, ya sea dentro de los clientes de la empresa distribuidora o no la empresa distribuidora que presta los servicios a la comunidad no recibe el pago correspondiente las empresas deben llevar registros precisos de la energía que se suministra a los usuarios a fin de cobrar la energía que éstos utilizan, pero por ciertas razones no existe exactitud en el registros de los consumos, lo cual representa pérdidas para la empresa.

**Las Pérdidas Técnicas:** representan una verdadera pérdida de energía desde el punto de vista físico es energía que no puede ser utilizada de ninguna manera y cualquier medida que permita reducirla representa un beneficio para el sistema eléctrico.

**Las pérdidas no técnicas:** por otra parte representan la energía que está siendo utilizada para algún fin, pero por la cual la empresa no recibe pago alguno. Para las finanzas de la empresa esto es un perjuicio, que generalmente es transferido parcial o totalmente a los clientes que si pagan por el servicio de energía eléctrica.

#### **1.1.6. Pérdidas de Energía Eléctrica**

Las pérdidas dentro de un sistema y subsistemas de distribución se pueden evaluar mediante diferentes procedimientos de estimación para lo cual se debe tener en cuenta lo siguiente:

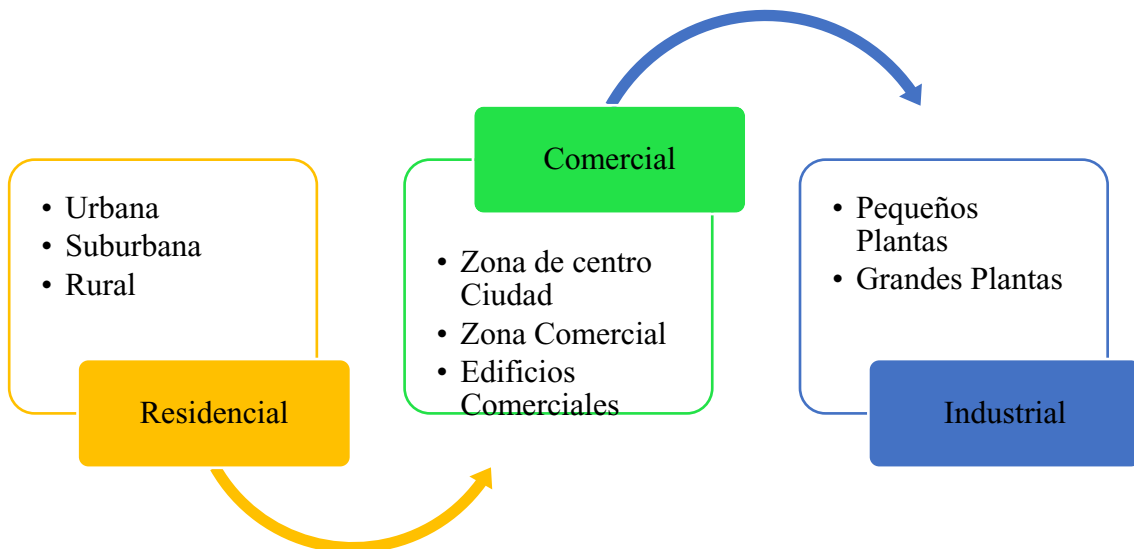
- ✓ Diagramas de topologías de las redes primarias y secundarias del sistema.
- ✓ Calibre de los conductores involucrados
- ✓ Dispositivos de protección dentro de la topología del estudio
- ✓ Guías de los circuitos dentro del alimentador
- ✓ Rutas de cada circuito
- ✓ Información de los transformadores de distribución.

#### **Información de la carga dentro del sistema**

- ✓ Datos de demanda de energía
- ✓ Datos de energía de los transformadores de distribución.

#### **Clasificación de las Cargas**

Los tipos de cargas.- los cuales se deben tomar solamente como valores indicativos, y solamente sirven para una clasificación de áreas de distribución de energía eléctrica.



**Figura 1.3.-** Tipos de Carga Eléctricas. Tomado de (Chumacero, 2009)

De todas las formas de energía conocidas en la actualidad, la que más se emplea para la economía y desarrollo de cualquier país, es la energía eléctrica, debido a que ésta constituye el pilar fundamental del desarrollo social e industrial de todos los países, así como un elemento esencial para el desarrollo tecnológico los primeros sistemas eléctricos de potencia estaban basados en corriente continua (CC), cerca de 1882 y alimentaban pequeñas cargas de iluminación en casas y avenidas, en 1890 aparecen los primeros sistemas eléctricos de potencia de corriente alterna (CA) y eran circuitos monofásicos.

El transformador, la transmisión en CA y los sistemas trifásicos fortalecieron el uso de los sistemas en CA se utilizaron diferentes valores de frecuencia y un uso progresivo de altos niveles de voltaje las bases de la energía eléctrica fueron cimentadas a mediados del siglo XIX, cuando el científico inglés, Michael Faraday, en el año de 1831, descubrió el fenómeno de la inducción electromagnética las posteriores investigaciones de la interacción de los conductores de corriente eléctrica con el campo electromagnético posibilitaron la creación de generadores eléctricos, que transforman la energía mecánica del movimiento giratorio en energía eléctrica, lo que formó la base de un sistema eléctrico de potencia hoy en día, los distintos componentes de un Sistema Eléctrico de Potencia, esto es generación, transmisión y distribución son en CA mediante el uso de sistemas trifásicos, y operan si se quiere en rangos de voltaje y frecuencia constantes.

### **1.1.6. Servicio Eléctrico**

El crecimiento económico, traducido como el crecimiento país, implica un mayor consumo de energía asimismo, este comprende el desarrollo de nuevas economías en ámbitos geográficos más amplios, lo que lleva a la descentralización de la energía para atender nuevas y mayores demandas energéticas la electricidad se encuentra presente en los tres sectores económicos conocidos primario, secundario y terciario, siendo la diferencia entre estos el tipo de actividad económica que realizan mientras el sector primario se dedica a la obtención de productos directamente de la naturaleza, el sector secundario transforma materia prima en productos terminados o en proceso, y el terciario realiza la prestación de servicios, como lo son las comunicaciones, los servicios financieros e incluso de transporte como el tren eléctrico, la electricidad es un bien básico de nuestra economía, su suministro y precio afectan tanto a industrias proveedoras como industrias que requieren de su abastecimiento.

Los desarrollos energéticos del país, en especial de la energía eléctrica al ser la más empleada, poseen resultados favorables tanto en lo económico como en lo social debido a los altos niveles de inversión que requiere este sector y la generación de nuevos puestos de trabajo además, el correcto y eficiente suministro energético agrega competitividad a las empresas usuarias del servicio eléctrico al poder minimizar sus costos de producción de la misma forma, un suministro deficiente de energía provoca que los sectores productivos incurran en costes adicionales, o sencillamente vean restringidas o frustradas sus actividades productivas si bien la energía eléctrica no representa una parte importante dentro del costo de producción, los costos que genera su ausencia son mayores el impacto de la falta de energía eléctrica presenta valores importantes.

La energía eléctrica es considerada un bien de demanda intermedia cuando no está dirigida a los clientes finales y se encuentra orientada a actividades productivas la energía eléctrica es usada intensivamente en economías en vías de desarrollo al ser considerada una energía barata, y constituye un factor de costeo directo o indirecto dentro del coste total de producción su accesibilidad alienta a la creación de nuevas empresas de bajos capitales lo que se traduce en una mayor oferta de productos y servicios para atender la demanda de la población, y una mayor recaudación para el aparato estatal la electricidad es usada entonces intensivamente en todas las áreas

productivas y, por esto, ha de estar disponible en cantidad, calidad y precio adecuado al cliente final.

Los factores que se encuentran incluidos en la estimación de la calidad de vida evalúan el bienestar social de personas y sociedades desde la subjetividad del individuo y algunos factores económicos específicos si bien el consumo eléctrico no forma parte del índice de calidad de vida, como lo son la esperanza de vida, la estabilidad política y la tasa de desempleo es un reflejo del nivel de ingreso que posee una persona o familia asimismo, ayuda a satisfacer necesidades básicas como la alimentación, vivienda, salud y educación, ya que estas necesidades requieren el uso de energía eléctrica en su procesamiento, construcción, preservación e iluminación.

### **1.1.7. La Energía eléctrica y el medio ambiente**

Las actividades eléctricas como la generación, transmisión, distribución y el consumo mismo por parte de los clientes, generan impactos ambientales considerables, la quema de combustibles fósiles para la producción eléctrica, la modificación de ecosistemas para construcción de presas y centrales eléctricas, la instalación de torres de tensión y el tendido de redes para el transporte de la electricidad y el impacto del consumo de energía son algunos de ellos.

Entre las actividades eléctricas señaladas la que produce mayores impactos es la generación, en especial cuando la operación de la misma depende de combustibles fósiles, la energía eléctrica es una energía poco nociva para el medio ambiente pero la construcción de centrales eléctricas y sus operaciones son las que generan el mayor impacto, aparte de las emisiones propias de la quema de combustible en las centrales eléctricas, existe el ruido que producen las mismas y también, algunos residuos sólidos la transmisión y distribución de la energía eléctrica tienen impactos estos tienen alcance sobre la fauna de aves, la generación de campos electromagnéticos, además de otros de orden visual, como, el impacto estético de las redes de tensión sobre patrimonios naturales, históricos y culturales.

En el transcurrir de los años, la industria eléctrica ha venido evolucionando trayendo consigo grandes deleites al ser humano que a su vez ha sabido aprovechar esta forma de energía en múltiples aplicaciones para satisfacción de sus necesidades, estos grandes avances son consecuencias del esfuerzo y voluntad de muchas personas, desde

científicos, ingenieros, técnicos y hasta del usuario común que ha aprendido su mejor uso es importante conocer todo lo referente a la electricidad, incluyendo la seguridad en el uso de la misma, es así como, la seguridad de una instalación eléctrica desde los criterios de diseño hasta su puesta en utilización es materia fundamental para evitar accidentes, para la ejecución de cualquier proyecto de electrificación se debe llevar a cabo antes, una revisión documental, la cual ilustrará al investigador en el tema.

#### **1.1.8. Daños Causados por la Electricidad**

(Cortés, 2010), menciona que los accidentes eléctricos representan un porcentaje bajo respecto a otras causas, aunque la electricidad está presente en todo tipo de trabajo y actividades, algunos accidentes podrían evitarse si se utilizaran los EPP (Elementos de Protección Personal) equipos de protección personal y herramientas adecuadas, daños que pueden.

#### **Clasificación**

- ✓ Causados por el paso de la corriente a través del cuerpo humano.
- ✓ Por otras causas

#### **1.1.9. Daños Causados por la corriente a través del cuerpo humano**

(López, 2011), menciona que la causa fundamental de daños producidos por la electricidad, es el paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo humano, para que produzca el daño en el cuerpo humano es necesario que la corriente entre y salga del cuerpo ocasionando en muchos casos la muerte, y esto se da fundamentalmente cuando el cuerpo humano no tiene la resistencia necesaria, la natural y la protección que da los Elementos de Protección Personal.

#### **1.1.10. Características de los Sistemas Eléctricos**

- ✓ Por el riesgo de electrocución.
- ✓ Alta Tensión.
- ✓ Baja Tensión.
- ✓ Por el riesgo de arcos eléctricos.

- ✓ Por el riesgo de campos electromagnéticos.

#### **1.1.11. Riesgos por Electrocuación**

(Ramírez, 2009), indica que para que se produzca el paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano es necesario que se cierre un circuito una característica de los materiales aislantes es su resistividad y otra su rigidez dieléctrica o máxima tensión (kv/cm.) que pueden soportar manteniendo sus características entre ellas su alta resistividad, por lo tanto el empleo de tensiones altas presenta mayor riesgo por varios motivos:

- ✓ En primer lugar cuando se tiene un circuito cuanto mayor sea la tensión mayor será la intensidad.
- ✓ En segundo lugar cuanto mayor es la tensión mayor será la probabilidad de que se produzca un circuito por superar la rigidez dieléctrica de los aislantes.

Al aproximarse a una instalación con conductores no aislados se producen efectos capacitivos separación de dos conductores por un dieléctrico, estos efectos, aunque presentan impedancias altas, pueden provocar intensidades peligrosas si la tensión aumenta, las normas internacionales establecen una clasificación de los sistemas eléctricos por el nivel de tensión, como resultado de esta clasificación se tiene dos grandes grupos sistemas de Alta tensión, de Baja Tensión.

#### **1.1.12. Sistemas Eléctricos de Alta Tensión**

Son sistemas de alta tensión aquellos en los que se utilizan tensiones alternas de valor eficaz superior a 1000 V o tensiones continuas superiores a 1500 V, normalmente las instalaciones de alta tensión son de corriente alterna trifásicas y la tensión de las mismas se refiere al valor de su tensión de línea tensión eficaz entre cada dos de los tres conductores de fase.

Hay por lo tanto instalaciones de alta tensión en:

- ✓ Las centrales eléctricas
- ✓ Las líneas eléctricas de transporte y distribución en alta tensión.
- ✓ Las subestaciones eléctricas (instalaciones destinadas a maniobras de



- ✓ Conexión y desconexión así como a transformación de la tensión.

### **1.1.13. Sistemas Eléctricos de Baja Tensión**

(Guevara, 2009), manifiesta que los sistemas eléctricos de baja tensión se utilizan únicamente para la conversión de la energía eléctrica en otra forma de energía, la gran mayoría de receptores eléctricos están diseñados para el funcionamiento a baja tensión todas las instalaciones de baja tensión se alimentan con corriente alterna, habitualmente a tensiones eficaces de 220 V las monofásicas y de 380 V tensión de línea las trifásicas, sin embargo, hay partes de las instalaciones, que utilizan corriente continua o corrientes con formas de onda especiales, para fines específicos como el control de motores u otros receptores.

### **1.1.14. Por Riesgos de Arcos Eléctricos**

(Holgado, 2009), menciona que un arco eléctrico es una corriente eléctrica entre dos conductores a través del aire en condiciones normales es aislante siempre que no se supere su rigidez dieléctrica un arco puede producirse por modificar las condiciones de manera que se supere la rigidez dieléctrica del aire, como consecuencia de la maniobra de apertura o cierre de un elemento de interrupción de corriente eléctrica cuando se establece un arco en el aire suele convertirse en un cortocircuito y trata de propagarse en dirección a la fuente de alimentación, ya que como consecuencia de la energía el aire se ioniza y se vuelve conductor hasta que se enfríe de nuevo, si un interruptor se abre cuando circula a través de él una intensidad superior a la asignada como poder de corte, puede deteriorarse y ser incapaz de extinguir el arco y por lo tanto de interrumpir el paso de corriente

Existe riesgo de arcos eléctricos tanto en instalaciones de alta tensión como de baja tensión, los arcos eléctricos peligrosos se deben habitualmente a circunstancias fortuitas motivadas por fallos de las instalaciones o fallos en actuaciones humanas, los efectos de los arcos eléctricos dependen de la intensidad de la corriente del arco, y de la tensión las intensidades de cortocircuito son especialmente altas en las proximidades de los centros de transformación en instalaciones de baja tensión y en todos los puntos de las instalaciones de alta tensión.

### **1.1.15. Riesgos de Campos Electromagnéticos**

(Quadri, 2009), menciona que todos los elementos de una instalación que se encuentren a una cierta tensión producen campos eléctricos y todas las instalaciones por las que circule intensidad producen campos magnéticos debido a su carácter vectorial el campo resultante en un punto a cierta distancia puede resultar nulo, el mayor riesgo de presencia de campo eléctrico se produce como es lógico en las Instalaciones de alta tensión ya que es proporcional a la misma el mayor riesgo de presencia de campo magnético se produce alrededor de conductores por los que circulen intensidades elevadas ya sean de alta o de baja los casos citados anteriormente se refieren a objetos que producen campos eléctricos y magnéticos a frecuencia industrial (50Hz en Europa y 60Hz en América).

### **1.1.16. Condiciones que Intervienen en el Riesgo Eléctrico**

- ✓ Uso de Materiales Inadecuados en las Instalaciones.
- ✓ Falta de Conexión a tierra en artefactos o equipos.
- ✓ Aislamiento dañado en los conductores.
- ✓ Circuito sobrecargado.
- ✓ Artefactos eléctricos de uso doméstico en malas condiciones.

### **1.1.17. Por acciones Inseguras de Terceros**

- ✓ Robos de Corrientes, se utilizan conductores inadecuados y se producen sobre cargas y desequilibrios considerables, en los circuitos.
- ✓ Poda de árboles, cercanos a líneas eléctricas
- ✓ Roces a fuego cerca o debajo de líneas eléctricas.
- ✓ Accidentes de tránsito, choque de postes.

## **1.2. Instalaciones Eléctricas**

(Matos, 2010), menciona que se entiende por instalación eléctrica al conjunto integrado por canalizaciones, estructuras, conductores, accesorios y dispositivos que permiten el

suministro de energía eléctrica desde las centrales generadoras hasta el centro de consumo, para alimentar a las máquinas y aparatos que la demanden para su funcionamiento, para que una instalación eléctrica sea considerada como segura y eficiente se requiere que los productos empleados en ella estén aprobados por las autoridades competentes, que esté diseñada para las tensiones nominales de operación, que los conductores y su aislamiento cumplan con lo especificado, que se considere el uso que se dará a la instalación y el tipo de ambiente en que se encontrará es fundamental que una instalación eléctrica es el cumplir con los requerimientos planteados durante el proyecto de la misma, tendientes a proporcionar el servicio eficiente que satisfaga la demanda de los aparatos que deberán ser alimentados con energía eléctrica.

### **1.2.1. Clasificaciones de Instalaciones Eléctricas**

(Martinez, 2009), indica que las instalaciones eléctricas pueden clasificarse tomando como base varios criterios si se consideran las etapas de generación, transformación, transmisión y distribución se tendría que hablar de las centrales eléctricas, de los transformadores elevadores, de las líneas de transmisión, de las subestaciones reductoras y de las redes de distribución, si se clasifican a las instalaciones eléctricas en función de sus voltajes de operación, necesariamente habría que mencionarse: extra alta tensión, alta tensión, mediana tensión y baja tensión las instalaciones eléctricas se clasifican como residenciales, comerciales e industriales, las cuales se explican por sí mismas tomando en cuenta la anterior clasificación y considerando las características de los locales o de las áreas en donde se desarrollarán las instalaciones, estas pueden denominarse.

### **1.2.2. Totalmente Visibles**

En este caso, todas las partes componentes de la instalación eléctrica se encuentran a la vista y sin ningún elemento que le sirva como protección contra esfuerzos mecánicos, ni como protección en contra del medio ambiente.

### **Totalmente Entubadas**

Las instalaciones eléctricas son así realizadas, ya que las estructuras de la construcción y el material de los muros impiden el ahogar las canalizaciones, en este caso si existe protección mecánica y contra los factores ambientales.

### **Provisionales**

Este tipo de instalaciones se construyen para abastecer de energía eléctrica por períodos de tiempo cortos, como es en el caso de ferias, carnavales, exposiciones, juegos mecánicos, servicios en obras en proceso, etcétera.

### **De Emergencia**

Cuando se requiere contar con suministro continuo de energía eléctrica, se coloca una planta de emergencia que generalmente se pone en operación automáticamente al faltar la energía que proporciona la compañía suministradora es muy usual encontrar este tipo de instalaciones en grandes centros comerciales, hospitales, teatros, cines y en industrias que cuentan con un proceso de fabricación continuo.

### **Parcialmente Ocultas**

Se localiza este tipo de instalación en naves industriales donde parte de la canalización va por pisos y muros y la restante por armaduras; en edificios de bancos, oficinas y centros comerciales que cuentan con falso plafón.

### **Totalmente Ocultas**

En este caso la instalación eléctrica presenta un muy buen acabado, ya que quedan visibles solamente las tapas de los tomacorrientes, de los interruptores y de los centros de carga o tableros poseen el grado más alto de estética cuando los accesorios son de buena calidad y presentación.

### **A Prueba de Explosión**

Las instalaciones eléctricas a prueba de explosión se construyen en los locales y ambientes donde existen polvos o gases explosivos, así como partículas en suspensión factibles de incendiarse las canalizaciones deberán cerrar herméticamente se desarrollan este tipo de instalaciones en molinos de trigo, minas de tiro, gaseas, plantas petroquímicas, señala (Gallart, 2009).

(Akagi, 2009), menciona que las redes eléctricas se caracterizan en su funcionamiento por estar desequilibradas tanto en tensiones como en intensidades, bajo estas circunstancias, los procedimientos de cálculo se encuentran bien definidos desde el punto de vista del análisis de los flujos de potencia, pero no así desde el punto de vista de las potencias debidas a los desequilibrios tanto de corrientes como de tensiones en régimen permanente, por lo cual se hace necesario estimar y predecir el estado y funcionamiento de la red bajo éstas condiciones.

En cualquier punto de un sistema eléctrico, la cuantificación de la potencia aparente no viene determinada exclusivamente por las potencias activas y reactivas de la red, salvo que su reparto sea equitativo entre cada una de las fases, dando lugar en el caso contrario a ineficiencias debidas a los desequilibrios así pues, las potencias debidas a los fenómenos de desequilibrio deben de estar incluidas en la determinación de la potencia total aparente en los inicios del siglo XX se han abordado distintas teorías encaminadas a la definición de la potencia eléctrica, dividiendo ésta en componentes transformables en energía útil energía activa y en componentes ineficientes que no son transformables en energía útil, entre ellas la potencia reactiva.

(Alonso, 2012), señala que inicialmente en el cálculo de las instalaciones eléctricas tanto a nivel de baja como de alta tensión se ha adoptado la suposición de que las cargas son lineales y equilibradas, lo que implica una simplificación de las características reales de las redes eléctricas y de las cargas que de estas se alimentan, ya que conlleva implícitamente el no considerar las ineficiencias inherentes a la no linealidad y el desequilibrio de los sistemas eléctricos y por tanto la obtención de valores aproximados, no siempre aceptables, pudiendo llegar a tener desviaciones elevadas con respecto a los valores reales.

Desde el último tercio del siglo XX la consideración idealizada de cargas lineales y equilibradas dejó de ser válida debido a la evolución tecnología y a la creciente complejidad de los sistemas eléctricos, caracterizándose por el cada vez más elevado uso de cargas no lineales, equipos electrónicos, variadores de frecuencia, generaciones distribuidas, cargas monofásicas, etc., que han llevado al crecimiento incesante de corrientes no sinusoidales con alto contenido de armónicos, lo que se traduce en potencias de distorsión y a desequilibrios por asimetría de las tensiones y las corrientes

en las redes, dando lugar a potencias de desequilibrio que en todo caso provocan problemas en las redes eléctricas y en las cargas que a ellas se conectan.

(Budeanu, 2010), indica que esto hace que ya no sea suficiente la separación únicamente en potencias activas y potencias reactivas según la forma tradicional de concepción de las potencias basada en formas de onda de tensiones y corrientes sinusoidales y en potencias reactivas debidas a desfases ocasionados por reactancias inductivas y capacitivas, menciona que por tanto, es necesaria la identificación de las ineficiencias que se pueden producir en un sistema eléctrico, así como la caracterización de estas tanto las debidas a las potencias de distorsión por no linealidad, como las debidas a las potencias de desequilibrio ocasionadas por las asimetrías de las tensiones y corrientes, haciendo necesaria la identificación y cuantificación de sus efectos en las redes y sistemas eléctricos.

### **1.2.3. Potencias Eléctricas**

(Chan, 2010), manifiesta que para analizar los flujos de potencia de un sistema eléctrico es imprescindible cuantificar y medir de forma adecuada los diferentes fenómenos que intervienen en la transferencia de energía, como se encuentran entre sí relacionados y en la medida de lo posible, intentar dar un significado físico a cada uno de ellos los tipos de potencia y la cantidad de cada una de ellas que fluyen en un sistema eléctrico dependerán principalmente de las características del suministro de energía de la red y de la topología de las cargas que se encuentran conectadas a ella.

Desde hace varias décadas, debido principalmente a las características y a la conexión de las cargas, en el análisis de los sistemas eléctricos es necesario estudiar los fenómenos debidos a los desequilibrios existentes en los sistemas trifásicos y la distorsión debida a lo no linealidad de las cargas la aparición de estos efectos hace que la medida de la transferencia de energía basada en las teorías clásicas diste mucho de la realidad en este trabajo nos centraremos exclusivamente en el estudio de redes eléctricas desequilibradas sinusoidales

(Léon, 2010), manifiesta que el empleo de los sistemas eléctricos para la transferencia de energía se inició en las tres últimas décadas del siglo XIX la primera experiencia conocida en transmisión de energía eléctrica es atribuida a H. Fontaine en 1873 en la

Exposición de Viena en un principio, la energía se generaba en forma de corriente continua, pero, casi inmediatamente, se sustituyeron estos sistemas eléctricos por los de corriente alterna monofásica, primero, y trifásica, después, debido a la capacidad de transmitir la energía a muy largas distancias.

(Anda, 2010), señala que no obstante, pronto se observó que las corrientes necesarias para transmitir la energía neta eran mayores en corriente alterna que en corriente continua la explicación física a este hecho fue proporcionada por separado, quienes, simultáneamente, atribuyeron el mayor valor de la corriente en los circuitos de corriente alterna a la presencia en ellos de bobinas pocos años después, desarrolló el modelo analítico que explicaba el funcionamiento de los sistemas monofásicos lineales desde entonces, esta teoría ha sido recogida por numerosas normas y reglamentos, y en la actualidad es utilizada tanto en la enseñanza como en la práctica industrial.

La aplicación de la teoría de sobre otros sistemas eléctricos dio lugar a un conjunto de teorías, desarrolladas a lo largo del tiempo, denominadas para algunos de la energía eléctrica, que son las que tradicionalmente se han utilizado, y continúan siéndolo hoy en día, en la industria o en la enseñanza y han tenido el respaldo de influyentes sociedades científicas, en sus normativas como autor de una de estas teorías, aplicada a los sistemas monofásicos no lineales, e incluso en el pasado reciente, fue un importante defensor de las mismas las teorías de conservativas sólo aciertan en explicar el funcionamiento de los sistemas lineales, monofásicos y trifásicos equilibrados en los demás casos, las magnitudes que se establecen no siempre están relacionadas con el fenómeno que pretenden caracterizar o cuantificar.

(Alonso, 2009), menciona que la expresión de la potencia aparente de no tuvo por aquél entonces el apoyo de la comunidad científica, como tampoco lo tuvo la teoría desarrollada en el año 1932 para los sistemas monofásicos no lineales, al considerarse que sus magnitudes potencias no se derivaban de la energía, no cumplían el principio de conservación de la energía y, por tanto, no tenían significado físico hasta las últimas décadas del pasado siglo XX, estas teorías fueron utilizadas y aceptadas ya que en principio identificaban fielmente los fenómenos que se producían en los sistemas eléctricos a partir de esa época, debido a los importantes cambios que se producen en

estos sistemas, se pone de manifiesto que los resultados obtenidos en base a las antiguas teorías no son correctos cuando las tensiones y corrientes del sistema no son sinusoidales y equilibradas a partir de los años 70, aparecen numerosas teorías de la potencia eléctrica, basadas en principio, en modificaciones y ampliaciones de las teorías clásicas

En su conjunto, estos nuevos trabajos disponen en la actualidad con respaldos muy significativos de la comunidad científica, sin embargo, no siempre explican de forma adecuada el funcionamiento de los sistemas eléctricos. En algunos casos, porque no se tratan de verdaderas teorías de la potencia eléctrica que explican el funcionamiento de los sistemas eléctricos, sino que están enfocados a diseñar los circuitos de control de la mejora de eficiencia del sistema en otros casos.

Establecen su modelo de funcionamiento de los sistemas monofásicos no lineales como una modificación de la teoría de este modelo aparecen tres tipos de potencias con dimensiones de potencia aparente y ortogonales entre sí, denominadas: potencia aparente activa, reactiva y de distorsión donde sienta las bases para el cálculo en valor instantáneo de las corrientes activas el trabajo no fue publicado en inglés hasta desarrollan su modelo de funcionamiento en sistemas monofásicos no lineales como una modificación de la teoría de novedad, los autores descomponen la potencia ficticia de en dos componentes: potencia reactiva principal y residual.

(Berry, 2009), manifiesta que los sistemas, es un conjunto de técnicas que se basan en las leyes fundamentales de la electricidad, aplicables principalmente a circuitos trifásicos de corriente alterna, estas técnicas facilitan el cálculo del comportamiento de los sistemas bajo condiciones específicas, para auxiliar en el diseño de nuevos sistemas, para rediseñar los sistemas existentes, o bien, para hacer ajustes y modificaciones a partes de las instalaciones una instalación eléctrica debe distribuir la energía eléctrica a los equipos conectados de una manera segura y eficiente, en cualquier instalación eléctrica de alumbrado o fuerza, es conveniente tomar en consideración que debe cumplir con los siguientes requisitos:

**Seguridad.-** La instalación eléctrica debe realizarse de tal forma que no exista ningún riesgo para las personas y equipos que se encuentran instalados en dicha instalación, durante su operación común.



**Capacidad.-** Cada sistema eléctrico debe estar diseñado para satisfacer la demanda de servicio que se presente y considerar también el pronóstico de carga para instalaciones futuras, esta medida es conveniente y necesaria en algunos casos, debido a que el uso de la electricidad tiende a incrementarse en industrias, edificios, comercios, etc. y deben tenerse instalaciones calculadas para la demanda prevista en un lapso de tiempo determinado.

**Flexibilidad.-**Dependiendo del tipo de instalación eléctrica que se trate (industrial, comercial, residencial), se debe proyectar para que tenga una flexibilidad adecuada para la distribución de circuitos y para el entubado y alambrado, por lo que dependiendo de la localización física de los elementos de la instalación por alimentar, debe procurarse que las bandas de tubería ductos y alimentaciones tengan una localización tal que permita hacer cambios o modificaciones, sin que esto represente problemas técnicos complejos o gastos excesivos.

**Accesibilidad.-** Cualquier instalación eléctrica, en forma independiente de la localización de las máquinas y aparatos por alimentar, se debe proyectar en tal forma que sea accesible en su instalación, mantenimiento y servicio general.

**Confiabilidad.-**Dependiendo de la naturaleza de la instalación, ya sea edificio, industria, almacén o centro comercial, hospital o casa habitación, varía el grado de seguridad en el suministro de la energía eléctrica, entendiéndose esto, desde el punto de vista de planeación, como la probabilidad de que este dentro de servicio un determinado tiempo (estimado en forma nula) esto en forma independiente de la garantía o confiabilidad que se tenga en el suministro de la energía eléctrica por parte de la compañía suministradora.

#### **1.2.4. Elementos de una Subestación Eléctrica**

(Romero, 2010), indican que los sistemas eléctricos están diseñados para suministrar en forma continua la energía eléctrica a los equipos o dispositivos que deben ser alimentados, por lo que la confiabilidad del servicio es un aspecto que resulta muy importante. Por ejemplo, la alimentación a las computadoras con bancos de memoria o a los servicios médicos y aéreos experimentales requieren de un servicio continuo para obtener los resultados esperados, existen otras áreas con cargas similares que son completamente dependientes del servicio proporcionado el gran riesgo o estos servicios

están en que el flujo de corriente tenga un valor mayor que el esperado, de la corriente que debe circular por el mismo estas corrientes se conocen como sobre corrientes se originan por distintas causas.

#### **1.2.5. Sobre corrientes (Sobrecarga y circuito corto)**

(López J. , 2011), manifiestan que las sobrecargas se definen como corrientes que son mayores que el flujo de corriente normal, están confinados a la trayectoria normal de circulación de corriente y causa sobrecalentamiento del conductor si se permite que continúe circulando el exceso de corriente que demanda es visto por el dispositivo de protección de sobre corriente como una sobrecarga es el de un circuito derivado en una casa-habitación, que esta dimensionado en forma conveniente y protegido por un dispositivo de protección de sobre corriente, pero si un aparato adicional se conecta, causa un exceso de corriente sobre la capacidad del circuito y el fusible se funde.

#### **1.2.6. Tres Efectos de Circuito Corto:**

**Arco Eléctrico:** El efecto de la falla es muy dramático, ya que el arco quema prácticamente todo lo que se encuentre en su trayectoria.

**Calentamiento:** Cuando un circuito corto tiene una gran magnitud de corriente, causa severos efectos de calentamiento, por ejemplo, una corriente de falla de 15 k A en un conductor de cobre, tamaño 6 AWG, produce una elevación de temperatura de 205 °C en menos de un ciclo de duración de la falla, estas temperaturas causan el fuego en los materiales vecinos.

**Esfuerzos Magnéticos:** Debido a que un campo magnético se forma alrededor de cualquier conductor cuando circula por él una corriente, se deduce fácilmente que cuando circula una corriente de circuito corto de miles de amperes, el campo magnético se incrementa muchas veces y los esfuerzos magnéticos producidos son significativamente mayores, indica (Bonifaz, 2009).

### **1.2.7. Nivel del Voltaje**

En una instalación eléctrica es fundamental cumplir con los servicios que fueron requeridos durante la etapa de proyecto el concepto de instalación eléctrica es genérico y se puede catalogar a todo tipo de instalaciones, desde generación hasta la utilización de la energía eléctrica.

### **1.2.8. Clasificación**

- ✓ Extra alta tensión (más de 400kV).
  
- ✓ Alta tensión (85, 115, 230, 400kV).
  
- ✓ Mediana tensión (69kV).
  
- ✓ Distribución (23, 20, 13.8, 4.16kV)
  
- ✓ Baja tensión (600, 440, 220, 127V).

### **1.2.9. Factor de Potencia**

(Tora, 2009), menciona que un Sistema Eléctrico de Potencia, es el conjunto de centrales generadoras, de líneas de transmisión interconectadas entre sí y de sistemas de distribución esenciales para la distribución y consumo de energía eléctrica en la práctica, un SEP reúne una gran cantidad de elementos cada una de sus partes puede ser muy compleja, con diversidad de tamaños, clases y características en términos generales, podemos decir que un Sistema Eléctrico de Potencia está formado por tres partes principales generación, transmisión y distribución es el componente del SEP en donde se produce la energía eléctrica, por medio de las centrales generadoras, las que representan el centro de producción dependiendo de la fuente primaria de energía, las centrales de generación.

### **Centrales Hidroeléctricas**

(Flores, 2009), menciona que en una central hidroeléctrica se utiliza la energía hidráulica para la generación de energía eléctrica en general, estas centrales aprovechan la energía potencial gravitatoria que posee la masa de agua de un cauce

natural en virtud de un desnivel, también conocido como salto geodésico el agua en su caída entre dos niveles del cauce se hace pasar por una turbina hidráulica la cual transmite la energía a un generador donde se transforma en energía eléctrica.

### **Centrales Termoeléctricas**

Una central termoeléctrica es una instalación empleada a partir de la energía liberada en forma de calor, normalmente mediante la combustión de combustibles fósiles como petróleo, gas natural o carbón este calor es empleado por un ciclo termodinámico convencional para mover un alternador y producir energía eléctrica.

### **Centrales Geotérmicas**

Una central geotérmica es un lugar donde se aprovecha el calor interno de la Tierra. Para aprovechar esta energía es necesario que se den temperaturas muy elevadas a poca profundidad sólo así es posible aprovechar el agua caliente o el vapor de agua generados de forma natural este tipo de energía se utiliza principalmente para calefacción y usos agrícolas.

### **Centrales Nucleares**

Una central nuclear es una instalación industrial empleada para la generación de energía eléctrica a partir de energía nuclear se caracteriza por el empleo de combustible nuclear compuesto básicamente de material fisionable que mediante reacciones nucleares proporciona calor, que a su vez es empleado a través de un ciclo termodinámico convencional para producir el movimiento de alternadores que transforman el trabajo mecánico en energía eléctrica estas centrales constan de uno o más reactores.

### **Centrales de Ciclo Combinado**

Se denomina ciclo combinado en la generación de energía a la coexistencia de dos ciclos termodinámicos en un mismo sistema, uno cuyo fluido de trabajo es el vapor de agua y otro cuyo fluido de trabajo es un gas producto de una combustión.

### **Centrales de Turbo gas**

En una central turbo gas, un compresor de flujo axial comprime el aire de entrada, inyectándolo en la cámara de combustión ahí se quema gas natural aumentando la

velocidad de salida de los gases, (como un motor de acción a reacción) que mueve a una turbina que mueve a su vez al generador.

### **Centrales Eólicas**

En una central eólica, la energía eléctrica es obtenida del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es transmutada en otras formas útiles para las actividades humanas.

### **Centrales Tornasolares**

Una central térmica solar o central termosolar es una instalación industrial en la que, a partir del calentamiento de un fluido mediante radiación solar y su uso en un ciclo termodinámico convencional, se produce la potencia necesaria para mover un alternador para generación de energía eléctrica como en una central térmica clásica en general, las centrales generadoras se construyen de tal forma, que por las características del terreno se adaptan para su mejor funcionamiento, rendimiento y rentabilidad.

### **Transmisión**

Las líneas de Transmisión, son los elementos encargados de transmitir la energía eléctrica, desde los centros de generación a los centros de consumo, a través de distintas etapas de transformación de voltaje; las cuales también se interconectan con el sistema eléctrico de potencia (SEP) por tanto, la misión del sistema de transmisión es garantizar en un determinado país o región la transmisión de la energía eléctrica, respondiendo a principios de obligatoriedad, eficiencia, accesibilidad, continuidad y calidad, con responsabilidad social y ambiental, (Rodríguez, 2009).

#### **1.2.10. Incrementar la disponibilidad y confiabilidad**

- ✓ Desarrollo y cumplimiento del plan de mantenimiento.
  
- ✓ Modernización continua de las instalaciones.

- ✓ Fortalecimiento de los sistemas de supervisión y control.

#### **Incrementar la oferta del servicio**

- ✓ Desarrollo de nuevos proyectos de transmisión de acuerdo a un plan maestro de electrificación.
- ✓ Analizar y fortalecer interconexiones entre diversas regiones.

#### **Incrementar la eficiencia institucional**

- ✓ Fortalecimiento de un sistema integrado de administración por procesos, Gestión Ambiental, Seguridad y Salud Ocupacional.
- ✓ Mejorar la Gestión Administrativa.
- ✓ Implementar un plan de comunicación interna y externa.

#### **Incrementar la sustentabilidad financiera**

- ✓ Mejora de los flujos de caja operativo.
- ✓ Implementar planes de optimización de costos.

#### **1.2.11. Sistemas aéreos**

Estos sistemas por su construcción se caracterizan por su sencillez y economía, razón por la cual su utilización está muy generalizada se emplean principalmente para zonas urbanas con:

- ✓ Carga residencial
- ✓ Carga comercial
- ✓ Carga industrial
- ✓ Carga doméstica
- ✓ Carga de pequeñas industrias bombas de agua, molinos

Los sistemas aéreos están constituidos en general por transformadores, seccionadores tipo cuchillas, pararrayos, cortacircuitos fusibles, cables desnudos, los que son instalados en postes o estructuras normalizadas la configuración más sencilla para los sistemas aéreos es de tipo radial, la cual consiste en conductores desnudos de calibre

grueso en el principio de la línea y de menor calibre en las derivaciones a servicios o al final de la línea. Cuando se requiere una mayor flexibilidad y continuidad del servicio es posible utilizar configuraciones más elaboradas.

Los movimientos o maniobras de la carga se llevan a cabo con juegos de cuchillas de operación con carga, que son instaladas de manera conveniente para efectuar maniobras tales trabajos de emergencia, ampliaciones del sistema, conexión de nuevos servicios, mantenimiento, en servicios importantes tales, edificios públicos, fábricas que por la naturaleza de su proceso de producción no permiten la falta de energía eléctrica en ningún momento se instalan dos circuitos aéreos, los cuales pueden pertenecer a la misma subestación de distribución, o de diferentes subestaciones, esto se realiza independientemente de que la mayoría de estos servicios cuenten con plantas de emergencia con capacidad suficiente para alimentar sus áreas más importantes en éste tipo de sistema se encuentra muy generalizado el empleo de seccionadores, como protección de la línea aérea, para eliminar la salida de todo el circuito cuando hay una falla transitoria.

### **Sistemas Subterráneos**

Estos sistemas se construyen en zonas urbanas con alta densidad de carga y fuertes tendencias de crecimiento, debido a la confiabilidad de servicio y la limpieza que estas instalaciones proporcionan al paisaje (mejora la estética) naturalmente, este aumento en la confiabilidad y en la estética involucra un incremento en el costo de las instalaciones y en la especialización del personal encargado de construir y operar este tipo de sistema, los sistemas subterráneos en general están constituidos por transformadores tipo interior o sumergible, cajas de conexión, interruptores de seccionamiento, interruptores de seccionamiento y protección, cables aislados los que se instalan en locales en interior de edificios o en bóvedas, registros y pozos construidos en banquetas.

Los principales factores que se deben analizar al diseñar un sistema subterráneo son:

- ✓ Densidad de carga
  
- ✓ Costo de la instalación.

- ✓ Grado de confiabilidad.
- ✓ Facilidad de operación.
- ✓ Seguridad.

(Cevallos, 2009), menciona que el factor de potencia se define como el cociente de la relación de la potencia activa entre la potencia aparente; esto es:

$$FP = \frac{P(\text{Potencia activa})}{S(\text{Potencia APARENTE})}$$

Comúnmente, el factor de potencia es un término utilizado para describir la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo el valor ideal del factor de potencia es 1, esto indica que toda la energía consumida por los aparatos ha sido transformada en trabajo.

Por el contrario, un factor de potencia menor a la unidad significa un mayor consumo de energía necesaria para producir un trabajo útil.

### **1.2.13. Tipos de Potencia**

#### **Potencia Real Activa**

(Correa, 2009), indica que la potencia activa o real es la que en el proceso de transformación de la energía eléctrica se aprovecha como trabajo.

Unidades: vatio (W)

Símbolo: P

#### **Potencia Reactiva**

La potencia reactiva es la encargada de generar el campo magnético que requieren para su funcionamiento los equipos eléctricos tales como motores y transformadores.

Unidades: volt-amper-reactivo (VAr)



Símbolo: Q

### **Potencia Aparente**

La potencia aparente es la potencia eléctrica que realmente es absorbida por la carga y puede obtenerse a partir de la suma geométrica de las potencias efectiva y reactiva. También puede calcularse a partir del producto de los valores de tensión y corriente

Unidades: volt-amper (VA)

Símbolo: S

### **Causas del bajo factor de Potencia**

(Barros, 2009), menciona que las cargas inductivas como motores, balastos, transformadores, son el origen del bajo factor de potencia ya que son cargas no lineales que contaminan la red eléctrica, en este tipo de equipos el consumo de corriente se desfasa con relación al voltaje lo que provoca un bajo factor de potencia.

### **Consecuencias del bajo factor de Potencia**

Las instalaciones eléctricas que operan con un factor de potencia menor a 1, afectan a la red eléctrica tanto en alta tensión como en baja tensión, además, tiene las siguientes consecuencias en la medida que el factor de potencia disminuye.

- ✓ Calentamiento de embobinados de los transformadores de distribución disparo sin causa aparente de los dispositivos.
- ✓ Sobrecarga de los generadores, transformadores y líneas de distribución.
- ✓ Aumento de la caída de tensión.
- ✓ Mayor consumo de corriente.
- ✓ Incremento de la facturación eléctrica por mayor consumo de potencia en pérdidas.
- ✓ Penalizaciones económicas variadas, incluyendo corte de suministro en caso de factor potencia muy bajos, menciona (Olivera, 2010).

## CAPITULO II

### 2. Diagnóstico de la Situación Actual

En este capítulo se muestra los resultados obtenidos en la recopilación de la información a través de la encuesta realizada a los Estudiantes de tercero de Bachillerato H y docentes encargados del Área.

#### 2.1. Análisis de la Tabulación de la Encuestas a los Estudiantes de Tercero de Bachillerato H Unidad Educativa “Raymundo Aveiga”

##### 1. ¿Cuenta usted con un buen servicio eléctrico en la institución?

Tabla 1.2.- Valoración de Resultados

Alternativa	f	%
Si	7	17
No	35	83
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100%</b>

Fuente: Unidad Educativa “Raymundo Aveiga”

Autor: Alvarado Gilces Mario Luis

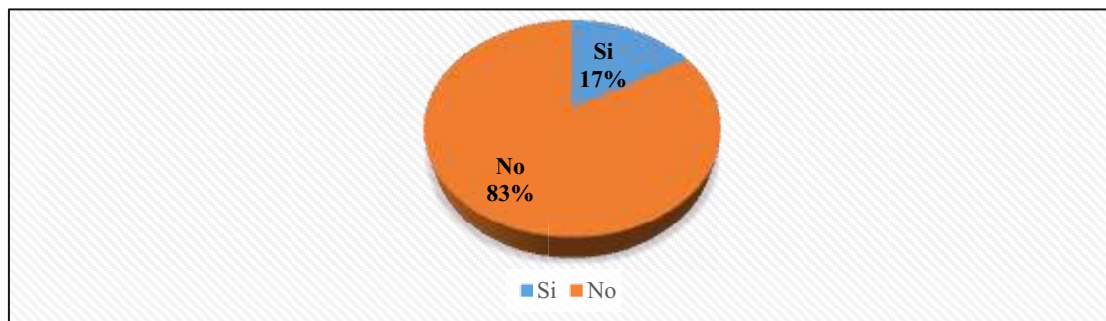


Figura 1.2 Estudiantes de tercero de Bachillerato H y docentes. Tomado de (U.E.R.A)

#### Análisis e Interpretación:

Que el **83%** de la muestra seleccionada informa que no tiene un buen servicio eléctrico.

Que el **17%**, de la muestra seleccionada informa que si, por el otro lado menciono que no con él.

En conclusión, se pretende mejorar el factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone.

2. ¿Está satisfecho con la calidad de servicio eléctrico, suministrado por la empresa eléctrica?

Tabla 2.2.- Valoración de Resultados

Alternativa	f	%
Si	23	55
No	19	45
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100%</b>

Fuente: Unidad Educativa “Raymundo Aveiga”

Autor: Alvarado Gilces Mario Luis

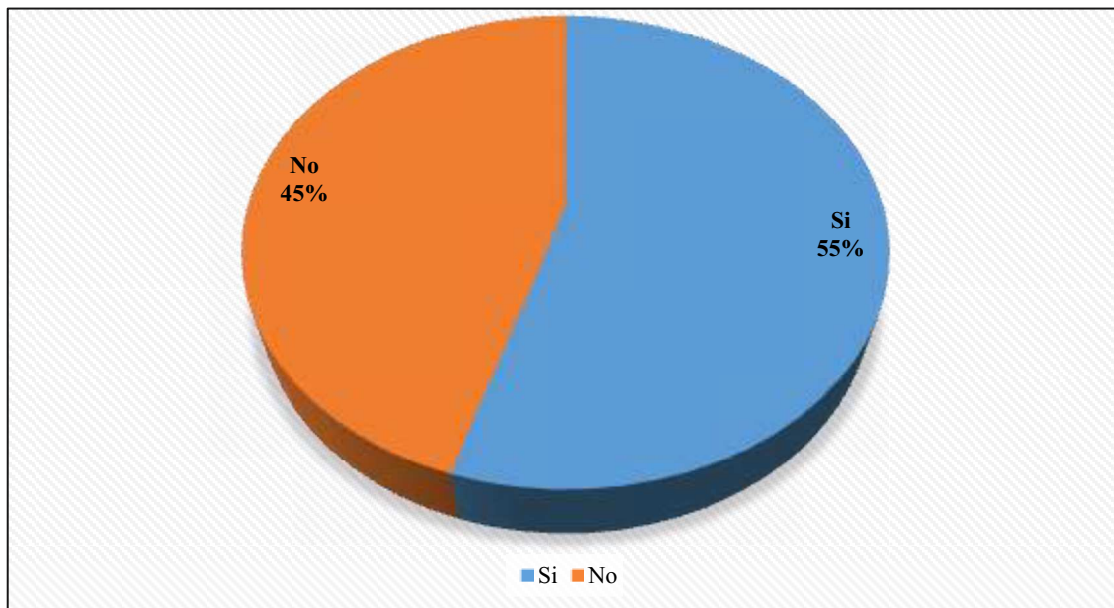


Figura 2.2 Estudiantes de tercero de Bachillerato H y docentes. Tomado de (U.E.R.A)

**Análisis e Interpretación:**

Que el 17% de la muestra seleccionada informa que acerca de que si ¿Está satisfecho con la calidad de servicio eléctrico, suministrado por la empresa eléctrica?

Que el 45%, de la muestra seleccionada informa que si están satisfecho, por el otro lado menciono que no con él.

En conclusión, por ello se pretende el Mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone.

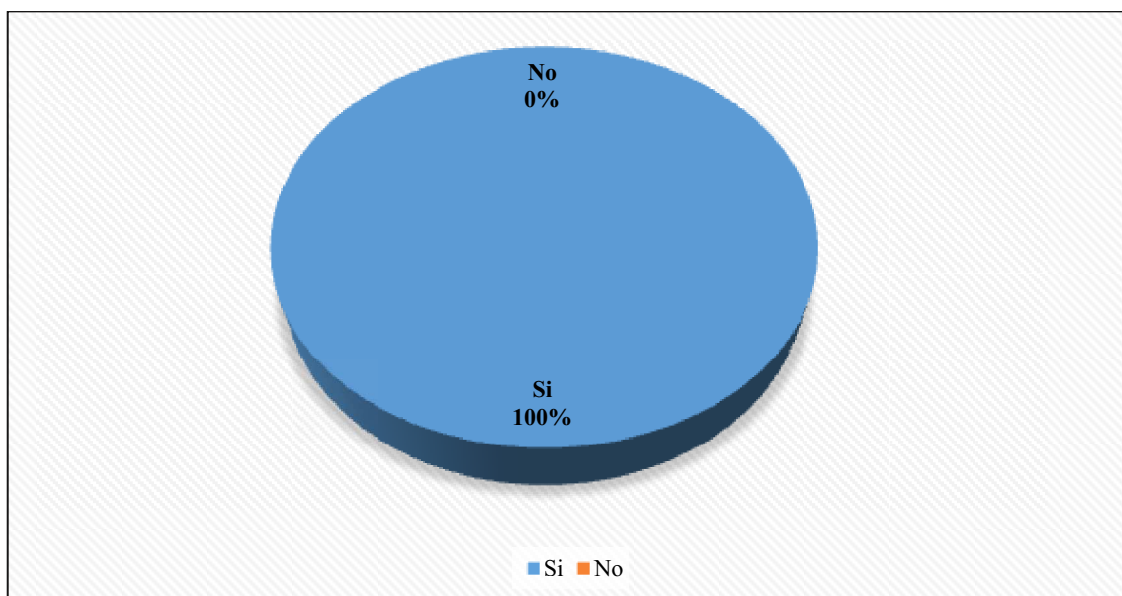
**3. ¿Se han presentado en la institución interrupciones no programadas del servicio eléctrico?**

**Tabla 3.2.-** Valoración de Resultados

Alternativa	f	%
Si	42	100
No	0	0
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Unidad Educativa “Raymundo Aveiga”

**Autor:** Alvarado Gilces Mario Luis



**Figura 3.2** Estudiantes de tercero de Bachillerato H y docentes. Tomado de (U.E.R.A)

**Análisis e Interpretación:**

Que el **100%** de la muestra seleccionada informa que ¿Se han presentado en la institución interrupciones no programadas del servicio eléctrico?, los encuestados manifestaron por el sí en su totalidad, índico que si han tenido interrupciones no programadas del servicio eléctrico

En conclusión, por ello se pretende el Mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone.

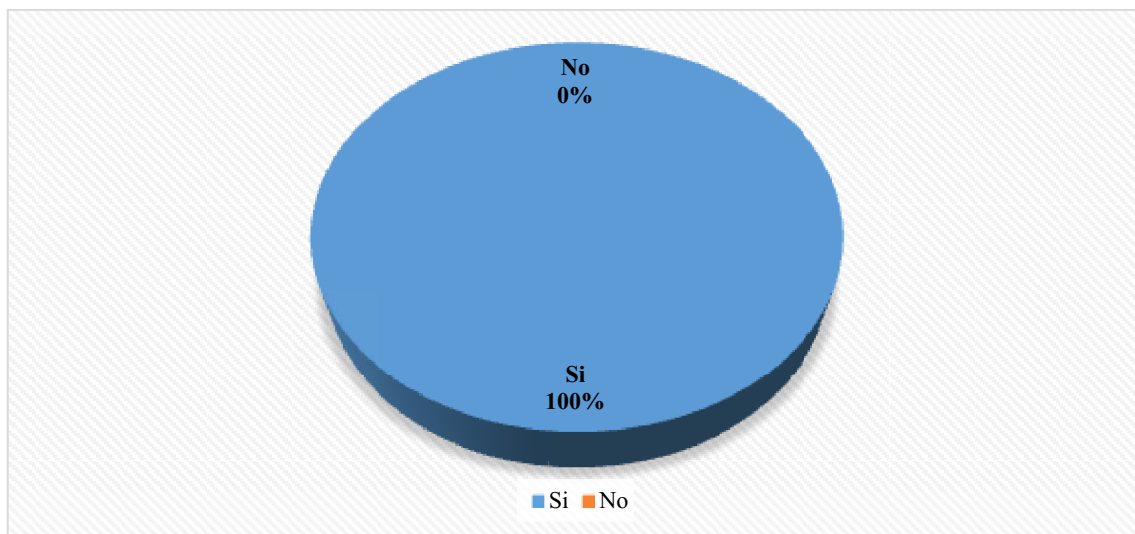
**4. ¿Se han generado desperfectos en las máquinas y/o motores a causa de las interrupciones no programadas del servicio eléctrico?**

**Tabla 4.2.-** Valoración de Resultados

<b>Alternativa</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Si	42	55
No	0	45
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Unidad Educativa “Raymundo Aveiga”

**Autor:** Alvarado Gilces Mario Luis



**Figura 4.2** Estudiantes de tercero de Bachillerato H y docentes. Tomado de (U.E.R.A)

**Análisis e Interpretación:**

Que el **100%** de la muestra seleccionada informa que acerca de que acerca de que si ¿Se han generado desperfectos en las máquinas y/o motores a causa de las interrupciones no programadas del servicio eléctrico?, los encuestados manifestaron por el sí en su totalidad, indico que si han tenido desperfectos en las máquinas y/o motores a causa de las interrupciones no programadas.

En conclusión, por ello se pretende el Mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone.

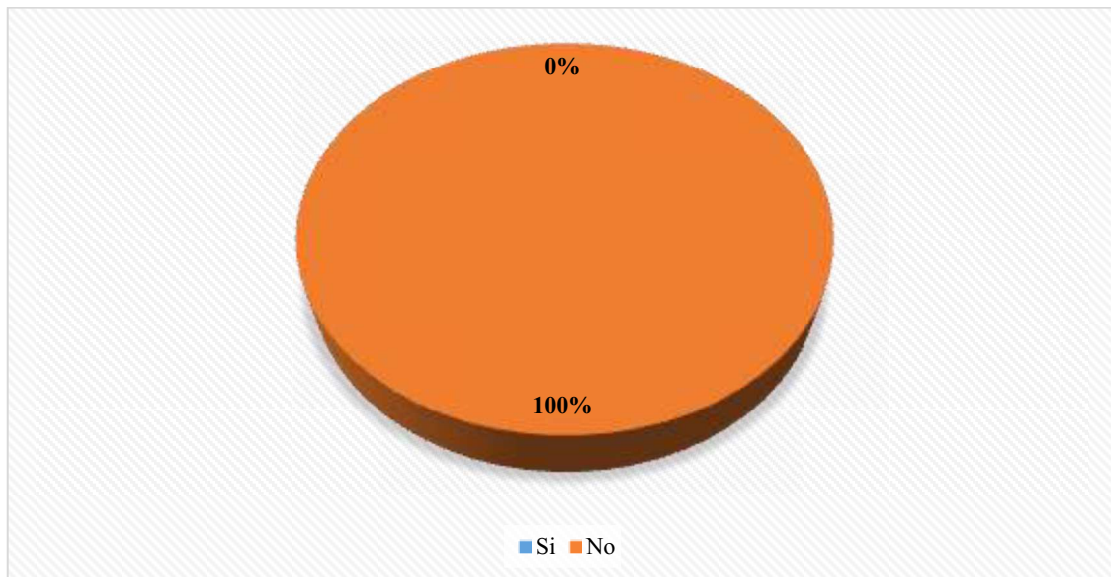
**5. ¿Han ocurrido accidentes que pongan en peligro la integridad humana, a causa de instalaciones en mal estado?**

**Tabla 5.2.-** Valoración de Resultados

<b>Alternativa</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Si	0	0
No	42	100
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Unidad Educativa “Raymundo Aveiga”

**Autor:** Alvarado Gilces Mario Luis



**Figura 5.2** Estudiantes de tercero de Bachillerato H y docentes. Tomado de (U.E.R.A)

**Análisis e Interpretación:**

Que el **100%** de la muestra seleccionada informa que acerca de que si que si ¿Han ocurrido accidentes que pongan en peligro la integridad humana, a causa de instalaciones en mal estado?, los encuestados manifestar que no en su totalidad, señalaron que no han ocurrido accidentes que pongan en peligro la integridad humana.

En conclusión, por ello se pretende el Mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone.

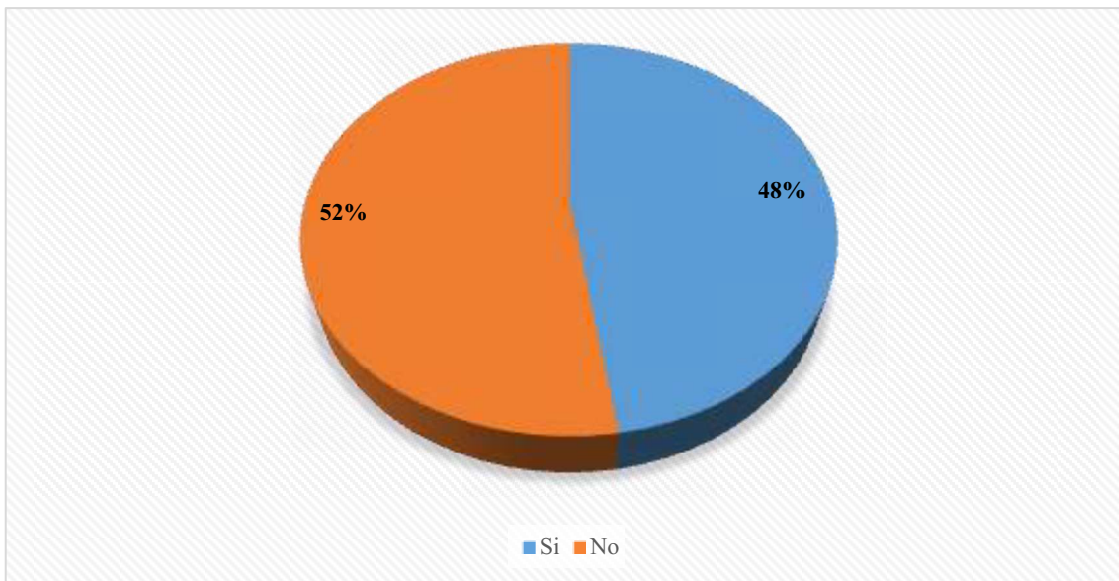
**6. ¿Se siente seguro con el sistema eléctrico de su institución?**

**Tabla 6.2.-** Valoración de Resultados

Alternativa	f	%
Si	20	48
No	22	52
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Unidad Educativa “Raymundo Aveiga”

**Autor:** Alvarado Gilces Mario Luis



**Figura 6.2** Estudiantes de tercero de Bachillerato H y docentes. Tomado de (U.E.R.A)

**Análisis e Interpretación:**

Que el **48%** de la muestra seleccionada informa que acerca de que si ¿Se siente seguro con el sistema eléctrico de su institución?

Que el **52%**, de la muestra seleccionada informa que señalaron que no se sienten seguro con el sistema eléctrico

En conclusión, por ello se pretende el Mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone.

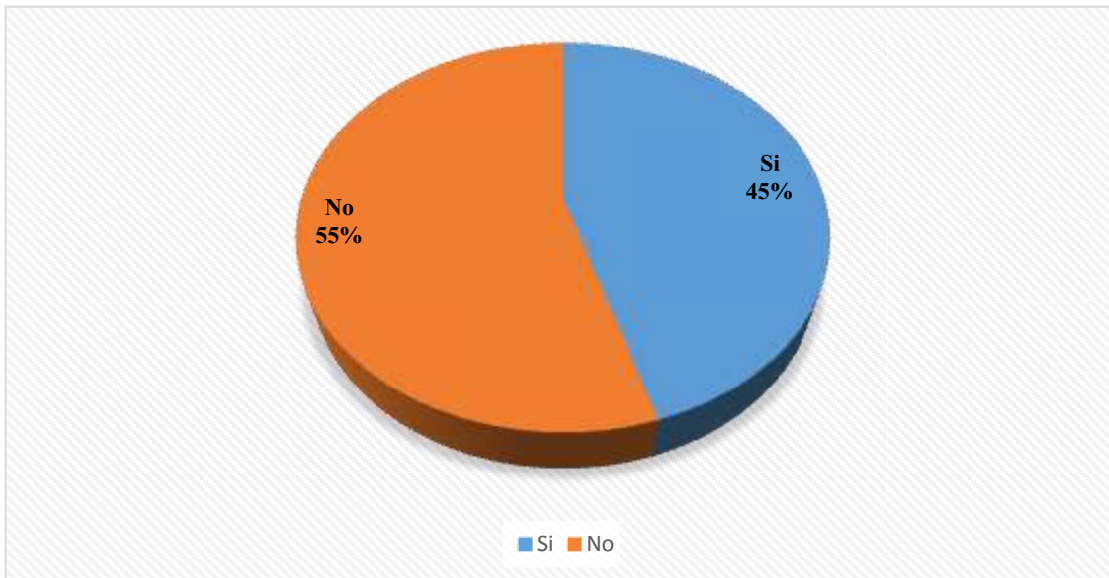
**7. ¿El tendido de cables eléctricos de su institución se encuentra en buen estado?**

**Tabla 7.2.-** Valoración de Resultados

Alternativa	f	%
Si	19	45
No	23	55
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Unidad Educativa “Raymundo Aveiga”

**Autor:** Alvarado Gilces Mario Luis



**Figura 7.2** Estudiantes de tercero de Bachillerato H y docentes. Tomado de (U.E.R.A)

**Análisis e Interpretación:**

Que el **48%** de la muestra seleccionada informa que acerca acerca de que si ¿El tendido de cables eléctricos de su institución se encuentra en buen estado?, los encuestados manifestar que sí.

Que el **55%**, de la muestra seleccionada informa que señalaron que no cables eléctricos de su institución se encuentra en buen estado.

En conclusión, por ello se pretende el Mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone.



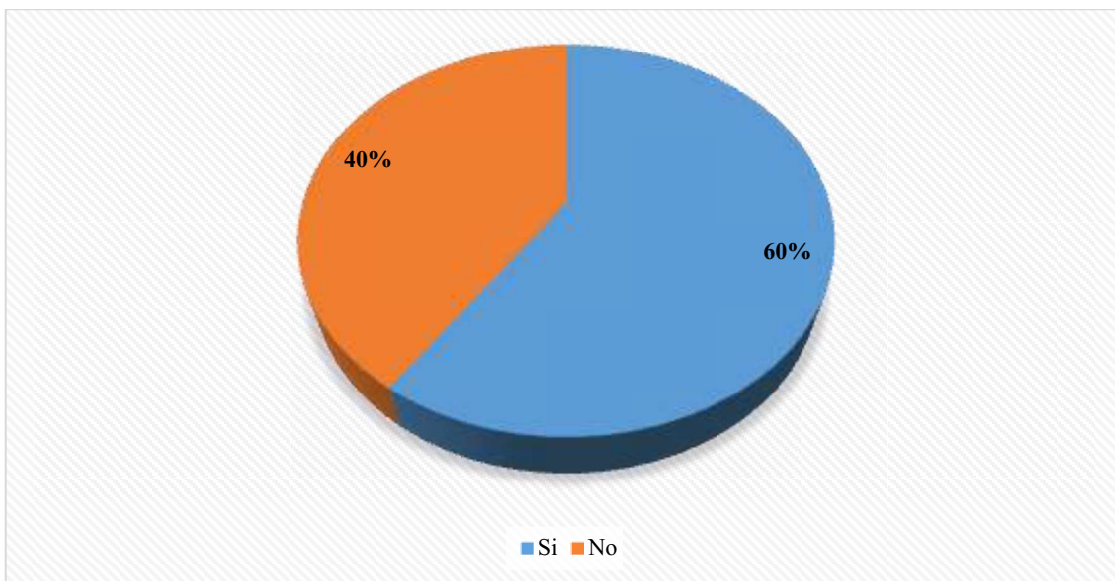
**8. ¿Cree usted que el servicio eléctrico de su institución necesita revisión técnica?**

**Tabla 8.2.-** Valoración de Resultados

Alternativa	f	%
Si	25	60
No	17	40
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Unidad Educativa “Raymundo Aveiga”

**Autor:** Alvarado Gilces Mario Luis



**Figura 8.2** Estudiantes de tercero de Bachillerato H y docentes. Tomado de (U.E.R.A)

**Análisis e Interpretación:**

Que el **48%** de la muestra seleccionada informa que acerca acerca de que si ¿Cree usted que el servicio eléctrico de su institución necesita revisión técnica?.

Que el **55%**, de la muestra seleccionada informa que señalaron que no señalaron que no necesitan servicio eléctrico de su institución necesita revisión técnica.

En conclusión, por ello se pretende el Mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone.

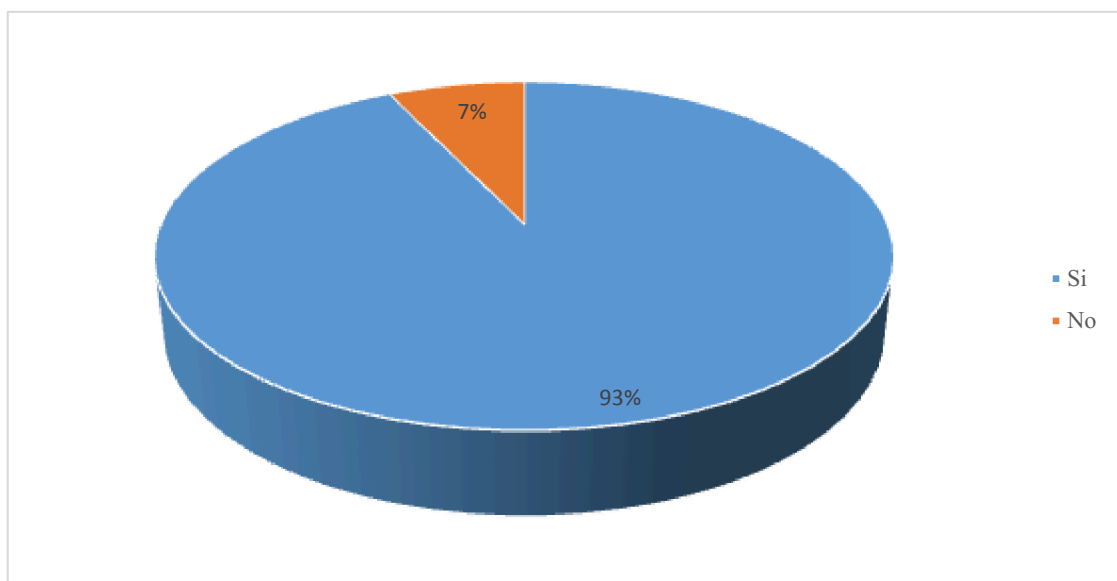
**9. ¿Cree usted que el diagnóstico de la carga eléctrica disminuye los riesgos de accidentes?**

**Tabla 9.2.-** Valoración de Resultados

Alternativa	f	%
Si	39	93
No	3	7
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Unidad Educativa “Raymundo Aveiga”

**Autor:** Alvarado Gilces Mario Luis



**Figura 9.2** Estudiantes de tercero de Bachillerato H y docentes. Tomado de (U.E.R.A)

**Análisis e Interpretación:**

Que el **48%** de la muestra seleccionada informa que acerca acerca de que si ¿Cree usted que el diagnóstico de la carga eléctrica disminuye los riesgos de accidentes?.

Que el **55%**, de la muestra seleccionada informa que no diagnóstico de la carga eléctrica disminuye los riesgos de accidentes.

En conclusión, por ello se pretende el Mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone.

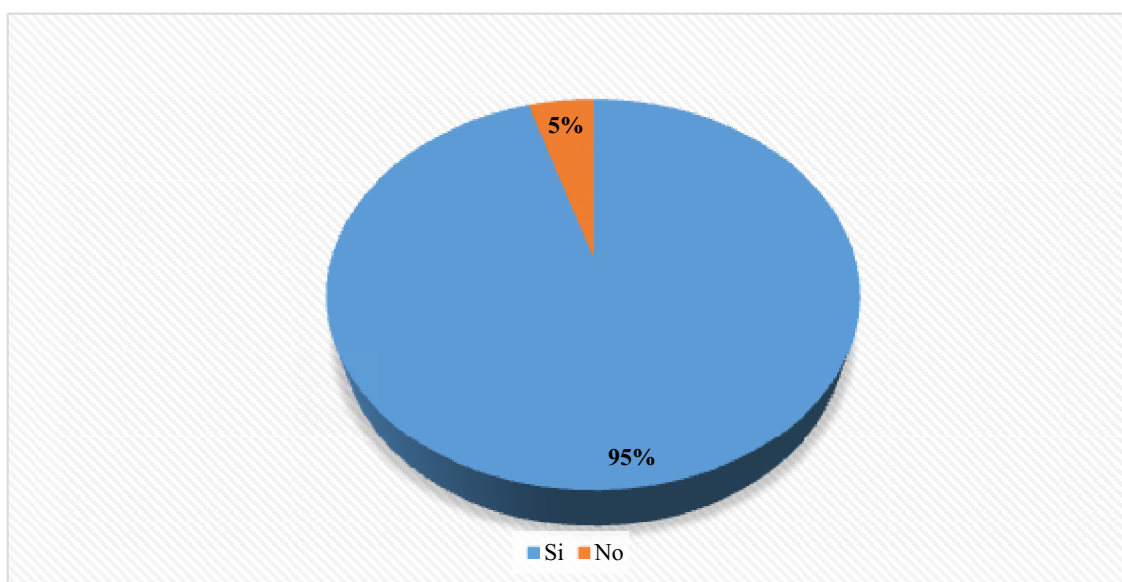
**10.¿Considera usted que realizar un diagnóstico de carga se está aportando al desarrollo de su institución, considerando que el servicio eléctrico es una necesidad prioritaria de los seres humanos?**

**Tabla 10.2.-** Valoración de Resultados

Alternativa	f	%
Si	40	95
No	2	5
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Unidad Educativa “Raymundo Aveiga”

**Autor:** Alvarado Gilces Mario Luis



**Figura 10.2** Estudiantes de tercero de Bachillerato H y docentes. Tomado de (U.E.R.A)

### **Análisis e Interpretación:**

Que el **48%** de la muestra seleccionada informa que acerca acerca de que si ¿Considera usted que realizar un diagnóstico de carga se está aportando al desarrollo de su institución, considerando que el servicio eléctrico es una necesidad prioritaria de los seres humanos?.

Que el **55%**, de la muestra seleccionada informa que señalaron que no aportan a la institución.

En conclusión, por ello se pretende el Mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone.

## **2.2. Análisis de la entrevista Rector y Docente encargado del Área de Talleres y Laboratorios de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga”**

Una realizas las entrevistas dirigidas al Rector y docente encargado del Área de Talleres y Laboratorios se destacan la parte importante para realizar su análisis el cual pretende demostrar su objetivo para el mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone.

En cuanto a la entrevista se pudo destacar y analizar la opinión respecto al tema principal dentro de esta investigación, en cuanto se consultó a cerca de su criterio, sobre la calidad del servicio eléctrico suministrado por la empresa eléctrica, mencionaron que la electricidad es muy importante y que si se sienten contento con la suministración de dicha energía dentro de diverso lugares y en particular, por otra parte también cuando se le pidió saber las interrupciones eléctricas no programadas, mencionaron que si existen pero no son de gravedad o algo que alarme, a la institución pero que se debe tener la precaución como autoridad, y debe ser de esa manera.

En cambio cuando se les pregunto su criterio de acuerdo al daño de equipos, por causa de las interrupciones eléctricas, no programadas se menciona que si las han tenido pero han tratado de resolver esos problemas para resolverlos de la manera más pertinente y que la institución no se vea perjudicada por ella en qué estado se encuentra el sistema eléctrico de su Institución, por otra parte acerca de su criterio sobre la seguridad que ofrece el sistema eléctrico en la Institución, ellos consideran que la energía electica siempre tiene sus riesgos, pero a su vez o al menos demuestra parte de seguridad, para diferentes lugares donde requieran de ello.

En cambio al consultarles si al realizar un diagnóstico de carga eléctrica en el actual sistema eléctrico de la Institución, ayudara a que el personal docente y estudiantes realicen de manera más segura y cómoda sus actividades, según las versiones de los entrevistados, mencionan que a través del diagnóstico se conoce la situación que mantiene la carga eléctrica dentro de la institución, también cuando se les pregunto a los entrevistados si el diagnóstico de carga eléctrica aportará para la detección de fallas en el sistema eléctrico, ellos si creen que sea así porque esto debe realizarse de manera permanente.

Además acerca de la realización de un diagnóstico de carga eléctrica si disminuye los riesgos de accidentes de tipo eléctrico, manifestaron que es la forma más orientada para conocer y así resolver en caso de que se tenga situaciones peligrosas que puedan afectar el resultado que este tendrá para la cree usted que la realización de un diagnóstico de carga ayuda a disminuir las interrupciones del servicio eléctrico, ellos coinciden mencionando que si se disminuye el riesgo el riesgo que se pueda dar, por otra parte usted que esta investigación aportara al desarrollo de la Institución donde labora, primero lo consideran necesario para el bienestar de la institución, a la vez lo consideran que si es la pertinente porque aporta a la realización de la institución en este caso a la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone.

### 2.3. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Una vez realizado la valoración de los resultados que se obtuvieron en la encuesta realizada aplicada a los estudiantes de tercero de Bachillerato H y docentes encargados del Área, se procede a realizar su comprobación para determinar si es ejecutable el Trabajo de investigación que busca el análisis de carga de las instalaciones de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone aquí se muestran los valores más relevantes dentro de la encuesta.

Por en cuanto a si se ¿Está satisfecho con la calidad de servicio eléctrico, suministrado por la empresa eléctrica?, los encuestados manifestaron por el sí con un (55%), indico que si están satisfechos, por el otro lado menciono que no lo están con el (45%), por ello se pretende el Mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone, por ello es pertinente realizar dicho análisis.

Por otra parte en donde se cuestiona sobre si ¿Se siente seguro con el sistema eléctrico de su institución?, los encuestados manifestar que si con un (48%) por otra parte indicaron que no con un (52%) señalaron que no sienten seguro con el sistema eléctrico, por ello se pretende el Mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone.

También en cuanto a si se ¿Cree usted que el diagnóstico de la carga eléctrica disminuye los riesgos de accidentes?, los encuestados manifestar que si con un (93%) por otra parte indicaron que no con un (7%) señalaron que no diagnóstico de la carga eléctrica disminuye los riesgos de accidentes, por ello se pretende el Mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone.

Por ultimo en donde se ¿Considera usted que realizar un diagnóstico de carga se está aportando al desarrollo de su institución, considerando que el servicio eléctrico es una necesidad prioritaria de los seres humanos?, los encuestados manifestar que si con un (95%) considerándolo que si se aporta al desarrollo de la institución, por otra parte indicaron que no con un (5%) señalaron que no aportan a la institución , por ello se pretende el Mejoramiento del

factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone.

En la comprobación de la hipótesis puedo mencionar que como punto importante en este trabajo de investigación, se buscó la técnica para la recopilación de información para conocer la situación actual en la Institución Educativa sobre las cargas eléctricas una vez obtenida la información valiosa, dentro de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” con la encuesta que se planteó a los estudiantes de tercero de Bachillerato H y docentes encargados del Área, en donde ellos dieron su punto de vista, y así continuar a realizar su comprobación de hipótesis mostrando los hechos en el análisis sobre carga de las instalaciones orientadas en relación a las instalaciones eléctricas destacando los resultados más relevantes en la investigación.

De esta manera con la comprobación de la hipótesis se manifiestan que es muy importante la realización del Mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone, esto ayudara a que los procesos sean llevados y se mantengan de una manera correcta teniendo en cuenta la precaución, que se necesita dentro de la institución, dando un paso trascendente para el crecimiento de la Unidad Educativo.

## **CAPÍTULO III**

### **3. Propuesta**

#### **3.1. Título de la Propuesta**

Mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone.

#### **3.2. Objetivo de la Propuesta**

Diseñar un modelo de factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone.

#### **3.3. Cobertura de la Propuesta**

La propuesta considero el contexto en la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone; en su totalidad al departamento de Electrónica de dicha institución; ya que se realizó una revisión exhaustiva en cuanto a las necesidades de la institución de estudio.

#### **3.4. Beneficiarios de la Propuesta**

Se benefician con esta propuesta a los colectivos de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone; y exclusivo al departamento de electrónica puestos que son los responsables del manejo de dicha institución porque que son los encargados de solucionar los diferentes problemas suscitados.

#### **3.5. Descripción del Modelo.**

El Factor de Potencia se define como la relación entre la potencia activa (kW) usada en un sistema y la potencia aparente (kVA) que se obtiene de las líneas de alimentación. Todos los equipos electromecánicos que están constituidos por devanados o bobinas, tales como motores y transformadores necesitan la denominada corriente reactiva para establecer campos magnéticos necesarios para su operación. La corriente reactiva



produce un desfase entre la onda de tensión y la onda de corriente, si no existiera la corriente reactiva la tensión y la corriente estarían en fase y el factor de potencia sería la unidad. El desfase entre las ondas de tensión y corriente, producido por la corriente reactiva se anula con el uso de condensadores de potencia, lo que hace que el funcionamiento del sistema sea más eficaz y, por lo tanto, requiera menos corriente lo que técnicamente se denomina compensación.

### 3.5.1. Impedancia, Resistencia Reactancia.

La impedancia  $Z$  (también llamada resistencia aparente) de un circuito eléctrico resulta de la relación entre la tensión aplicada  $V$  en voltios y de la corriente  $I$ . En corriente alterna la impedancia  $Z$  consta de una parte real llamada Resistencia  $R$  (resistencia efectiva) y de una parte imaginaria llamada Reactancia  $X$  (resistencia reactiva).

a. La reactancia puede ser de dos tipos, inductiva  $X_L$  y capacitiva  $X_C$ . La reactancia inductiva está determinada por la inductancia del circuito y se expresa como:

$$X_L = \omega \cdot L = 2\pi \cdot f \cdot L$$

donde:

$\omega$  = Frecuencia angular

$f$  = frecuencia en Hz (hertz)

$L$  = Inductancia en H (henry)

La reactancia inductiva tiene la característica de retrasar la onda de corriente con respecto a la tensión, debido a que la inductancia es la propiedad eléctrica de almacenar corriente en un campo eléctrico, que se opone a cualquier cambio de corriente. La reactancia capacitiva está determinada por la capacitancia del circuito, y se expresa como:

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$$

donde:

$C$  = Capacitancia en F (Faradio).

$\omega$  = Frecuencia angular.

$f$  = frecuencia en Hz (Hertz).

$2\pi$  se expresa en radianes.

La reactancia capacitiva tiene la característica de adelantar la corriente con respecto a la tensión, debido a que la capacitancia es la propiedad eléctrica que permite almacenar energía por medio de un campo electrostático y de liberar esta energía posteriormente.

Las reactancias mencionadas y definidas anteriormente, se pueden representar gráficamente en un triángulo. Entonces ya que el triángulo de las reactancias es un triángulo rectángulo, se puede calcular usando el teorema de Pitágoras como:

$$Z^2 = R^2 + X^2 \quad \text{con } Z, R \text{ y } X \text{ en } \square$$

La suma de las reactancias en el circuito nos dará la reactancia real que predomine, o sea  $X = X_L - X_C$ , por lo tanto:

$$Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$$

### 3.5.2. Desfase entre las ondas de corriente y tensión.

El tipo de carga eléctrica determina en un circuito la impedancia y la posición de la onda de la corriente respecto a la onda de la tensión. Es decir la corriente en el circuito se puede descomponer en dos tipos de corriente, la corriente resistiva, en fase con la tensión, y la corriente reactiva, desfasada 90 grados respecto a la tensión.

$$I = \frac{V}{R} \cos \phi + \frac{V}{X} \sin \phi$$

Donde  $I$ ,  $I_R$  e  $I_X$  están en Amperios (A).

### 3.5.3. Potencia Aparente, Efectiva Y Reactiva.

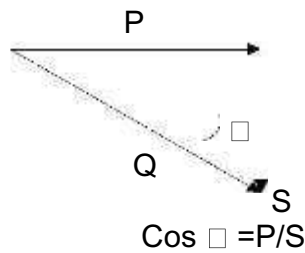
La potencia eléctrica es el producto de la tensión por la corriente correspondiente.

Podemos diferenciar los tres tipos:

- Potencia aparente (kVA),  $S = VI$
- Potencia efectiva (kW),  $P = V.I \cos \phi = V.I_R$
- Potencia reactiva (kVAR),  $Q = V.I \sin \phi = V.I_X$

La potencia efectiva P se obtiene de multiplicar la potencia aparente S por el "Cos $\phi$ ", el cual se le denomina como "factor de potencia".

El ángulo formado en el triángulo de potencias por P y S equivale al desfase entre la corriente y la tensión y es el mismo ángulo de la impedancia; por lo tanto el cos $\phi$  depende directamente del desfase.



Factor de Potencia =  $\text{Cos } \phi = P/S$

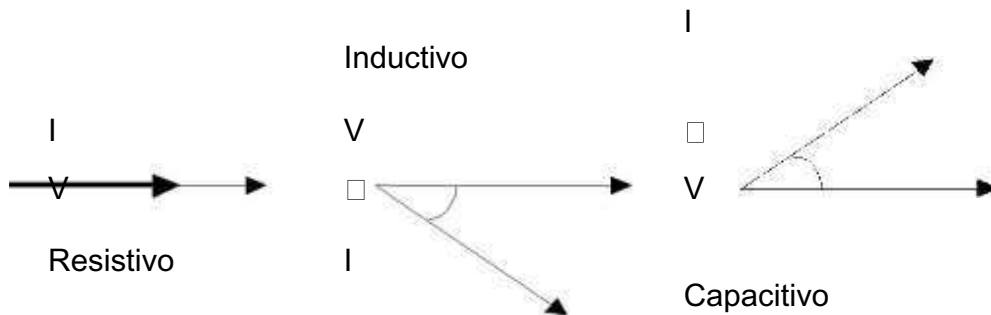
### 3.5.4. Triángulo de Potencias.

Por lo anterior, en la técnica de la energía eléctrica se utiliza el factor de potencia para expresar un desfase que sería negativo cuando la carga sea inductiva, o positivo cuando la carga es capacitiva. Para el factor de potencia los valores están comprendidos desde 0 hasta 1

CARGA	CAPACITIVA			EFECTIVA	INDUCTIVA		
	$\phi$	$\text{Cos } \phi$	Potencia		$\phi$	$\text{Cos } \phi$	Potencia
	90°	0	Reactiva	0°	-90°	0	Reactiva
	60°	0,5	100%		-60°	0,5	
	30°	0,87			-30°	0,87	

a. Solamente resistencias efectivas  $R$ , como por ejemplo bombillas incandescentes. En este caso  $X = 0$  y  $Z = R$ , es decir, la corriente y el voltaje tienen el mismo recorrido, o están en fase.

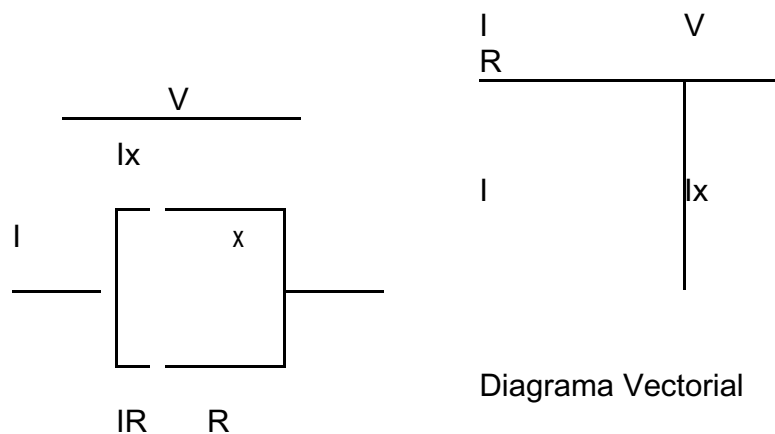
b. Predomina la reactancia inductiva  $X_L$ . La corriente corre retrasada con voltaje a un ángulo  $\phi$ , debido por ejemplo a transformadores o moto bobinas reactivas en el circuito.



c. Predomina la reactancia capacitiva  $X_C$ . La corriente corre adelantada con voltaje a un ángulo  $\phi$ , debido por ejemplo, a condensadores.

### 3.5.6. División de una corriente alterna desfasada en sus componentes.

La corriente desfasada total que circula en un circuito se puede dividir en: corriente real  $I_R$  y corriente reactiva  $I_x$ , Esta división es equivalente a la corriente en paralelo de una resistencia efectiva  $R$  con una reactancia inductiva  $X_L$ .



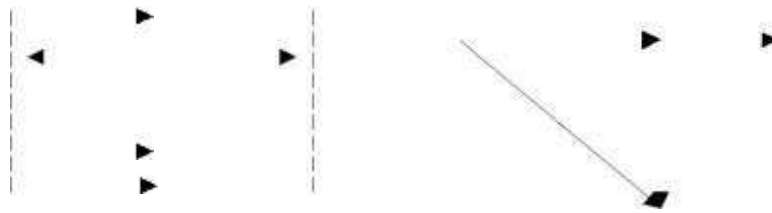
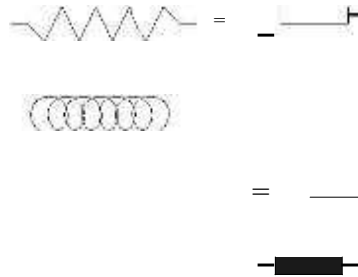


Diagrama Equivalente

Nota :



Calculando:

$$I \square V_Z \square I_R^2 \square I_X^2$$

La corriente efectiva está en fase con la tensión corriente reactiva tiene un desfase de 90° negativos con respecto a la tensión.

### 3.5.7. Efectos de un bajo factor de potencia.

Un bajo factor de potencia implica un aumento de la corriente aparente y por lo tanto un aumento de las perdidas eléctricas en el sistema, es decir indica una eficiencia eléctrica baja, lo cual siempre es costoso, ya que el consumo de potencia activa es menor que el producto V.I. (potencia aparente).

Veamos algunos efectos de un bajo factor de potencia:

- Un bajo factor de potencia aumenta el costo de suministrar la potencia activa a la compañía de energía eléctrica, porque tiene que ser transmitida más corriente, y este costo más alto se le cobra directamente al consumidor industrial por medio de cláusulas del factor de potencia incluidas en las tarifas.

- Un bajo factor de potencia también causa sobrecarga en los generadores, transformadores y líneas de distribución dentro de la misma planta industrial, así como también las caídas de voltaje y pérdidas de potencia se tornan mayores de las que deberían ser. Todo esto representa pérdidas y desgaste en equipo industrial.

**a. Generadores:** La capacidad nominal de generadores se expresa normalmente en kVA. Entonces, si un generador tiene que proporcionar la corriente reactiva requerida por aparatos de inducción, su capacidad productiva se ve grandemente reducida, Una reducción en el factor de potencia de 100% a 80% causa una reducción en los kW de salida de hasta un 27%.

**b. Transformadores:** La capacidad nominal de transformadores también se expresa en kVA, en forma similar a la empleada con generadores. De esta manera, a un factor de potencia de 60%, los kW de potencia disponible son de un 60% de la capacidad de placa del transformador. Además, el % de regulación aumenta en más del doble entre un factor de potencia de 90% y uno de 60%. Por ejemplo: Un transformador que tiene una regulación del 2% a un factor de potencia de 90% puede aumentarla al 5% a un factor de potencia del 60%.

**c. Líneas de Transmisión y Alimentadores:** En una línea de transmisión, o alimentador, a un factor de potencia de 60%, únicamente un 60% de la corriente total produce potencia productiva. Las pérdidas son evidentes, ya que un factor de potencia de 90%, un 90% de la corriente es aprovechable, y a un factor de potencia de 100% toda es aprovechable.

### **3.5.8. Ventajas de la Corrección del Factor de Potencia.**

De manera invertida, lo que no produce un efecto adverso produce una ventaja; por lo tanto, el corregir el factor de potencia a niveles más altos, nos da como consecuencia:

- a.** Un menor costo de energía eléctrica. Al mejorar el factor de potencia no se tiene que pagar penalizaciones por mantener un bajo factor de potencia.

- b. Aumento en la capacidad del sistema. Al mejorar el factor de potencia se reduce la cantidad de corriente reactiva que inicialmente pasaba a través de transformadores, alimentadores, tableros y cables.
- c. Mejora en la calidad del voltaje. Un bajo factor de potencia puede reducir el voltaje de la planta, cuando se toma corriente reactiva de las líneas de alimentación. Cuando el factor de potencia se reduce, la corriente total de la línea aumenta, debido a la mayor corriente reactiva que circula, causando mayor caída de voltaje a través de la resistencia de la línea, la cual, a su vez, aumenta con la temperatura. Esto se debe a que la caída de voltaje en una línea es igual a la corriente que pasa por la misma multiplicada por la resistencia en la línea.
- d. Aumento de la disponibilidad de potencia de transformadores, líneas y generadores.

### 3.5.9. Efectos del bajo factor de potencia en los conductores

Sistemas de 1, 2 ó 3 fases.

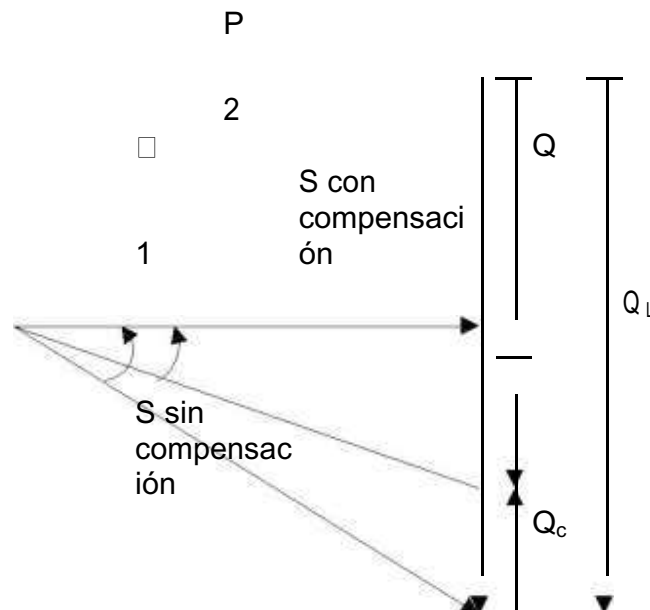
FACTO R DE POTEN CIA, %	CORRIENTE	AUMENTO DE LA CORRIENTE, %	TAMAÑO RELATIVO	AUMENTO EN LAS PÉRDIDAS POR
	TOTAL, AMPERIOS %		DEL ALAMBRE PARA PÉRDIDA %	CALENTAMIENT O PARA TAMAÑO ALAMBRE %
100	100	0	100	0
90	111	11	123	23
80	125	25	156	56
70	143	43	204	104
60	167	67	279	179
50	200	100	400	300
40	250	150	625	525

**Fuente:** Unidad Educativa “Raymundo Aveiga Moreira”.

## 5.2. COMPENSACIÓN

Los transformadores, motores, etc. son consumidores inductivos. Para la formación de su campo magnético estos toman potencia inductiva o reactiva de la red de alimentación, Esto significa para las plantas generadores de energía eléctrica una carga especial, que aumenta cuanto más grande es y cuanto mayor es el desfase. Esta es la causa por la cual se pide a los consumidores o usuarios mantener un factor de potencia cercano a 1. Los usuarios con una alta demanda de potencia reactiva son equipados con contadores de potencia reactiva (vatímetro o vatímetro de potencia devastada). La demanda de potencia reactiva se puede reducir sencillamente colocando condensadores en paralelo a los consumidores de potencia inductiva  $Q_L$ . Dependiendo de la potencia reactiva capacitiva  $Q_C$  de los condensadores se anula total o parcialmente la potencia reactiva inductiva tomada de la red. A este proceso se le denomina compensación.

Después de una compensación la red suministra solamente (casi) potencia real. La corriente en los conductores se reduce, por lo que se reducen las pérdidas en éstos. Así se ahorran los costos por consumo de potencia reactiva facturada por las centrales eléctricas. Con la compensación se reducen la potencia reactiva y la intensidad de la corriente, quedando la potencia real constante, es decir, se mejora el factor de potencia.

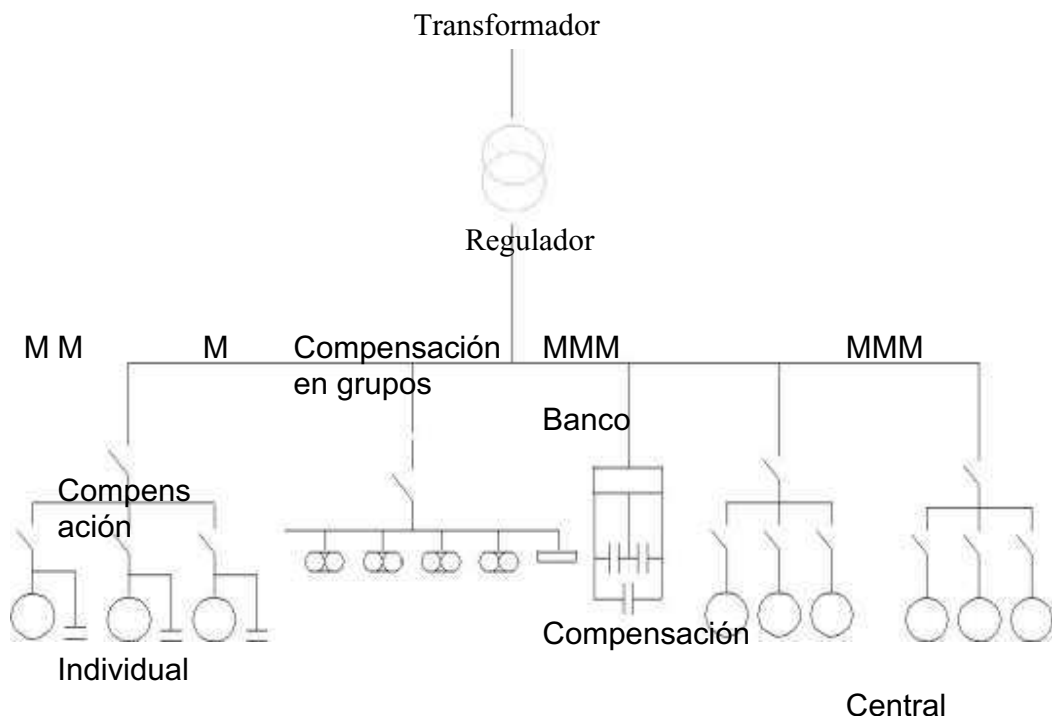




### 5.2.1. Tipos de compensación.

Las inductancias se compensan con la conexión en paralelo de capacitancias, conocida como compensación en paralelo. Esta forma de compensación es la más usual, especialmente en sistemas trifásicos. Los tres tipos de compensación en paralelo más usados son:

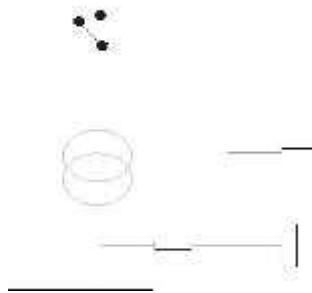
- a. **Compensación Individual:** A cada consumidor inductivo se le asigna el condensador necesario. Este tipo es empleado ante todo para compensar consumidores grandes de trabajo continuo.
- b. **Compensación en Grupos:** Los grupos se conforman de varios consumidores de igual potencia e igual tiempo de trabajo y se compensan por medio un condensador común. Este tipo de compensación es empleado, por ejemplo para compensar un grupo de lámparas fluorescentes.



- c. **Compensación Central:** La potencia reactiva inductiva de varios consumidores de diferentes potencias y diferentes tiempos de trabajo es compensada por medio de un banco de compensadores. Una regulación automática compensa según las exigencias del momento.

### 5.2.2. Compensación individual.

La compensación individual es el tipo de compensación más efectivo. El condensador se puede instalar junto al consumidor, de manera que la potencia reactiva fluye solamente sobre los conductores cortos entre el consumidor y el condensador. El diagrama siguiente muestra la compensación individual de un transformador.



Con la compensación individual es posible en muchos casos influir negativamente en el comportamiento del aparato por compensar. La potencia reactiva capacitiva del condensador no tiene que ser excedida, pues se caería en una "sobrecompensación"; en el cual por ejemplo se puede causar una elevación de la tensión con resultados dañinos. Por esto es necesario que el condensador cubra solamente la potencia reactiva inductiva demandada por el consumidor cuando esté funcionando sin carga alguna, es decir, al vacío.

### 5.2.3. Compensación individual de los transformadores.

Para la compensación individual de la potencia inductiva de los transformadores de distribución, se recomiendan como guía los valores dados en la tabla siguiente. A la potencia nominal de cada transformador se le ha asignado la correspondiente potencia del condensador necesario, el cual es instalado en el secundario del transformador.

POTENCIA NOMINAL DEL TRANSFORMADOR	POTENCIA REACTIVA DEL CONDENSADOR EN KVAR
100	4
160	6
250	15
400	25

630	40
1000	60
1600	100

### 5.2.6. Caso de compensación reactiva

Datos: Instalación con demanda promedio 110 kW,  $\cos \phi_1 = 0,79$  y 4.300 horas de operación anuales. Costo de Energía Reactiva US\$ = 0.012. Determinación de la capacidad del condensador

Se Calcula mediante:

$$kVAR_C = P \text{ kW} \times (\tan \phi_1 - \tan \phi_2)$$

El factor de potencia requerido será de 0.96

Según la ecuación anterior el banco de condensadores será de 53,35 kVAR. Normalizando se seleccionará un condensador de 50 kVAR

- Ahorro de Energía Reactiva: 50 kVAR x 4.300 h = 215,000 kVARh
- Ahorro Económico: 215,000 kVARh x 0.012 US\$/kVARh = 2,580 US\$
- Ahorro de Energía Activa: Adicionalmente se tendrá una reducción de pérdidas por efecto Joule al circular menores intensidades por la instalación
- Inversión: El costo promedio del condensador por KVAR puede variar entre 25 y 30 US\$.

Para este caso la inversión será: 50 kVAR x 30 US\$/kVAR = 1.500US\$

Período simple de retorno de la inversión (Pay Back):

$$\frac{\text{Inversión}}{\text{Ahorro}} = 7 \text{ meses}$$

**5.2.8. Método para el cálculo de la potencia en la Administración de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga Moreira”**

1	<b>ESTUDIOS DE CARGA Y DEMANDA</b>				FECHA: <b>16-Mayo-17</b>			
NOMBRE DEL PROYECTO: <b>UNIDAD EDUCATIVA RAYMUNDO AVEIGA</b> ACTIVIDAD TIPO: <b>ADMINISTRACION - VARIOS</b> LOCALIZACIÓN: USUARIO TIPO: <b>A</b> NUMERO DE USUARIOS: <b>1</b>								
<b>PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS UNITARIAS DE DISEÑO</b>								
No.	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO				FFUN (%)	CIR (W)	Fsn (%)	DMU (W)
	DESCRIPCIÓN	CANT.	Pn(W)	Pt(W)				
1	Punto de Fuerza 220V	17	900	15300	100%	15300,0	50	7650,0
2	Lámpara Fluorescente	43	300	12900	100%	12900,0	30	3870,0
3	Iluminación Led	24	600	14400	80%	11520,0	70	8064,0
4	Aire Acondicionado	7	6000	42000	90%	37800,0	90	34020,0
5	Computador	9	1200	10800	90%	9720,0	70	6804,0
6	Toma Corriente 120 V	68	2236	152048	100%	152048,0	80	121638,4
7	Congelador	10	400	4000	90%	3600,0	40	1440,0
8	Reflectores 1000 W	16	1000	16000	100%	16000,0	50	8000,0
9								0,0
10								0,0
11								0,0
12								0,0
13								0,0
<b>Total</b>				<b>267448,0</b>		<b>258888,0</b>		<b>191486,4</b>
Factor de potencia (FP) : <b>0,92</b> Factor de demanda (FDM): <b>0,7</b> DMU: <b>208,1 KVA</b> Factor de diversidad (FD): <b>1,00</b> Ti: <b>3,0 %</b> Proyección : <b>10,0 años</b> DMUp : <b>279,7 KVA</b>								
Alumbrado público: <b>0,0 KVA</b> Cargas especiales SSGG: <b>0,0 KVA</b>  DEMANDA REQUERIDA: <b>215,2 KVA</b> CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR A INSTALARSE:								
<hr/> <b>Mario Alvarado</b>								
Observaciones: <p style="text-align: center;">Se necesita un transformador de 250 KVA debido a la carga instalada</p>								

**5.2.9. Método para el cálculo de la potencia en Aula de Clases de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga Moreira”**

####	<b>ESTUDIOS DE CARGA Y DEMANDA</b>				FECHA: <b>16-Mayo-17</b>			
NOMBRE DEL PROYECTO: <b>UNIDAD EDUCATIVA RAYMUNDO AVEIGA</b> ACTIVIDAD TIPO: <b>Edificio de Aulas</b> LOCALIZACIÓN: USUARIO TIPO: <b>A</b> NUMERO DE USUARIOS: <b>1</b>								
<b>PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS UNITARIAS DE DISEÑO</b>								
No.	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO				FFUN (%)	CIR (W)	Fsn (%)	DMU (W)
	DESCRIPCIÓN	CANT.	Pn(W)	Pt(W)				
1	Toma Corriente	113	450	50850	100%	50850,0	20	10170,0
2	Lampara Fluorecente	115	300	34500	100%	34500,0	30	10350,0
3	Computador de Escritorio	45	600	27000	80%	21600,0	70	15120,0
4	Aire Acondicionado 18000 BTU	1	1800	1800	90%	1620,0	90	1458,0
5	Aire Acondicionado de 1200 BTU	5	1200	6000	90%	5400,0	70	3780,0
<b>Total</b>				<b>120150,0</b>		<b>113970,0</b>		<b>40878,0</b>
Factor de potencia (FP) : <b>0,92</b> Factor de demanda (FDM): <b>0,4</b> DMU: <b>44,4 KVA</b> Factor de diversidad (FD): <b>1,00</b> Ti: <b>3,0 %</b> Proyección : <b>10,0 años</b> DMUp : <b>59,7 KVA</b>								
Alumbrado público: <b>7,0 KVA</b> Cargas especiales SSGG: <b>0,0 KVA</b>  DEMANDA REQUERIDA: <b>51,3 KVA</b>  CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR A INSTALARSE: <b>75 KVA</b>  <div style="text-align: right; margin-right: 100px;"> <hr style="width: 200px; margin: 0 auto;"/> <b>MARIO ALVARADO</b> </div>								
Observaciones: Para el Edificio de Aulas se necesita un transformador de 75 KVA debido a la carga instalada								

**5.2.10. Método para el cálculo de la potencia en Aula de Clases de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga Moreira”**

####	<b>ESTUDIOS DE CARGA Y DEMANDA</b>				FECHA: <b>16-Mayo-17</b>			
NOMBRE DEL PROYECTO: <b>UNIDAD EDUCATIVA RAYMUNDO AVEIGA</b> ACTIVIDAD TIPO: <b>TALLER</b> LOCALIZACION: USUARIO TIPO: <b>A</b> NUMERO DE USUARIOS: <b>1</b>								
<b>PLANILLA PARA LA DETERMINACION DE DEMANDAS UNITARIAS DE DISEÑO</b>								
No.	APARATOS ELECTRICOS Y DE ALUMBRADO				FFUN (%)	CIR (W)	Fsn (%)	DMU (W)
	DESCRIPCION	CANT.	Pn(W)	Pt(W)				
1	Punto de Fuerza 220/480V	48	1500	72000	100%	72000,0	50	36000,0
2	Lampara Fluorecente	58	300	17400	100%	17400,0	30	5220,0
3	Interruptor 120V	24	600	14400	80%	11520,0	70	8064,0
4	Soldadora	16	6000	96000	90%	86400,0	90	77760,0
5	Compresor 1HP	3	746	2238	90%	2014,2	70	1409,9
6	Taladro Pedestal	7	300	2100	80%	1680,0	50	840,0
7	Torno 3HP	5	2236	11180	100%	11180,0	80	8944,0
8	Fragua 10000 W	1	10000	10000	100%	10000,0	70	7000,0
9	Fresa 5HP	1	3730	3730	100%	3730,0	50	1865,0
10	Amoladora 1HP	7	746	5222	100%	5222,0	80	4177,6
<b>Total</b>				<b>234270,0</b>		<b>221146,2</b>		<b>151280,5</b>
Factor de potencia (FP) : <b>0,85</b> Factor de demanda (FDM): <b>0,7</b> DMU: <b>178,0 KVA</b> Factor de diversidad (FD): <b>1,00</b> Ti: <b>3,0 %</b> Proyección : <b>10,0 años</b> DMUp : <b>239,2 KVA</b>								
Alumbrado público: <b>0,0 KVA</b> Cargas especiales SSGG: <b>0,0 KVA</b>  DEMANDA REQUERIDA: <b>184,0 KVA</b>  CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR A INSTALARSE:  <div style="text-align: right; margin-right: 100px;"> <hr style="width: 200px; margin: 0 auto;"/> <b>MARIO ALVARADO</b> </div>								
Observaciones: <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">             Se debe instalar un transformador de 200 KVA debido a la carga instalada         </div>								

### 5.2.11. Tablas del factor “k” de compensación reactiva para cálculo de la potencia en la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga Moreira”.

Las tablas presentada a continuación se da en función del factor de potencia de la instalación antes y después de la compensación. Para hallar la potencia del banco de condensadores a instalarse en un sistema eléctrico, el factor K hallado se multiplica por la Potencia Activa del sistema eléctrico.

El cálculo de la potencia de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga Moreira” de condensadores a través del Factor K. Para obtener en una instalación de 100 kW un Factor de Potencia de 0,97 ( $\text{tg } \phi = 0,25$ ), en el cual existe actualmente un Factor de Potencia de 0.83 ( $\text{tg } \phi = 0,67$ ), se tiene que seleccionar primero el Factor **K**, el cual se obtiene cruzando los factores de potencia existentes (columna vertical) y el deseado (fila horizontal). Para este caso, del cruce obtenido de los Factores de Potencia existentes y deseado se tiene que el Factor **K** es de 0.421, con la cual se determinara la potencia del banco de condensadores ( $Q_c$ ) a través de la siguiente relación:

$$Q_c = \text{Potencia Activa} \times \text{Factor K}$$

Según la relación descrita, la Potencia de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga Moreira” los Condensadores ( $Q_c$ ) seleccionado es de 42.1 kVAR para cualquier valor nominal de la tensión de la instalación, dejando como observación que para la Administración para su regularización se necesita un transformador de 250 KVA debido a la carga instalada, Mientras que en las Aulas de Clases se dice para el Edificio de Aulas se necesita un transformador de 75 KVA debido a la carga instalada; Así mismo para el taller Se debe instalar un transformador de 200 KVA debido a la carga instalada, en cuanto a cada detalle que se desarrolla en cada uno de los estudios de cargas y demandas para dicha institución.

#### 4.- CONCLUSIONES

- Se elaboró el estudio técnico sobre mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones, para el buen funcionamiento de la institución.
- Se determinaron los requisitos del departamento de mecánica para promover una solución orientada a solventar las necesidades del mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores.
- Se definieron modelo de mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores y su importante que estos modelos facilitan el funcionamiento de la institución.
- Se logró determinar mediante la técnica de la entrevista y encuesta se conocieron las falencias que existen sobre factores de potencia en la institución.
- Se concluyó con éxito el objetivo general propuesto, como fue el diseño Mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone.



## **5. RECOMENDACIONES**

- A la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga Moreira”; emplear el mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones para el buen funcionamiento institucional.
- A la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone; que formalice el mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones para el buen funcionamiento institucional.
- Al personal que labora en la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone; emplear y utilizar las nuevas herramientas tecnológicas, lo que permita mantenerse con los avances de la modelo de mejoramiento de factores de potencia.
- Al personal que labora en la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone; deben recibir capacitación de forma permanente y con personas especializadas para aplicar el modelo mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores.
- A la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone que se aplique mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones para el buen funcionamiento institucional.

## **6. BIBLIOGRAFÍA**

Alonso, V. (2009). *Dirigir con Calidad*. Madrid: Esic.

Anda, C. (2010). *Administración de Calidad*. México: Luminisa.

Argudín, Y. (2010). *Educación Basada en Competencias* . Madrid.

Arnold, D. (2011). *Teoría de los Sistemas*. México.

Barros, W. (2009). *Corrección del Factor Potencia* . Quito.

Berry, T. (2009). *Como Gerenciar la transformación hacia la calidad total*. Colombia.

Bonifaz, J. (2009). *Distribución Eléctrica*. Lima.

Calderón, J. (2010). *Modelo Adaptivo*. México.

Cevallos, A. (2009). *Hablemos de la Electricidad*. Quito.

Chumacero, R. (2009). *Regulación para la Crisis de Abastecimiento*. Chile.

Correa, O. (2009). *Estudio de Reconfiguración y Optimización de los Alimentadores de la Subestación*. Cuenca.

Cortés, J. (2010). *Seguridad del Trabajo*. Cali.

Enríquez, M. (2010). *Elementos de Diseño de la Sibestación*. México: LIMUSA.

Flores, J. (2009). *Localización de Fallas en los Sistemas de Distribución de Energía*. Madrid.

Gallart, M. (2009). *Desarrollo Industrial*. Calí.

Gary, A. (2013). *Evaluación de Confiabilidad*. Madrid.

Granada, M., & Escobar, A. (2009). *Reducción de pérdidas técnicas Usando Medidas Correctivas* . Colombia.

Guerrero, C. (2012). *Análisis de Esquemas*. Madrid.

Guevara, H. (2009). *Aplicación de Técnicas de Seguridad Industrial*. México.

Holgado, R. (2009). *Instalación Eléctrico*. Madrid.

- Johannsen, O. (2012). Introducción de la Teoría General de los Sistemas. México.
- López, J. (2011). Evaluación de los Costos de las Interrupciones del Suministro de Energía Eléctrica. Medellín.
- López, M. (2011). Manual de Riesgos Eléctricos. México.
- Martín, M. (2011). Pérdidas de Energía Comisión Eléctrica. Montevideo.
- Martinez, M. (2009). Sistemas de puesta Tierra. México.
- Matos, A. (2010). Remodelación del Sistema Eléctrico . Bogotá.
- Mora, A. (2009). Localización de los Sistemas. Valencia.
- Morón, N. (2011). Instalaciones de los Sistemas . Caracas.
- Neira, E. (2011). Sector Eléctrico . Quito.
- Olivera, J. (2010). Análisis Económico de Sistemas de Distribución . México.
- Poveda, M. (2009). Planificación de Sistemas de Distribución . Quito.
- Quadri, N. (2009). Electricidad Compuesta. Buenos Aires.
- Ramírez, C. (2009). Seguridad Industrial. Madrid.
- Riofría, C. (2010). Distribución Eléctrica. Lima.
- Rodríguez, F. (2009). Energía Eléctrica. Chile.
- Rosero, R. (2010). Pérdidas Técnicas en Sistemas de Distribución . Riobamba.
- Sanz, J. (2010). Instalaciones Eléctricas. España: Thomson.
- Serrano, J. (2011). Análisis y Gestión de Riesgos en el Mantenimiento. México.
- Tora, J. (2009). Transporte de la Energía Eléctrica. Madrid.
- Toro, L. (2012). Coordinación de Protectores. Vanegas.
- Valdés, P. (2009). Características del Proceso de Aprendizaje. México.
- Valencia, R. (2010). Algoritmos para la Localización . Madrid.
- Vanegas, E. (2010). Ingenierías. Madrid.

# ANEXOS

**Anexos # 1: Entrevista aplicada al Estudiantes de Tercero de Bachillerato H y docentes Encargado del Área**



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ EXTENSIÓN CHONE  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**FORMULARIO DE ENCUESTA**

**Dirigida a:** Estudiantes de tercero de Bachillerato H y docentes encargados del Área.

**Objetivo:** Mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone.

Instrucciones: Mucho agradecemos se sirva responder con sinceridad marcando con una X dentro del paréntesis de la alternativa de su elección.

**DATOS INFORMATIVOS:**

Lugar y fecha:.....

Ubicación: Rural ( ) Urbana ( ) Urbana marginal ( )

Barrio/Recinto:.....Parroquia:..... Cantón:.....

**1. ¿Cuenta usted con un buen servicio eléctrico en la institución?**

a. Si ( )

b. No ( )

**2. ¿Está satisfecho con la calidad de servicio eléctrico, suministrado por la empresa eléctrica?**

a. Si ( )

b. No ( )

**3. ¿Se han presentado en la institución interrupciones no programadas del servicio eléctrico?**

a. Si ( )

b. No ( )

**4. ¿Se han generado desperfectos en las máquinas y/o motores a causa de las interrupciones no programadas del servicio eléctrico?**

a. Si ( )

b. No ( )

5. ¿Han ocurrido accidentes que pongan en peligro la integridad humana, a causa de instalaciones en mal estado?
- a. Si ( )
- b. No ( )
6. ¿Se siente seguro con el sistema eléctrico de su institución?
- a. Si ( )
- b. No ( )
7. ¿El tendido de cables eléctricos de su institución se encuentra en buen estado?
- a. Si ( )
- b. No ( )
8. ¿Cree usted que el servicio eléctrico de su institución necesita revisión técnica?
- a. Si ( )
- b. No ( )
9. ¿Cree usted que el diagnóstico de la carga eléctrica disminuye los riesgos de accidentes?
- a. Si ( )
- b. No ( )
10. ¿Considera usted que realizar un diagnóstico de carga se está aportando al desarrollo de su institución, considerando que el servicio eléctrico es una necesidad prioritaria de los seres humanos?
- a. Si ( )
- b. No ( )

**Gracias por su aporte y colaboración**

**Anexos # 2: Encuesta aplicada a Rector (a) y docente encargado del Área de Talleres y Laboratorios**



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ EXTENSIÓN CHONE  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**FORMULARIO DE ENTREVISTA**

**Dirigido a:** Rector (a) y docente encargado del Área de Talleres y Laboratorios.

**Objetivo:** Mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga” del Cantón Chone.

**Instrucciones:** Mucho agradezco se sirva responder con sinceridad y honestidad a cada una de las interrogantes que formula la siguiente entrevista, de su respuesta y contestación dependerá el éxito de la misma.

**CUESTIONARIO DE PREGUNTAS**

1. **¿Cuál es su criterio, sobre la calidad del servicio eléctrico suministrado por la empresa eléctrica?**
2. **¿Qué opina usted sobre las interrupciones eléctricas no programadas?**
3. **¿Cuál es su criterio de acuerdo al daño de equipos, por causa de las interrupciones eléctricas, no programadas?**
4. **¿En qué estado se encuentra el sistema eléctrico de su Institución?**
5. **¿Cuál es su criterio sobre la seguridad que ofrece el sistema eléctrico en la Institución?**

6. **¿considera usted que realizar un diagnóstico de carga eléctrica en el actual sistema eléctrico de la Institución, ayudara a que el personal docente y estudiantes realicen de manera más segura y cómoda sus actividades?**
  
7. **¿Cree usted que el diagnóstico de carga eléctrica aportará para la detección de fallas en el sistema eléctrico?**
  
8. **¿Cree usted que la realización de un diagnóstico de carga eléctrica disminuye los riesgos de accidentes de tipo eléctrico?**
  
9. **¿Cree usted que la realización de un diagnóstico de carga ayuda a disminuir las interrupciones del servicio eléctrico?**
  
10. **¿Cree usted que esta investigación aportara al desarrollo de la Institución donde Labora?**

**Gracias por su aporte y colaboración.**



**Anexos # 3: Fotografía de Evidencia de Entrevistas, Encuestas y Ficha de Observación**



**Imagen 1.-** Encuesta a Estudiantes de Tercero de Bachillerato “H”.



**Imagen 2.-** Encuesta a Estudiantes de Tercero de Bachillerato “H”.



**Imagen 3.-** Entrevista del Docente Encargado del Área de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga Moreira”



**Imagen 4.-** Entrevista del Rector Encargado de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga Moreira”





**Imagen 5.-** Encuesta de Docentes de la Unidad Educativa “Raymundo Aveiga Moreira”