



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**EXTENSIÓN LA MANÁ**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS-CIYA**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“REACONDICIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE  
BAJA TENSIÓN PARA LA ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA RIO SAN  
PABLO DEL TOQUILLAL”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del título de Ingeniero  
Electromecánico

**AUTOR:**

Chanaluisa Flores Wagner Iván

**TUTOR:**

Ing. Trujillo Ronquillo Danilo F.

**LA MANÁ-ECUADOR**

**AGOSTO-2022**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Yo: Chanaluisa Flores Wagner Iván, declaro ser el autor del presente proyecto de investigación: “REACONDICIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN PARA LA ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA RIO SAN PABLO DEL TOQUILLAL”, siendo el Ing. Trujillo Ronquillo Danilo Fabricio, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, es de mi exclusiva responsabilidad.



Wagner Iván Chanaluisa Flores

C. I. 1250396528

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el título:

**“REACONDICIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN PARA LA ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA RIO SAN PABLO DEL TOQUILLAL”** de Wagner Iván Chanaluisa Flores, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aporte científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, agosto del 2022



Ing. MSc. Danilo Fabricio Trujillo Ronquillo

C.I: 1803547320

**TUTOR**

## **APROBACION DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulante Wagner Iván Chanaluisa Flores con el título de Proyecto de Investigación: ” **RECONDICIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN PARA LA ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA RIO SAN PABLO DEL TOQUILLAL**”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación de proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, agosto del 2022

Para constancia firman:



M.Sc. Ing. William Armando Hidalgo Osorio  
C.I: 0502657885  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



M.Sc. Ing. William Paul Pazuña Naranjo  
C.I: 0503338592  
**LECTOR 2**



M.Sc. Ing. Jose Williams Morales Cevallos  
C.I: 0502675424  
**LECTOR 3 (SECRETARIO)**

***AGRADECIMIENTO***

Expreso mi más profundo agradecimientos a Dios y a nuestras familias, por el apoyo brindado a lo largo de este ciclo académico, y de una manera especial al PhD Yoandrys Morales Tamayo por su paciencia y sus conocimientos brindados para culminar con éxito mi carrera estudiantil.

***Wagner***

***DEDICATORIA***

Dedico este esfuerzo a Dios por permitirme llegar hasta este punto y nunca dejarme solo, alcanzando así las metas y objetivos propuestos, de manera especial a mi madre, hermanos y amigos que y estuvieron siempre a mi lado apoyándome.

***Wagner***

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS – CIYA

### RECONDICIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN PARA LA ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA RIO SAN PABLO DEL TOQUILLAL

**Autor:**

Wagner Iván Chanaluisa Flores

#### RESUMEN

En el presente proyecto se analizó el sistema eléctrico de la escuela de educación básica del Toquillal del cantón La Maná, el cual mostro fallas tales como: mala conexión desde acometida, deterioro en el cable e acometida, cables sulfatados, categoría incorrecta de los mismo y en muchos casos realización de empalmes clandestinos con cable gemelo. Todo esto ocasiono grandes fallos y sobrecarga al momento de colocar muchas cargas. También se mostraban para los circuitos de iluminación cables descubiertos y sin el aislamiento necesario, lo que produjo en muchas ocasiones shocks eléctricos a personas y niños que tuvieron la mala suerte de tocar sin intención estos. También se identificó la falta de una caja de distribución para el control independiente de los sistemas de iluminación, tomacorrientes o cargas especiales.

Al haber reconocido toda esta problemática se procedió a solucionarla, primeramente, cambiando el cable que viene desde la acometida, retiramiento de todos los elementos deteriorados: cables, canaletas, mangueras, interruptores, tomacorrientes. Luego se procedió a la colocación de elementos nuevos de acuerdo a la Norma NEC para Instalaciones Eléctricas con dos cajas de distribución ya que son dos bloques los que forman la escuela con 3 circuitos eléctricos: para iluminación, tomacorrientes y cargas especiales. Logrando con esto mantener un suministro de energía constante desde su readecuación hasta la actualidad.

**Palabras clave:** acometida, cables sulfatados, empalmes, sobrecarga, shocks eléctricos, NEC.

# **TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI THE MANNA EXTENSION**

**FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES - CIYA**

## **RECONDITIONING OF THE LOW VOLTAGE ELECTRICAL FACILITIES FOR THE RIO SAN PABLO DEL TOQUILLAL BASIC EDUCATION SCHOOL**

**Author:**

Wagner Iván Chanaluisa Flores

### **ABSTRACT**

In the present project, the electrical system of the basic education school of Toquillal in the La Mana canton was analyzed, which showed faults such as: bad connection from the connection, deterioration in the cable and connection, sulfated cables, incorrect category of the same. and in many cases carrying out clandestine splices with twin cable. All this caused major failures and overload when placing many loads. Bare cables without the necessary insulation were also shown for the lighting circuits, which on many occasions caused electric shocks to people and children who had the misfortune to touch them unintentionally. The lack of a distribution box for the independent control of lighting systems, outlets or special loads was also identified. Having recognized all this problem, we proceeded to solve it, firstly, changing the cable that comes from the connection, removing all the deteriorated elements: cables, gutters, hoses, switches, outlets. Then, new elements were placed according to the NEC Standard for Electrical Installations with two distribution boxes since there are two blocks that make up the school with 3 electrical circuits: for lighting, outlets and special loads. Achieving with this to maintain a constant energy supply from its readjustment to the present.

**Keywords:** rush, sulfated cables, splices, overload, electric shock, NEC.

## **AVAL DE TRADUCCIÓN**

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“REACONDICIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN PARA LA ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA RIO SAN PABLO DEL TOQUILLAL”** presentado por: **Wagner Iván Chanaluisa Flores**, egresado de la Carrera de: Ingeniería Electromecánica, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de Ingeniería y Aplicadas**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, agosto del 2022

Atentamente,



Mg. Ramón Amores Sebastián Fernando  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
C.I: 050301668-5

## INDICE GENERAL

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	2
3. JUSTIFICACIÓN .....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
4.1 Beneficiarios Directos .....	3
4.2 Beneficiarios Indirectos .....	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
6. OBJETIVOS .....	3
6.1 Objetivo General.....	3
6.2 Objetivos específicos .....	3
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS. ....	4
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA .....	4
8.1 Contexto Social Escuela de Educación Básica Río San Pablo del Toquillal .....	4
8.2 Principios Básicos de Electricidad.....	5
8.2.1 Electricidad .....	5
8.3 Características de la corriente eléctrica .....	6
8.4 Electricidad Estática y Dinámica .....	7
8.5 Ley de Ohm .....	8
8.6 Potencia Eléctrica.....	9
8.7 Factor de potencia .....	10
8.8 Instalación de Servicios .....	11
8.8.1 Red Eléctrica.....	12
8.8.2 Generación .....	12
8.8.3 Transmisión .....	12
8.8.4 Distribución .....	13
8.9 Sistema de Media tensión .....	14
8.10 Instalaciones eléctricas residenciales. ....	14

8.11 Instalaciones eléctricas industriales. ....	15
8.12 Instalaciones eléctricas comerciales. ....	16
8.13 Tipos de cables.....	16
8.14 Acometida Eléctrica.....	17
8.15 Cable para acometida.....	17
8.16 Cables para construcción .....	18
8.17 Cables de pares. ....	18
8.18 Cable coaxial.....	19
8.19 Cable de fibra óptica .....	19
8.20 Cable apantallado.....	20
8.20.1 Aislamiento de Conductores.....	20
8.20.2 Selección de Conductores Eléctricos .....	21
8.20.3 Selección del conductor de cable .....	21
8.21 Transformadores .....	22
8.21.1 Características de un transformador.....	23
8.22 Instalación Eléctrica residencial .....	24
8.22.1 Partes de una instalación eléctrica residencial .....	24
8.23 Cables Eléctricos.....	25
8.24 Protecciones Eléctricas .....	26
8.25 Interruptores.....	26
8.26 Norma NEC .....	27
8.27 Pregunta Científica o Hipótesis: .....	28
9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	29
9.1 Localización.....	29
10. TIPOS DE INVESTIGACIÓN .....	29
10.1 Enfoque de la Investigación.....	29
10.2 Investigación Experimental .....	29

10.3	Métodos de investigación.....	29
10.4	Técnica de investigación.....	29
10.5	Re-modelamiento del sistema eléctrico.....	30
10.5.1	Lugar de Instalación.....	30
10.5.2	Levantamiento de la Información del sistema eléctrica.....	30
10.5.3	Rediseño del sistema.....	33
10.5.4	Implementación del sistema eléctrico.....	36
11.	ANALISIS DE RESULTADOS.....	37
11.1	Medidores monofásicos.....	37
11.2	Cambio de Componentes del sistema.....	37
	Para los circuitos de Iluminación.....	38
	Para los circuitos de tomacorrientes.....	38
	Para cargas especiales.....	38
12.	IMPACTOS.....	40
13.	VALORACIÓN ECONÓMICA Y/O PRESUPUESTO PARA IMPLEMTAR LA PROPUESTA DEL PROYECTO.....	40
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
15.1	Conclusiones:.....	41
15.2	Recomendaciones:.....	41
15.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	42
	Bibliografía.....	42
16.	ANEXOS.....	46
	ANEO 1. CURRICULUM VITAE.....	46
	ANEXO 2 DIAGRAMA ELÉCTRICO.....	48
	ANEXO 3 NORMA NEC.....	49

## INDICE DE FIGURAS

Tabla 1 Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.....	4
Tabla 2 Calibre de Cables.....	21
Tabla 3. Capacidad de corriente en conductores aislados NTE INEN.....	22
Tabla 4 Valores de voltaje medidos en los puntos eléctricos de las diferentes aulas.....	31
Tabla 5 Valores de circuitos de iluminación, tomacorrientes y cargas especiales según norma NEC .....	34
Tabla 6 Componentes de cada bloque .....	34
Tabla 7 Dimensionamiento de los circuitos eléctricos de los bloques de la escuela.....	35
Tabla 7 Potencia de las cargas del aula de Computación .....	35
Tabla 8 Categoría de Cables.....	36
Tabla 9 Costos directos de materiales .....	40

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.....	4
Tabla 2 Calibre de Cables.....	21
Tabla 3. Capacidad de corriente en conductores aislados NTE INEN.....	22
Tabla 4 Valores de voltaje medidos en los puntos eléctricos de las diferentes aulas.....	31
Tabla 5 Valores de circuitos de iluminación, tomacorrientes y cargas especiales según norma NEC .....	34
Tabla 6 Componentes de cada bloque .....	34
Tabla 7 Dimensionamiento de los circuitos eléctricos de los bloques de la escuela.....	35
Tabla 8 Potencia de las cargas del aula de Computación .....	35
Tabla 9 Categoría de Cables.....	36
Tabla 10 Valores de voltaje de los diferentes puntos de la escuela.....	39
Tabla 11 Costos directos de materiales .....	40

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:**

“REACONDICIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN PARA LA ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA RIO SAN PABLO DEL TOQUILLAL”

**Fecha de inicio:**

abril del 2022

**Fecha de finalización:**

agosto del 2022

**Lugar de ejecución:**

Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

**Unidad académica que auspicia:**

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas CIYA

**Carrera que auspicia:**

Ingeniería Electromecánica

**Proyecto de investigación vinculado:****Equipo de trabajo:****Tutor del Proyecto:**

MSc. Ing. Danilo Fabricio Trujillo Ronquillo

**Postulante:**

Chanaluisa Flores Wagner Iván

**Área de conocimiento:**

Ingeniería, Industria y Construcción

**Línea de investigación:**

Energías Alternativas y Renovables eficiencia energética y protección ambiental

**Sub líneas de investigación de la carrera:**

Energética en sistemas electromecánicos y uso de fuentes renovables de energía.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

La infraestructura de la escuela de educación básica Río San Pablo del Toquillal del cantón La Maná, está conformada por dos bloques de aulas antiguas, un patio de juegos, y un laboratorio de Computación. Dentro de los problemas que se evidencio fueron: en sus inicios la escuela contaba solo con dos salones para aulas de clases y debido a esto el sistema eléctrico se lo diseño solo para estas. Con el pasar del tiempo se fueron construyendo más aulas y se fue haciendo empalmes eléctricos de aula a aula; sin haber hecho un análisis de cargas para circuitos de iluminación o tomacorrientes, tampoco se había realizado mantenimiento del sistema eléctrico de distribución en baja tensión, tampoco existió información técnica en cuanto a planos eléctricos y mediante algunas mediciones en puntos estratégicos se refleja caídas y falta de voltaje, desequilibrios y sulfatación de sus componentes. Por lo que, se observó que la problemática de esta situación es que las instalaciones eléctricas no fueron las adecuadas, existió sub dimensionamiento de los cables y del circuito, además, solo había un circuito por bloque tanto para lo que es iluminación tomacorrientes y para el laboratorio de computación.

## **3. JUSTIFICACIÓN**

Al ser una institución de educación la escuela de educación Río San Pablo es fundamental que esta cuente con un sistema eléctrico adecuado, con esto garantiza en primer lugar: la seguridad de las personas que laboran y de los niños que reciben la enseñanza en el lugar, se evita daños en los diferentes equipos eléctricos y se garantiza un entorno de enseñanza y aprendizaje grato y seguro tanto para niños y docentes.

Además, al realizar mantenimientos preventivos continuos de los diferentes elementos que forman parte del sistema eléctrico, se garantiza una larga vida útil de los mismos, así mismo es importante recalcar que al realizar un correcto dimensionamiento de los circuitos de iluminación, tomacorrientes y protecciones eléctricas del sistema se disminuye pérdidas económicas para el establecimiento. Finalmente contar con información del diseño eléctrico plasmado en un plano eléctrico posibilita realizar mejoras continuas sobre la infraestructura implementada.

## **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

### **4.1 Beneficiarios Directos**

Los beneficiarios directos serán los alumnos y profesores de la escuela de educación básica Río San Pablo ubicada en el Toquillal perteneciente al cantón La Maná de la provincia de Cotopaxi.

### **4.2 Beneficiarios Indirectos**

Los beneficiarios indirectos serán los moradores del Toquillal, ya que los niños de este lugar podrán acceder a la enseñanza en esta institución educativa.

## **5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

La infraestructura de la escuela de educación básica Río San Pablo del Toquillal del cantón La Maná, está conformada por dos bloques de aulas antiguas, un patio de juegos, y un laboratorio de Computación. Dentro de los problemas que se evidencio fueron: en sus inicios la escuela contaba solo con dos salones para aulas de clases y debido a esto el sistema eléctrico se lo diseño solo para estas. Con el pasar del tiempo se fueron construyendo más aulas y se fue haciendo empalmes eléctricos de aula a aula; sin haber hecho un análisis de cargas para circuitos de iluminación o tomacorrientes, tampoco se había realizado mantenimiento del sistema eléctrico de distribución en baja tensión, tampoco existió información técnica en cuanto a planos eléctricos y mediante algunas mediciones en puntos estratégicos se refleja caídas y falta de voltaje, desequilibrios y sulfatación de sus componentes. Por lo que, se observó que la problemática de esta situación es que las instalaciones eléctricas no fueron las adecuadas, existió sub dimensionamiento de los cables y del circuito, además, solo había un circuito por bloque tanto para lo que es iluminación tomacorrientes y para el laboratorio de computación.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1 Objetivo General**

Reacondicionar las instalaciones eléctricas de baja tensión para la escuela de educación básica Río San Pablo del Toquillal.

### **6.2 Objetivos específicos**

- Identificar los principales problemas existentes en el sistema eléctrico en la escuela de educación básica Río San Pablo del Toquillal.

- Rediseñar el sistema eléctrico de baja tensión de la escuela Río San Pablo del Toquillal.
- Implementar el rediseño eléctrico en la Institución.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS.

**Tabla 1 Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos**

<b>Objetivos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Resultados de las actividades</b>	<b>Descripción (técnicas e instrumentos)</b>
Identificar los principales problemas existentes en el sistema eléctrico en la escuela de educación básica Río San Pablo del Toquillal.	Identificación de los problemas existentes dentro del cableado eléctrico de la institución.	Obtención de los problemas eléctricos.	Tablas con problemas eléctricos existentes.
Rediseñar el sistema eléctrico de baja tensión de la escuela Río San Pablo del Toquillal.	Se hizo el rediseño del sistema eléctrico.	Rediseño del sistema eléctrico.	Elementos del sistema eléctrico.
Implementar el rediseño eléctrico en la Institución.	Se conectó el cableado de sistema eléctrico.	Adecuación del sistema eléctrico.	Reacondicionamiento del sistema eléctrico.

**Fuente:** (Chanaluísa,20022)

## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

### 8.1 Contexto Social Escuela de Educación Básica Río San Pablo del Toquillal

La escuela de educación básica rio san pablo de El Triunfo es un centro educativo de Educación Regular y sostenimiento Fiscal, con jurisdicción Hispana. La modalidad es Presencial de jornada Matutina y nivel educativo de Educación Básica. Se encuentra ubicada en la provincia

de Cotopaxi, en el cantón La Maná de la parroquia El Triunfo. Es un centro educativo de Ecuador perteneciente a la Zona 3 geográficamente es un centro educativo urbano, su modalidad es Presencial en jornada Matutina, con tipo de educación regular y con nivel educativo: Educación Básica. Institución educativa que obtiene sus recursos para desarrollar sus actividades (Sostenimiento) de manera Fiscal, está en el régimen escolar Costa y se puede llegar al establecimiento de manera terrestre. La escuela “Río San Pablo” se localiza en el recinto El Toquillal aproximadamente a dos kilómetros de la urbe de La Maná, se trata de una institución educativa pública en la que se educan algo más de 200 infantes, quienes pertenecen a un estrato socio económico bajo, considerando su procedencia y las condiciones de vida a las que pertenecen (Enriquez, 2018).

**Figura 1** Escuela de educación básica Río San Pablo



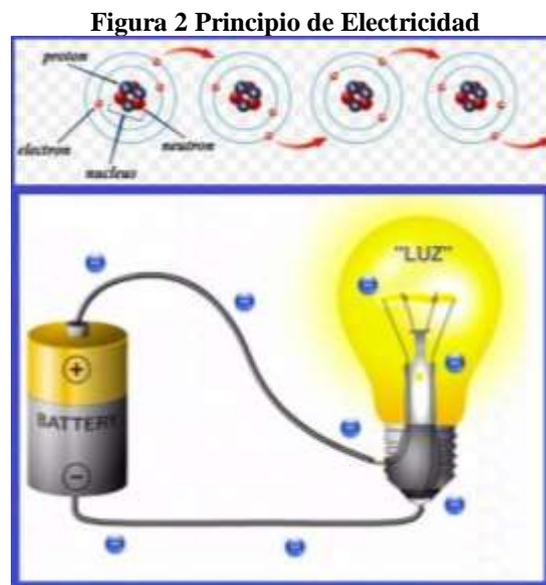
Fuente: (infoescuelas, 2022)

## 8.2 Principios Básicos de Electricidad

### 8.2.1 Electricidad

La electricidad es un insumo importante para la economía porque se utiliza en la producción de prácticamente todos los bienes o servicios, así como en las actividades cotidianas de todos. Con el desarrollo de la tecnología y el avance de los sistemas informáticos y de comunicación, la demanda de electricidad ha crecido rápidamente. Por lo tanto, el consumo de electricidad per cápita está directamente relacionado con el desarrollo económico (Rivero, 2011)

La electricidad es un conjunto de fenómenos físicos asociados a los efectos que producen las cargas eléctricas tanto en reposo como en movimiento. voltaje o fuerza electromotriz es la diferencia de carga eléctrica entre dos puntos de un circuito, es decir, provocada por una fuerza externa (invisible) para mover la carga de un punto a otro, y su medida será el voltio (gencat, 2019).



Fuente: (Pinterest, 2018)

### 8.3 Características de la corriente eléctrica

La corriente eléctrica tiene características que lo forman únicamente en varios semblantes:

- a) La demanda tiene variación de diferentes formas y no aleatoria en distancias de tiempo desiguales es decir puede ser en día, año o ciclo comercial (Rivero, 2011).
- b) No puede almacenarse económicamente, y su producción debe satisfacer la demanda casi al mismo tiempo que se consume en cada nodo de la red (Rivero, 2011).
- c) La instancia de electricidad no es muy flexible en el corto aplazamiento, y cuando la demanda logra su cabida, la oferta se vuelve muy inelástica. Como resultado, los precios al contado son altamente volátiles y vulnerables a la manipulación por parte de las fuerzas del mercado de los postores. Debido a que la demanda de electricidad puede cambiar de manera predecible e impredecible con el tiempo, es más probable que una empresa de servicios públicos satisfaga la demanda de los consumidores a una tarifa eficiente (Rivero, 2011).

- d) El suministro de este bien debe ser continuo, sin interrupciones ni fluctuaciones en frecuencia y voltaje (Rivero, 2011).

#### 8.4 Electricidad Estática y Dinámica

Los electrones son cargas negativas y son atraídos por las cargas positivas. Es decir, para que haya atracción debe haber una fuente deficiente en electrones que tengan carga positiva. Para que un material esté cargado eléctricamente, debe tener más electrones que protones o más protones que electrones. Recuerda que las cargas opuestas se atraen y las cargas iguales se repelen (xunta, 2017).

**Electricidad estática:** La electricidad estática es la primera manera de electricidad producida por el fuerte y ya fue descrita por Tales de Mileto en dirección a el año 600 a.C., que la definió como un canon estacionario. Cuando los electrones viajan a través de un cuerpo y alcanzan el borde del propio, se genera electricidad lo cual lo podemos apreciar en la figura 2 (UValencia, 2022).

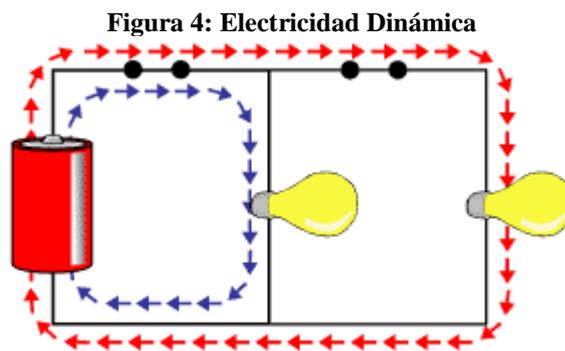


Fuente: (AREATECNOLOGICA, 2018)

- **Electricidad dinámica:** La electricidad dinámica consiste en cargas eléctricas en movimiento y crean la corriente eléctrica. Se manifiesta como una corriente eléctrica que se puede manipular para realizar una tarea. Las características de la electricidad dinámica son:

- La electricidad dinámica consiste en cargas eléctricas en movimiento y produce una corriente eléctrica.
- Conservar el flujo de cargas solicita que los empleados ejecuten el encargo necesario para conservar en corriente continua.

En el sistema internacional de unidades (SIU), la carga se calcula en culombios, abreviado C, y la electricidad se mide en culombios por segundo, en amperios, abreviado A. Una corriente de 1 amperio significa que el área de la sección transversal del conductor aumenta en 1 C por segundo a medida que pasa, como se muestra en la Figura 3 (lifeder, 2021).



Fuente: (sitesgoogle, 2018)

## 8.5 Ley de Ohm

La ley de Ohm establece que la corriente es proporcional al voltaje aplicado e inversamente proporcional a la resistencia del circuito. La expresión escrita por esta ley se puede representar mediante la siguiente ecuación algebraica como podemos observar en la ecuación 1:

$$I = \frac{V}{R} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

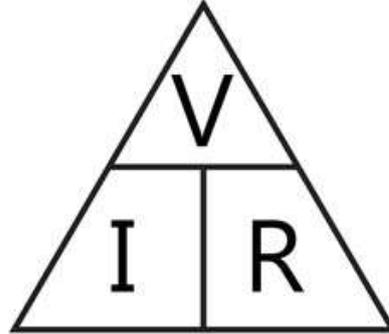
**I**= Corriente [A]

**V**=Voltaje [ V]

**R**= Resistencia [  $\Omega$ ]

Para aclarar las ecuaciones de la ley de Ohm, se representa en el triángulo de memoria de la ley de OHM como podemos observar en la figura 5.

Figura 5: Triángulo de la ley de Ohm



Fuente: (shutterstock, 2022)

Donde:

$$R = \frac{V}{I} \quad (\text{Ecuación 2})$$

$$V = I \times R \quad (\text{Ecuación 3})$$

## 8.6 Potencia Eléctrica

La potencia eléctrica es la cantidad de energía consumida por una carga en un tiempo determinado, la unidad de medida de la potencia eléctrica es el vatio, esto equivale a un julio sobre segundos y se representa con la letra [W].

**Potencia Activa (P):** La potencia eléctrica es la cantidad de energía consumida por una carga en un tiempo determinado, la unidad de medida de la potencia eléctrica es el vatio, esto equivale a un julio sobre segundos y se representa con la letra [W] (Energía, 2021).

$$P_{1\phi} = V \times I \times \cos\phi = S \times \cos\phi \rightarrow \text{monofásico} \quad (\text{Ecuación 4})$$

$$P_{3\phi} = \sqrt{3} \times V_{LL} \times I_L \times \cos\phi = \sqrt{3} \times S \times \cos\phi \rightarrow \text{Trifásico} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Donde:

V= Voltaje [V]

S= Potencia Aparente [VA]

I= Corriente [A]

Cos  $\phi$  = fp = Factor de Potencia

**Potencia Reactiva (Q).** - Es la potencia perdida que consumen los motores, transformadores y todos los aparatos eléctricos que poseen algún tipo de bobina, su unidad de medida es volt-ampere reactivo (VAR) (Energia, 2021).

$$Q = V \times I \times \sin\varphi = S \times \sin\varphi \rightarrow \text{Monofásico} \quad (\text{Ecuación 6})$$

$$Q = \sqrt{3} \times V_{LL} \times I_L \times \sin\varphi = 3 \times s \times \sin\varphi \rightarrow \text{Trifásico} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde:

V= Voltaje [V]

S= Potencia [W]

I= Corriente [A]

Sin  $\varphi$  = Factor Reactivo

**Potencia Aparente (S):** Es la potencia total de un circuito con carga reactiva, es decir, es la suma geométrica de la potencia activa y reactiva, su unidad de medida es el voltio amperio (VA) (Energia, 2021).

$$S^2 = P^2 + Q^2 \quad (\text{Ecuación 8})$$

Donde:

P= Potencia Activa [W]

Q= Potencia Reactiva [VAR]

### 8.7 Factor de potencia

El factor de potencia (FP) se interpreta como la correlación entre la potencia activa (kW) manipulada con el sistema y la fuerza supuesta (kVA) extraída de la línea eléctrica (Energia, 2021).

$$fp = \cos(\varphi) = \cos(\varphi_v - \varphi_i) = \frac{P}{S} \quad (\text{Ecuación 9})$$

Donde:

P= Potencia Activa [W]

S= Potencia Aparente [W]

Además de esto, existe el factor reactivo, que es la correlación entre la fuerza reactiva (kVAr) malgastada en el método y la energía supuesta (kVA) extraída de la línea eléctrica.

$$\text{factor reactivo} = \sin\phi = \frac{Q}{S} \quad (\text{Ecuación 10})$$

Donde:

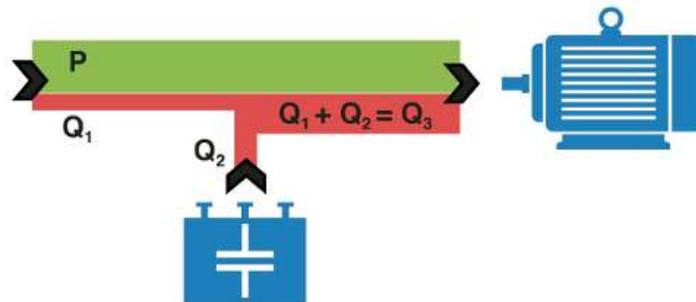
$\sin \phi$  = Factor Reactivo

$Q$  = Potencia Reactiva [W]

$S$  = Potencia Aparente [VA]

Para tener eficiencia energética, el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), menciona que se debe lograr un factor de potencia de al menos 0.92, ya que un factor de potencia menor al mencionado conlleva a un mayor consumo de potencia reactiva en comparación con la potencia activa, aumentando las pérdidas por sobrecalentamiento como se puede observar en la figura 6.

**Figura 6: Corrección del factor de potencia**



Fuente: (Procesos Industriales, 2022)

El factor de potencia es, por ende, una medida de la eficiencia de un sistema eléctrico. A mayor factor de potencia, mayor es la cantidad de potencia transmitida que está siendo usada en trabajo útil. A pesar de que la potencia reactiva no genera trabajo útil ocupa capacidad de transporte que podría ser usada para transmitir potencia activa, lo cual hace que el sistema sea más ineficiente, como se muestra en la Figura 6.

## 8.8 Instalación de Servicios

Se llama instalación eléctrica industrial y residencial, a un conjunto de diferentes elementos que permiten el suministro eléctrico como:

1. Canalizaciones.
2. Estructuras.
3. Conductores.
4. Accesorios.
5. Dispositivos.

Estos elementos suministran electricidad en una casa o negocio, desde los tipos de conductores llamados generadores eléctricos hasta su lugar de consumo (homify, 2019).

### **8.8.1 Red Eléctrica**

Una red eléctrica es una red interconectada que tiene el propósito de suministrar electricidad desde los proveedores hasta los consumidores. Consiste de tres componentes principales, las plantas generadoras que producen electricidad de combustibles fósiles (carbón, gas natural, biomasa) o combustibles no fósiles (eólica, solar, nuclear, hidráulica); Las líneas de transmisión que llevan la electricidad de las plantas generadoras a los centros de demanda y los transformadores que reducen el voltaje para que las líneas de distribución puedan entregarle energía al consumidor final (Wikipedia, 2022).

Los elementos que forman una red eléctrica son:

### **8.8.2 Generación**

La generación, en términos generales, consiste en transformar alguna clase de energía no eléctrica, sea esta 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 de la red eléctrica.

### **8.8.3 Transmisión**

La red de transporte de energía eléctrica es la parte del sistema de suministro eléctrico constituida por los elementos necesarios para llevar hasta los puntos de consumo y a través de grandes distancias, la energía eléctrica generada en las centrales eléctricas. Para ello, los niveles de energía eléctrica producidos deben ser transformados, elevándose su nivel de tensión. Esto se hace considerando que para un determinado nivel de potencia a transmitir, al elevar la tensión se reduce la corriente que circulará, reduciéndose las pérdidas por Efecto Joule. Con este fin se emplazan subestaciones elevadoras en las cuales dicha transformación se efectúa empleando

transformadores, o bien autotransformadores. De esta manera, una red de transmisión emplea usualmente voltajes del orden de 220 kV y superiores, denominados alta tensión, de 400 o de 500 kV (Wikipedia, 2022).

#### **8.8.4 Distribución**

Desde las subestaciones ubicadas cerca de las áreas de consumo, el servicio eléctrico es responsabilidad de la compañía suministradora (distribuidora) que ha de construir y mantener las líneas necesarias para llegar a los clientes. La red de distribución es un componente del sistema de suministro, siendo responsabilidad de las compañías distribuidoras. La distribución de la energía eléctrica desde las subestaciones de transformación de la red de transporte se realiza en dos etapas. La primera está constituida por la red de reparto, que, partiendo de las subestaciones de transformación, reparte la energía, normalmente mediante anillos que rodean los grandes centros de consumo, hasta llegar a las estaciones transformadoras de distribución. Las tensiones utilizadas están comprendidas entre 25 y 132 kV. Intercaladas en estos anillos están las estaciones transformadoras de distribución, encargadas de reducir la tensión desde el nivel de reparto al de distribución en media tensión. La segunda etapa la constituye la red de distribución propiamente dicha, con tensiones de funcionamiento de 3 a 30 kV y con una disposición en red radial. Esta red cubre la superficie de los grandes centros de consumo (población, gran industria, etc.), uniendo las estaciones transformadoras de distribución con los centros de transformación, que son la última etapa del suministro en media tensión, ya que la tensión a la salida de estos centros es de baja tensión (125/220 o 220/380). Las líneas que forman la red de distribución se operan de forma radial, sin que formen mallas. Cuando existe una avería, un dispositivo de protección situado al principio de cada red lo detecta y abre el interruptor que alimenta esta red. La localización de averías se hace por el método de "prueba y error", dividiendo la red que tiene la avería en mitades y suministrando energía a una de ellas; a medida que se acota la zona con avería, se devuelve el suministro al resto de la red. Esto ocasiona que en el transcurso de la localización se puedan producir varias interrupciones a un mismo usuario de la red. La topología de una red de distribución se refiere al esquema o arreglo de la distribución, esto es la forma en que se distribuye la energía por medio de la disposición de los segmentos de los circuitos de distribución. Esta topología puede tener las siguientes configuraciones:

**Red radial o red en antena:** resaltan su simplicidad y la facilidad que presenta para ser equipada de protecciones selectivas. Como desventaja tiene su falta de garantía de servicio.

**Red en bucle abierto:** tiene todas las ventajas de la distribución en redes radiales y además la posibilidad de alimentar alternativamente de una fuente u otra.

**Red en anillo o en bucle cerrado:** se caracteriza por tener dos de sus extremos alimentados, quedando estos puntos intercalados en el anillo o bucle. Como ventaja fundamental se puede citar su seguridad de servicio y facilidad de mantenimiento, si bien presenta el inconveniente de una mayor complejidad y sistemas de protección más complicados. Como sistemas de protección se utilizan conductores aislados, fusibles, seccionadores en carga, seccionalizadores, órganos de corte de red, reconectores, interruptores, pararrayos antena, pararrayos autoválvulas y protecciones secundarias asociadas a transformadores de medida, como son relés de protección (Wikipedia, 2022).

## 8.9 Sistema de Media tensión

Las empresas eléctricas distribuidoras ofrecen suministro de media tensión desde sus redes primarias o secundarias:

Sistema monofásico de 7.620 voltios. Es la fuente de alimentación especificada, se detecta cuando la demanda del consumidor es superior a 30 kW y la potencia total de la placa de circuito no es superior a 100 kVA.

Norma para sistema trifásico a 13,2 kV. Esta potencia establecida es inferior a 1000 KW cuando la demanda requerida es superior a 30 KW (Juarez, 2017).

## 8.10 Instalaciones eléctricas residenciales.

Para una instalación eléctrica es necesario tener visión, y ante todo tener en cuenta las necesidades de la vivienda, en el diseño del plano arquitectónico se debe de tener en cuenta la ubicación de circuitos eléctricos para tomacorrientes, iluminarias y cargas especiales localizados en la sala, cocina, comedor, baños, cuartos y teniendo la posición exacta de los encendidos y apagados de los aparatos electrodomésticos, tales como televisores, radios, licuadora, hornos de microondas, lavadora, secadora. Teniendo en cuenta todos los para mostros

y la ubicación de las mismas se procederá a la instalación y tener un excelente acabado. (Díaz, 2010).

**Figura 7** Instalaciones eléctricas residenciales.

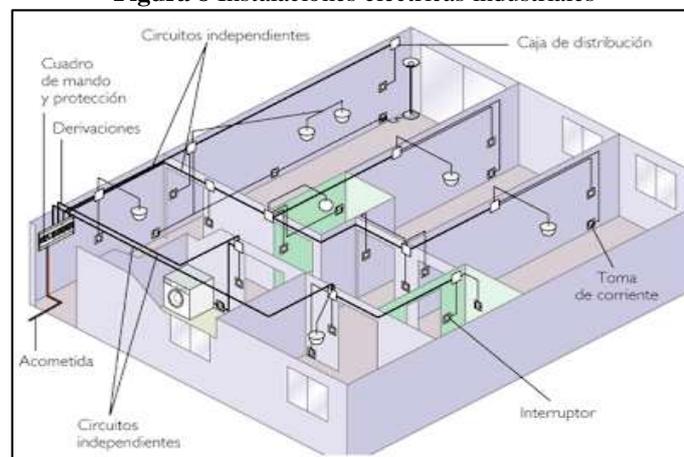


Fuente: (sites, 2007)

### 8.11 Instalaciones eléctricas industriales.

Las instalaciones eléctricas industriales son aquellas en las que existe maquinas o aparatos que consumen gran cantidad de energía y para ello se establece conexiones trifásicas que puedan satisfacer las necesidades que exige las mismas. Dichas instalaciones tienen su adecuada protección contra riesgos peligrosos, térmicos y dinámicos, que se pueden ocasionar cortocircuitos, sobrecarga y daños dentro de las citadas instalaciones eléctricas, así como también maquinaria, equipos y motores. (Iluminación, 2022)

**Figura 8** Instalaciones eléctricas industriales



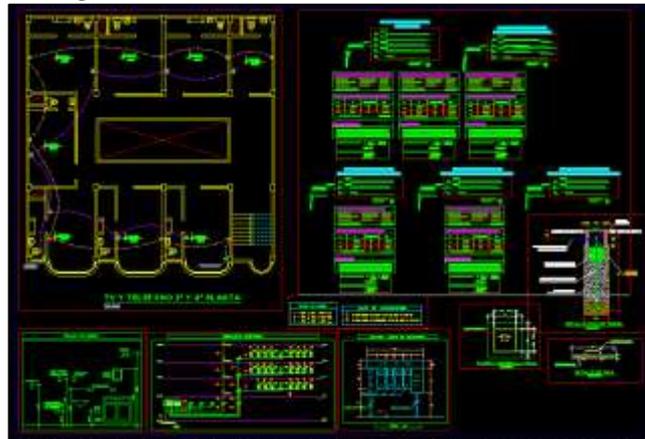
Fuente: (Tusocal, 2019)

### 8.12 Instalaciones eléctricas comerciales.

Las instalaciones eléctricas comerciales conllevan ciertas características para su funcionamiento óptimo, tales como la iluminación y la conexión de equipos o aparatos de aire acondicionado son primordiales y para ello el adecuado funcionamiento es primordial dentro de las instalaciones. (Instante, 2020).

Para estas instalaciones es esencial trabajar con bajo voltaje que van desde los 120 V, 220 V, hasta los 440 V, en sus distintas conexiones eléctricas, teniendo en cuenta que todas deben ser realizadas en corriente alterna. Las instalaciones eléctricas comerciales son construidas conforme a la demanda de su lineamiento técnico, normativos dentro de su plan de industria, así como también el tiempo de mantenimiento de sus equipos y revisiones respectiva (Issuu, 2011).

**Figura 9** Plano instalaciones eléctricas comerciales.



Fuente: (Bibliocad, 2022)

### 8.13 Tipos de cables.

Los tipos de cables a utilizar en las instalaciones eléctricas residenciales, comerciales o industriales, son un conjunto de hilos guías de cobre o aluminio, tales están recubiertos de un material aislante, normalmente polietileno. El grosor del material de aislamiento dependerá de la cantidad de corriente eléctrica que transportará el cable y la temperatura a la que se verá sometido. (Zúñiga, 2020)

El cable estará formado en 4 partes:

1. Conductor
2. Aislamiento
3. Capa de relleno
4. Cubierta

**Figura 10** Cable coaxial

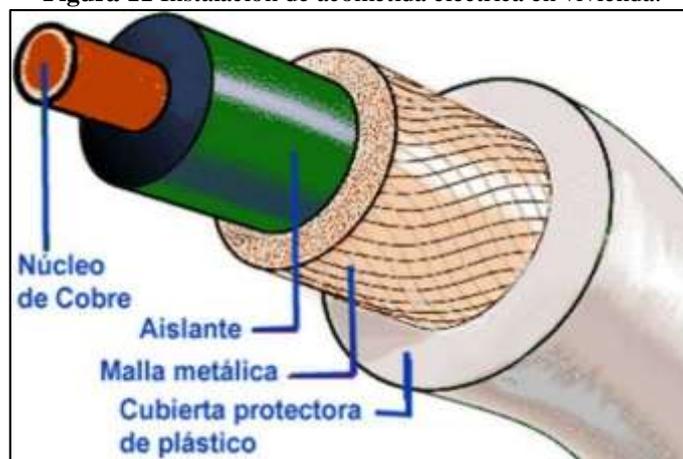


Fuente: (Sites, 2010)

#### 8.14 Acometida Eléctrica.

La acometida eléctrica son conexiones que pueden ser aéreas o subterráneas las cuales estas conectadas en las instalaciones eléctricas, cada una de ellas esta suministrada con la caja o cajas generales de protección. Esta conexión es necesaria para dotar de suministro eléctrico al transportar energía a las instalaciones de un edificio, vivienda, nave industrial o local comercial (MADRID, 2019).

**Figura 11** Instalación de acometida eléctrica en vivienda.



Fuente: (mndelgolfo, 2005)

#### 8.15 Cable para acometida.

Cada cable podrá soportar una tensión distinta de acuerdo a la instalación eléctrica requerida, como se muestra a continuación:

- Muy baja tensión: hasta 50 V.

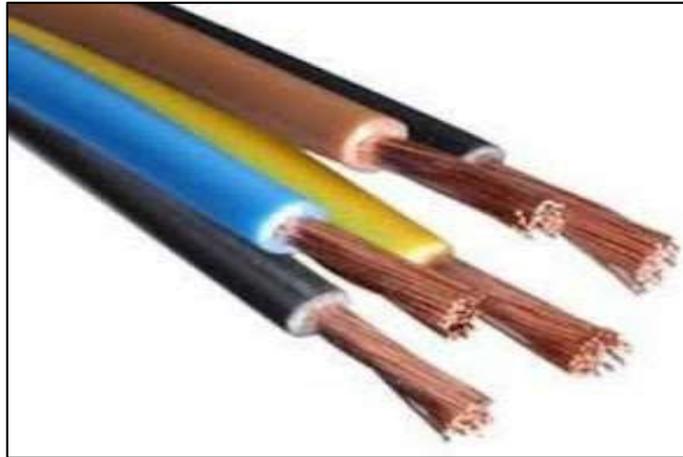
- Baja tensión: hasta 1000 V.
- Media tensión: hasta 30 kV.
- Alta tensión: hasta 66 kV.
- Muy alta tensión: Más de 770 kV.

Teniendo en cuenta el tipo de instalación y necesidades se utilizarán los distintos tipos de cables, que son:

### 8.16 Cables para construcción

Para el armado de las instalaciones eléctricas.

**Figura 12** Cable para construcción.



Fuente: (Blogspot, 2016)

### 8.17 Cables de pares.

Para conexión de equipos telefónicos y redes.

Uno de los cables más antiguos dentro del mercado y en algunos tipos de funciones es el más frecuente, consta de dos alambres de cobre o en otros casos de aluminio, estos dos están aislados con un recubrimiento de 1 mm aproximadamente. (Ecured, 2017)

**Figura 13** Cable cobre con cable REXANT FTP

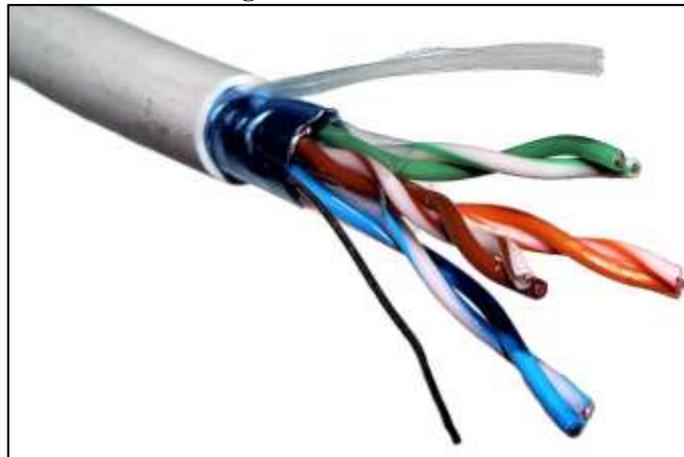


Fuente: (REXANT, 2020)

### 8.18 Cable coaxial

Para llevar información (usualmente video) a través de sus conductores.

**Figura 14** Cable coaxial



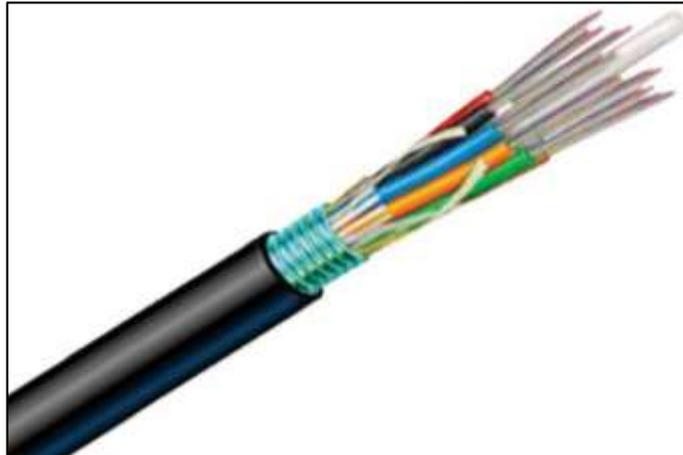
Fuente: (Blogspot, 2016)

### 8.19 Cable de fibra óptica

Para transmisiones con distancias superiores a varios kilómetros.

Es una alternativa para el cable coaxial en el ámbito de la industria de las telecomunicaciones y la electrónica, su mejor utilidad viene dada ya que gracias a su finés del cable puede almacenar y transportar una variedad de datos la cual soporta un trabajo a una distancia mayor entre repetidoras. (Andrade, 2020)

**Figura 15** Cable de fibra óptica

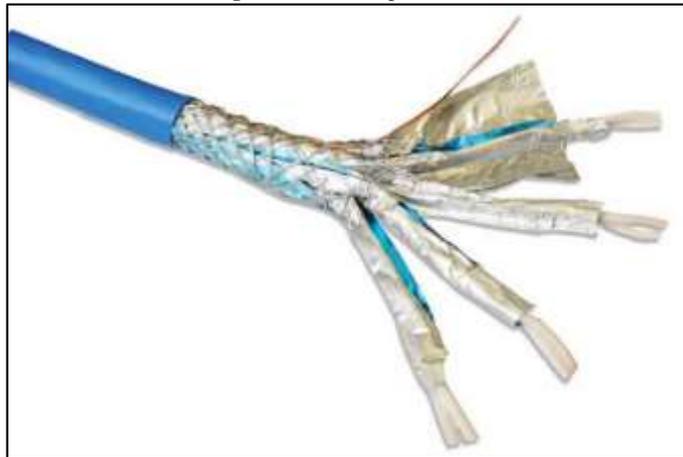


Fuente: (REXANT, 2020)

## 8.20 Cable apantallado

Para equipos de audio.

**Figura 16** Cable apantallado



Fuente: (Blogspot, 2016)

### 8.20.1 Aislamiento de Conductores

Se modifica el aislamiento del conductor de acuerdo a los requisitos, utilizamos como modelo el material termoplástico marcado como tipo T y los medios de acuerdo a las normas de UT (Underwriters Laboratories Inc.) denominados: TW, THW, THHN, TTU. También convergen los polímeros identificados como: R, RW, RHW, RH, RHH (Guaman, 2017).

En respuesta al dilema del conductor, se consideran algunos principios para acoger a los agentes de exposición en las instalaciones eléctricas como, por ejemplo, las normas ambientales para las instalaciones.:

**Lugares secos:** Los conductores aislados y los cables dañados (usados) pueden ser de los siguientes tipos: FEP, FEPB, MTW, PFA, RHH, RHW, RHW-2, SA, 6THHN, THW-2, THHW, THHW-2, THWN, THWN-2, TW, XHH, XHHW, WHHW-2 o ZW

**Lugares húmedos:** los conductores y cables aislados deben tener una cubierta impermeable óptimo para resistir los siguientes tipos de lugares húmedos: FEP, FEPB, MTW, PFA, RHH, RHW, RHW-2, TW, THW, THW -2, THHW, THHW-2, THWN, THWN-2, XHHW, XHHW-2, ZW o el tipo que mejor funciona para la profundidad (Guaman, 2017).

### 8.20.2 Selección de Conductores Eléctricos

Los tipos de conductores existentes se clasifican por número de calibre, registrados por el sistema American Wire Gauge (AWG). Cuando se trata de áreas elevadas se utiliza una unidad denominada molino circular (área circular con un diámetro de una milésima de pulgada (Guaman, 2017). En la siguiente tabla 2 se detalla el área de conductores con calibre AWG y su área conductora.

**Tabla 2 Calibre de Cables**

<b>Calibre (AWG)</b>	<b>Área (mm<sup>2</sup>)</b>
12	3,31
10	5,27
8	8,35
6	13,30
4	21,20
2	33,60
1/0	53,5
2/0	67,4
4/0	107

Fuente: (Guaman, 2017)

### 8.20.3 Selección del conductor de cable

Se considera que las importantes opciones de calibre del conductor son los siguientes tres:

- **Arreglo de conductores de fuerza:** incorpora la corriente con el conductor más alto que puede soportar considerando sus propiedades mecánicas.
- **Aislamiento y temperatura de trabajo:** Se tiene en cuenta la temperatura de trabajo y se selecciona el nivel de aislamiento a soportar en conjunto con el amperaje.

- **Caída de tensión:** Cálculo que tiene en cuenta el nivel de pérdidas que sufre un conductor en función de su longitud.

Tabla 3. Capacidad de corriente en conductores aislados NTE INEN

Sección Transversal	Temperatura nominal del conductor						Calibre
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	
	Tipo S, TW, UF	Tipos FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	Tipos TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-E, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	Tipos TW*, UF*	Tipos RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	Tipos TBS, SA, SIS, THHN*, THW-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
mm <sup>2</sup>	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG o kcmils
0,82	----	----	14	----	----	----	18
1,31	----	----	18	----	----	----	18
2,08	20*	20*	25	----	----	----	14
3,3	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
5,25	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8,36	40	50	55	30	40	45	8
13,29	55	65	75	40	50	60	6
21,14	70	85	95	55	65	75	4
26,68	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,2	110	130	150	85	100	115	1
53,5	125	150	170	100	120	135	1/0
67,44	145	175	195	115	135	150	2/0
85,02	165	200	225	130	155	175	3/0
107,21	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	2530	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500

Fuente: (NEC, 2018)

En Ecuador Los conductores, que se utilicen en las instalaciones, deben estar sujetos a la norma vigente NTE INEN 2345 en lo que se refiere a su tipo de aislamiento. El rango de utilización de los conductores corresponde a la capacidad de conducción de cada uno de ellos de acuerdo con la Tabla 3.

## 8.21 Transformadores

Son una herramienta estática con magnetización electromagnética diseñada para transformar un sistema de corriente alterna en una o más corrientes alternas, que son de alta frecuencia y, a menudo, de pedantería y cacofonía variables. Los transformadores reciben caracteres a valores

de tensión despreciables y entregan valores bajos. Un transformador alimentador por una línea de disposición de media tensión realiza la conversión final, realizando la disposición parcial de la tensión a la tensión de uso. El convertidor debe ser idóneo para establecimiento expuesta (sobretensión atmosférica) y conectado directamente a líneas aéreas o instalado a través de pequeñas secciones de cable (endesa, 2022).

### 8.21.1 Características de un transformador

La potencia nominativa de un transformador monofásico es el fruto de su tensión primaria nominal multiplicada por la corriente primaria:

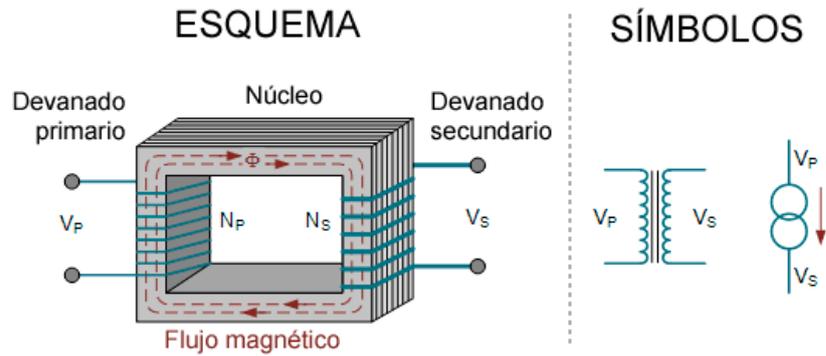
$$S_n = V_n \times I_n \quad (\text{Ecuación 11})$$

- Las capacidades nominales de tensión y corriente son aquellos productos para los que existen delineado al convertidor.
- Cuando un transformador maniobra a una potencia preferente a su fuerza nominal, se sobrecalienta

Es fundamental conocer los datos informativos que caracteriza lo necesario para adquirir un transformador para una aplicación específica. Las características más relevantes son:

- La potencia en KVA.
- La primarias y secundarias de las tensiones.
- Regulación de tensión de salida.
- Grupos de unión.
- Frecuencia.
- Clima ambiente máxima.
- Altitud de instalación
- Instalación interior o exterior.
- Nivel de Aislamiento Básico (BIL).
- Relación de evolución.

Figura 18 Esquema y simbología de un transformador

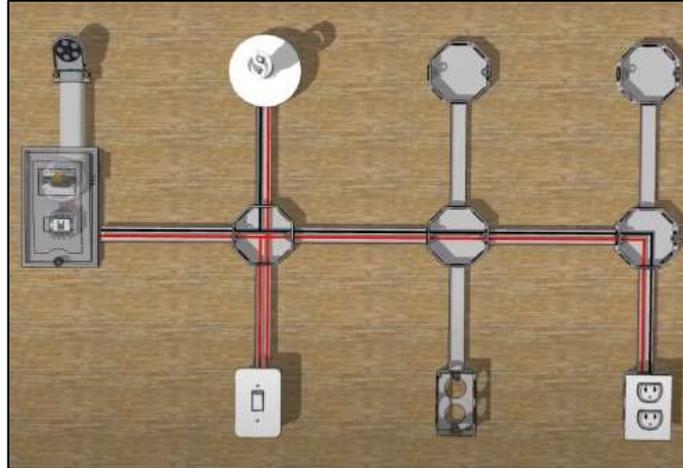


Fuente: (omega, 2022)

## 8.22 Instalación Eléctrica residencial

Instalación eléctrica residencial es un conjunto de elementos e instalaciones realizadas en hogares y casas con el fin de poder brindar suministro eléctrico a todos los aparatos eléctricos de un cuarto u habitación por medio de tomacorrientes, interruptores, iluminarias, duchas eléctricas, hornos eléctricos.

Figura 19 Instalación eléctrica residencial



Fuente: (Espacio Honduras, 2022)

### 8.22.1 Partes de una instalación eléctrica residencial

Las partes de una instalación eléctrica residencial son:

- **Acometida.** Es la parte de la instalación que conecta la red de distribución con el edificio.

- **Caja general de protección (CGP).** Situada en el exterior del edificio, lo protege en el caso de que haya demasiada corriente eléctrica.
- **Línea general de alimentación (LGA).** Es la línea que une la caja general de protección (CGP) con los aparatos que controlan la corriente eléctrica.
- **Caja de protección y medida (CPM).** Si la electricidad llega desde el mismo lugar a uno o más edificios y no hay LGA, la CGP y el contador se colocan en un solo elemento llamado caja de protección y medida (CPM).
- **Contador.** Aparato que mide la energía eléctrica que se utiliza.
- **Derivación individual.** Es la línea que une la LGA con la de caja de protección de cada hogar (endesa, 2022).

### 8.23 Cables Eléctricos

Un cable eléctrico es un elemento fabricado y pensado para conducir electricidad. El material principal con el que están fabricados es con cobre por su alto grado de conductividad, aunque también se utiliza el aluminio que, a pesar de tener un menor grado de conductividad, resulta más económico que el cobre.

Los cables eléctricos están compuestos por el conductor, el aislamiento, una capa de relleno y una cubierta. Cada uno de estos elementos que cumplen con el siguiente propósito:

**Conductor eléctrico:** Es la parte del cable que transporta la electricidad y puede estar constituido por uno o más hilos de cobre o aluminio.

**Aislamiento:** Este componente es la parte que recubre el conductor, se encarga de que la corriente eléctrica no se escape del cable y de que sea transportada de principio a fin por el conductor.

**Capa de relleno:** La capa de relleno se encuentra entre el aislamiento y el conductor, se encarga de que el cable conserve un aspecto circular, ya que en muchas ocasiones los conductores no son redondos o tienen más de un hilo. Con la capa de relleno se logra un aspecto redondo y homogéneo (MEGAWATT, 2017).

**Cubierta:** La cubierta es el material que protege al cable de la intemperie y elementos externos. Dependiendo de la tensión se categorizan en grupos:

- Cables de muy baja tensión (Hasta 50V)
- Cables de baja tensión (Hasta 1000V)
- Cables de media tensión (Hasta 30kV)

- Cables de alta tensión (Hasta 66kV)
- Cables de muy alta tensión (Por encima de los 770kV)

**Figura 20** Tipos de cable

CABLE	CALIBRE	DIÁMETRO	CONSUMO DE CORRIENTE	USOS
	18	1mm	Muy baja	Timbre o sistemas de seguridad.
	16	1.5mm	Baja	Lámparas y focos comunes.
	12	4mm	Mediana	Hornos de microondas, licuadoras y extensiones.
	8	10mm	Alta	Estufa eléctrica y aires acondicionados
	6	16mm	Muy Alta	Equipos industriales

Fuente: (ELECTROREM, 2019)

## 8.24 Protecciones Eléctricas

Son aparatos que resultan muy útiles para proteger las instalaciones eléctricas cuando el funcionamiento habitual ha sido alterado o presenta fallas en la conexión, y que no pueden faltar en las ferreterías. Estos dispositivos eléctricos se encargan de discontinuar la energía en circunstancias anormales del funcionamiento de las instalaciones, se trata de productos de uso obligatorio porque, algunos, son capaces de detectar fallas e impedir daños que puedan afectar a las personas en el área circundante.

## 8.25 Interruptores

Los interruptores son los componentes en los que podemos encontrarnos con una mayor variedad de dispositivos. La mayoría de ellos persiguen el objetivo de evitar electrocuciones-, como veremos que hacen las tomas de tierra, pero también sirven para impedir que se produzcan cortocircuitos, sobrecargas, y daños en el circuito eléctrico y/o en sus componentes. En cualquier tipo de instalación, pero en especial en entornos adversos, el uso de ciertos tipos de interruptores y relés es más que recomendable, cuando no obligado por la normativa.

Entre otros, los interruptores de protección más utilizados en instalaciones eléctricas son:

- **Interruptores magnetotérmicos** (o pequeños interruptores automáticos, conocidos como ‘PIA’), destinados a proteger la instalación de sobrecargas y cortocircuitos.

- **Interruptores diferenciales**, que ‘saltan’ o impiden el paso de corriente eléctrica cuando alguna de las fases del circuito eléctrico se deriva a tierra. Cumplen la misión de evitar, sobre todo, daños en la instalación eléctrica y electrocuciones (SIMON, 2022).

**Figura 14** Dispositivos de protección



Fuente: (Palava, 2021)

## 8.26 Norma NEC

Las Normas Ecuatorianas de Construcción, se presentan los requerimientos y metodologías que deberán ser aplicados al diseño sismo resistente de edificios principalmente y, en segundo lugar, a otras estructuras; complementadas con normas extranjeras reconocidas. Esta Norma se constituyó como un documento de permanente actualización, necesario para el cálculo y diseño sismo resistente de estructuras, considerando el potencial sísmico del Ecuador. Calculistas, diseñadores y profesionales del sector de la construcción, las herramientas de cálculo, basándose en conceptos de Ingeniería Sísmica y que les permiten conocer las hipótesis de cálculo que están adoptando para la toma de decisiones en la etapa de diseño (Obras públicas, 2018).

El Gobierno Nacional, a través del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), como ente rector en materia de hábitat y asentamientos humanos ha impulsado un cambio estructural en la política habitacional y constructiva en todo el país con la elaboración de documentos que fomenten el desarrollo ordenado de los asentamientos humanos y el acceso a la vivienda digna (NEC-SB-IE, 2018).

De acuerdo con el Decreto Ejecutivo No. 705 del 24 de marzo de 2011, el MIDUVI coordina el trabajo para la elaboración de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) y preside el Comité Ejecutivo de la NEC, integrado por el Ministerio Coordinador de Seguridad (MICS), la Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR), la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME), la Federación Ecuatoriana de Cámaras de la Construcción (FECC) y un representante de las Facultades de Ingeniería de las Universidades y Escuelas Politécnicas (NEC-SB-IE, 2018).

En cumplimiento de lo dispuesto, la Norma Ecuatoriana de la Construcción actualiza el Código Ecuatoriano de la Construcción, que estuvo vigente desde el 2001 hasta el 2011, y determina la nueva normativa aplicable para la edificación, estableciendo un conjunto de especificaciones mínimas, organizadas por capítulos dentro de tres ejes de acción: Seguridad Estructural (NECSE); Habitabilidad y Salud (NEC-HS) y Servicios Básicos (NEC-SB). Adicionalmente, la NEC incluye la figura de Documentos Reconocidos (NEC-DR) que contiene información complementaria a los capítulos de los tres ejes establecidos (NEC-SB-IE, 2018).

La NEC es de cumplimiento obligatorio a nivel nacional y debe ser considerada en todos los procesos constructivos, como lo indica la Disposición General Décimo Quinta del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD). Se constituye en una normativa que busca la calidad de vida de los ecuatorianos y aporta en la construcción de una cultura de seguridad y prevención; por ello, define los principios básicos para el diseño sísmo resistente de las estructuras; establece parámetros mínimos de seguridad y calidad en las edificaciones; optimiza los mecanismos de control y mantenimiento en los procesos constructivos; reduce el consumo y mejora la eficiencia energética de las edificaciones; aboga por el cumplimiento de los principios básicos de habitabilidad y salud; y además fija responsabilidades, obligaciones y derechos de todos los actores involucrados en la construcción (NEC-SB-IE, 2018).

### **8.27 Pregunta Científica o Hipótesis:**

¿Se podrá garantizar el continuo suministro de energía eléctrica para las diferentes aulas y laboratorio de la escuela de educación básica Río San Pablo del Toquillal del cantón La Maná de la provincia de Cotopaxi?

## **9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

El presente trabajo de titulación está enfocado a solucionar el problema existente dentro del sistema eléctrico que se suscita en la escuela de educación básica Río San Pablo del Toquillal, por lo que se analizará los diferentes métodos y técnicas que se utilizaron para la culminación del proyecto.

### **9.1 Localización**

El reacondicionamiento del sistema eléctrico para la escuela de educación básica se lo hará en el Toquillal, perteneciente al cantón la Maná de la provincia de Cotopaxi.

## **10. TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

### **10.1 Enfoque de la Investigación**

El resultado del presente trabajo de investigación estará orientado a determinar si se logró realizar un correcto reacondicionamiento del sistema eléctrico de la escuela de educación básica del Toquillal del cantón La Maná de la provincia de Cotopaxi, por lo que se buscará saber la opinión o expresar un comentario cuando se culmine este proyecto. Debido a lo expuesto anteriormente se tendrá una **Investigación Cuantitativa**.

### **10.2 Investigación Experimental**

Al hacer el análisis del problema y se buscó la manera de solucionarlo interviniendo de manera directa en el proceso de investigación por lo que la investigación es Experimental.

### **10.3 Métodos de investigación**

Al realizar la readecuación del sistema eléctrico de la escuela de educación básica del Toquillal, lo que se hace es una descripción acerca de lo importante que es contar con una correcta conexión eléctrica dentro de una infraestructura o edificación. Por esto es que se utilizará un Método Descriptivo

### **10.4 Técnica de investigación**

El estudio acerca de reacondicionar el sistema eléctrico se realizó de manera directa en la institución educativa, por lo que el método que se siguió fue **El de Campo**.

## 10.5 Re-modelamiento del sistema eléctrico

### 10.5.1 Lugar de Instalación

La ubicación del lugar donde se procedió a identificar el problema de una mala conexión eléctrica, cables sulfatados y mal dimensionados, acometidas deterioradas entre otras. Fue en la escuela de educación básica Río San Pablo en el Toquillal del cantón La Maná de la provincia de Cotopaxi.

**Figura 16** Patio de la Escuela d educación básica del Toquillal



Fuente: (Chanaluisa,2022)

### 10.5.2 Levantamiento de la Información del sistema eléctrica

En primera instancia se procedió a realizar el levantamiento de la información sobre el lugar donde se desarrollará el presentes trabajo obteniéndose lo siguiente: En la escuela existe 2 bloques con un medidor cada uno separados por un patio de recreación. Es importante aquí señalar que a pesar de cada bloque constaba con su respectivo medidor, no existía un tablero de distribución principal (TDP); solo había un circuito donde había varios empalmes que permitían energizar cada salón de clases.

Los medidores son monofásicos y por medio de la observación se verificó el calibre de los cables, en qué condiciones físicas se encontraban y además se procedió a medir el valor de voltaje de los puntos de iluminación y tomacorrientes existentes en cada aula; dando los siguientes resultados mostrados en la siguiente tabla 4:

**Tabla 4 Valores de voltaje medidos en los puntos eléctricos de las diferentes aulas**

Bloque A		Bloque B	
Salón	Voltaje (V)	Salón	Voltaje (V)
Aula 1	0	Aula 5	80
Aula 2	0	Aula 6	80
Aula 3	0	Aula 7	80
Aula 4	119,6	Lab. Computación	80
Rectorado	119,5	Sala de profesores	80
Bar	0	Bar	80

**Fuente:** (Chanaluisa,20022)

Se puede apreciar en la tabla 4 que en la mayoría de aulas del bloque A, no existía valor de voltaje. Además, caída de voltaje en los salones del bloque B, por debajo del 5%, esto debido al mal estado de los elementos del sistema eléctrico proveniente del medidor hacia los diferentes salones como se aprecia en la figura 17.

**Figura 17** Cableado proveniente desde medidor en malas condiciones



**Fuente:** (Chanaluisa,20022)

Como se aprecia en la figura 17 la pérdida del revestimiento o aislante de los cables muestra el deterioro que estos han sufrido con el transcurso de los años, además se observa también como estos han perdido conductividad ya que muestran sulfatación en ellos, hecho que se observó en la mayoría de cables dentro de las aulas.

También se identificaron otros puntos de interés como las conexiones realizadas en las luminarias de la institución, cableado adicional para otras conexiones, cables expuestos al aire libre Figura 18, así como no contar con cajas de distribución adecuadas ya que todo el sistema eléctrico era controlado únicamente por los dos medidores existentes.

**Figura 18 Instalaciones eléctricas en mal estado**



**Fuente:** (Chanaluisa,2022)

En el aula de la sala de computación donde existen 20 computadoras, 1 impresora 6 focos, es donde se apreció considerablemente el sub dimensionamiento de los cables debido a estas cargas, ya que en primera instancia existía un solo circuito para todo el sistema eléctrico, tanto para tomacorrientes, luminarias, También se visualizó empalmes eléctricos deficientes tomados de las luminarias con cable gemelo categoría 16. Y finalmente también se hizo una inspección visual del cable de acometida proveniente desde el poste hacia los respectivos medidores y se pudo que los cables se encontraban sin el respectivo aislante y debido a esta pérdida del material aislante ya existió sulfatación en los cables.

Con lo mencionado anteriormente se pudo identificar los principales problemas existentes en el sistema eléctrico.

### 10.5.3 Rediseño del sistema

Primeramente, se procedió a retirar los elementos que se encontraban en mal estado que conformaban los sistemas eléctricos de los bloques que conforman la escuela, como se aprecia en la figura 19.

**Figura 19** Retiro de los elementos en mal estado



Fuente: (Chanaluisa,2022)

Después de haber quitado los elementos en mal estado se procedió al cambio del cable de acometida, se utilizó el cable categoría 3 ceros para ello y se lo cambió desde los postes hacia los respectivos medidores como se aprecia en la figura 20.

**Figura 20** Colocación cable acometida



Fuente: (Chanaluisa,2022)

Para poder realizar el dimensionamiento del sistema eléctrico se recurrió a la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) de instalaciones eléctricas como se aprecia en la siguiente tabla 5.

**Tabla 5 Valores de circuitos de iluminación, tomacorrientes y cargas especiales según norma NEC**

<b>Circuito</b>	<b>Puntos máximos</b>	<b>Potencia máx. por punto (W)</b>	<b>Corriente máx. (A)</b>	<b>Protección (A)</b>	<b>Tipo de Cable AWG</b>
Iluminación	15	100	15	15	14
Tomacorriente	10	200	20	20	12
Carga especial	Depende de la carga a colocar				10

Fuente: (NEC, 2018)

Para determinar qué medida de cable se deberá utilizar se detallará a continuación los componentes existentes en cada bloque, según la tabla 6.

**Tabla 6 Componentes de cada bloque**

<b>Bloque A</b>				<b>Bloque B</b>			
Salón	Toma corrientes	Iluminarias	Especiales	Salón	Toma corrientes	Iluminarias	Especiales
Aula 1	3	3	1	Aula 5	3	3	1
Aula 2	3	3	1	Aula 6	3	3	1
Aula 3	3	3	1	Aula 7	3	3	1
Aula 4	3	3	1	Lab. Computación	3	3	1
Rectorado	3	3	1	Sala de profesores	3	3	1
Bar	3	2	1	Bar	3	2	1
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>6</b>		<b>18</b>	<b>17</b>	<b>6</b>

Fuente: (Chanaluiza, 2022)

Como se puede apreciar en la tabla 16 existen 18 puntos para tomacorrientes, 17 puntos para iluminarias y 6 puntos para ventiladores, según la tabla 5 donde se muestra los puntos máximos para iluminación son 15, para tomacorrientes 10 y para considerar cargas especiales debe sobrepasar los 1500 watts para ser considerado como carga especial.

Tomando en cuenta lo mencionado arriba se procedió a realizar el dimensionamiento del sistema eléctrico de la siguiente manera:

**Tabla 7 Dimensionamiento de los circuitos eléctricos de los bloques de la escuela**

Bloque	Toma corriente		Iluminación		Especial	
	Tipo de Cable	Circuitos	Tipo de Cable	Circuitos	Tipo de Cable	Circuitos
A	12	2	14	2	10	2
B	12	2	14	2	10	2

Fuente: (Chanaluisa, 2022)

En el aula de computación se procedió a realizar el siguiente análisis para el circuito eléctrico del aula, como se aprecia en la tabla 7.

**Tabla 8 Potencia de las cargas del aula de Computación**

Unidad	Carga	Potencia (W)	Potencia Total (W)
20	Computadora	100	2000
1	Impresora	100	100
		<b>Total</b>	2100

Fuente: (Chanaluisa,2022)

Con esta potencia se procedió a calcular el valor de la corriente que se necesitaría en el circuito, además, se consideró un factor de potencia de 0,8. Por lo que al aplicar la siguiente ecuación se obtuvo lo siguiente:

$$P = V \cdot I \cdot \cos\phi$$

Donde

$P$  es la potencia

$V$  voltaje

$I$  intensidad de corriente

$\cos\phi$  factor de potencia

Entonces al despejar se obtiene:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi}$$

$$I = \frac{2100}{120(0,8)}$$

$$I = 21,875$$

Y según la norma NEC hay que dimensionar con un 125% por lo que:

$$I_{\text{circuito}} = 21,875 \times 1,25$$

$$I_{\text{circuito}} = 27,343 \text{ A}$$

Este valor obtenido se comparó con la tabla 4 siguiente, por lo que se procedió a realizar un solo circuito para las computadoras y la impresora utilizando cable categoría 10.

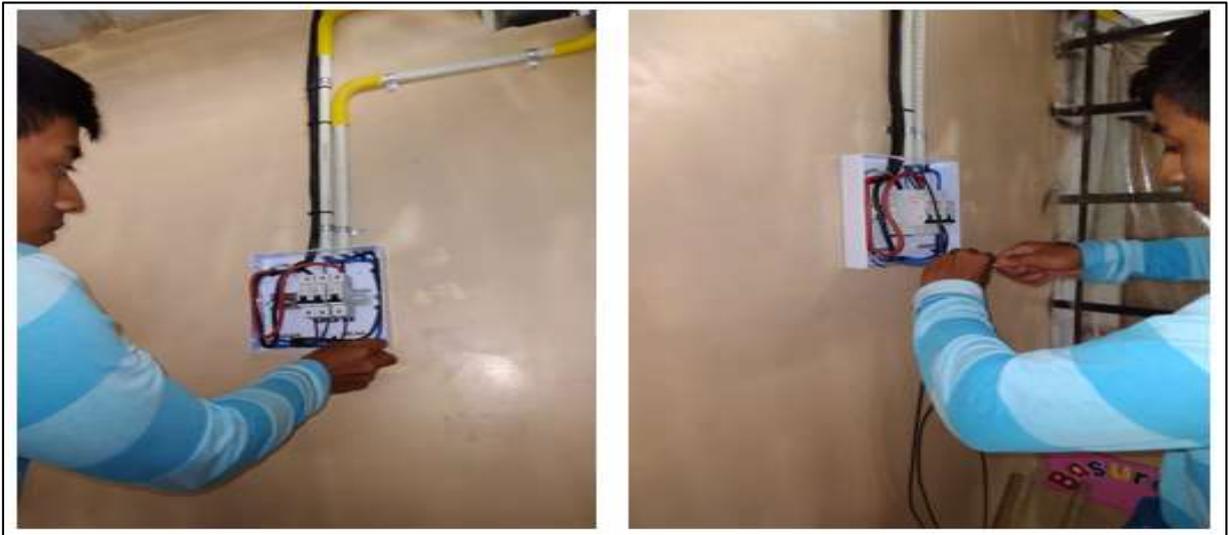
**Tabla 9 Categoría de Cables**

Calibre del cable	Diámetro (mm)	Corriente que soporta (A)
14 AWG	2,5	15
12 AWG	4	20
10 AWG	6	30
8 AWG	10	40

Fuente: (Masvoltaje, 2017)

#### 10.5.4 Implementación del sistema eléctrico

Finalmente se procedió a realizar ya la implementación del sistema eléctrico de la escuela y también se realizó la generación de los planos eléctricos de la institución educativa que se muestran en el ANEXO 2.

**Figura 21** Implementación del Sistema

Fuente: (Chanaluisa,2022)

## 11. ANALISIS DE RESULTADOS

### 11.1 Medidores monofásicos

En lo referente a los medidores monofásicos se procedió al cambio de los cables de las acometidas que provienen de los postes a los respectivos medidores, debido a la pérdida del aislante y la sulfatación presentados en dichos cables. Después de esto se procedió a medir el voltaje dando un valor de 122,4 V en el uno y 122,2 V en el otro contador.

### 11.2 Cambio de Componentes del sistema

Se realizó la colocación de nueva tubería para el cableado eléctrico, así como también se procedió al cambio de tomacorrientes, boquillas e interruptores que estaban en mal estado (Figura 22), reutilizando el material que aún podía ser útil aún para su colocación en estos nuevos circuitos que se implementaron.

**Figura 22** Cambio de elementos en mal estado



Fuente: (Chanaluisa,2022)

#### **Para los circuitos de Iluminación**

Luego se procedió a la colocación del nuevo cableado, con cable categoría 14 para lo que se refiere el sistema de iluminación en los respectivos bloques, como existe más de 15 puntos se procedió a realizar 2 circuitos de 9 puntos de iluminación en cada bloque con protecciones de 15 Amperios cada uno.

#### **Para los circuitos de tomacorrientes**

En lo referente al sistema de tomacorrientes existen 17 por cada bloque, por lo que se dividió en dos circuitos con 9 puntos para un circuito y 8 puntos para el otro con cable categoría 12 con una protección de 20 Amperios cada uno.

#### **Para cargas especiales**

Se tomó en cuenta el uso de cargas especiales por los ventiladores existentes en cada salón, esto a pesar de que la potencia de los ventiladores no sobrepasa los 1500 watts, en un futuro se prevé cambiar estos ventiladores por aires acondicionados y también se consideró la colocación de 2 circuitos para cargas especiales por cada bloque, con la utilización de cable categoría 10 y protecciones de 30 Amperios.

Al haber cambiado los elementos que se encontraban en mal estado y reacondicionar todo el sistema eléctrico de la institución educativa se pudo observar que el suministro eléctrico en los dos bloques era continuo y permanente, también se analizó por 2 meses desde la culminación del trabajo, donde se evidenció que el sistema sigue trabajando de manera normal, fiable y seguro. Al contar con cuatro cajas de distribución eléctrica se otorga seguridad y protección frente a eventuales cortocircuitos, sobrecargas en cada bloque brindando una sensación de tranquilidad a las personas que laboran y a los niños que forman parte de la escuela.

A continuación, en la tabla 9 se muestran los valores de voltaje medidos en los puntos eléctricos de las diferentes aulas.

**Tabla 10 Valores de voltaje de los diferentes puntos de la escuela**

<b>Bloque A</b>			
Salón	Voltaje (V)		
	Tomacorrientes	Iluminarias	Especiales (Ventiladores)
Aula 1	122,3	122,2	122
Aula 2	122,3	122,2	122
Aula 3	122,3	122,1	122
Aula 4	122,3	122,1	122
Rectorado	122,3	122,1	122
Bar	122,3	122	122
<b>Bloque B</b>			
Aula 5	120,4	120,1	119
Aula 6	120,4	120,1	119
Aula 7	120,4	120,1	119
Lab. Computación	120,4	120	119
Sala de profesores	120,4	120	119
Bar	120,4	120	119

Fuentes: (Chanaluisa, 2022)

Es importante señalar que la escuela de educación básica inició solamente con dos aulas, y después se fue incorporando más salones, más cuartos hasta darle la forma que tiene en la

actualidad la escuela, por lo que no se contó con ningún plano arquitectónico o eléctrico para la realización del presente proyecto.

## 12. IMPACTOS

El presente proyecto tendrá un impacto social ya que, al contar con una buena infraestructura con suministro de energía eléctrica constante, se garantizará a los docentes un ambiente de trabajo donde puedan desarrollar sus labores de enseñanza a los niños comfortable y agradable, cosa que no sucedería si se produjeran cortes eléctricos.

## 13. VALORACIÓN ECONÓMICA Y/O PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTAR LA PROPUESTA DEL PROYECTO

**Tabla 11** Costos directos de materiales

<b>CANT</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>V.UNIT</b>	<b>V.TOTAL</b>
7	Cable electrocable	\$85	\$595
60	Tacos de ½	\$1.40	\$84
200	Grampas metálicas	\$1	\$200
200	Tacos y pernos	\$0.90	\$180
5	Cajas sobrepuestas	\$1.70	\$5.40
60	Cajas redondas	\$1.75	\$105
40	Cajas rectangulares	\$1.25	\$50
50	Metros de acordeón	\$1.75	\$87.50
10	Taype 3M	\$1.50	\$15
20	Boquillas Veto	\$4.25	\$85
23	Tomacorrientes	\$4.15	\$95.45
10	Interruptores simples	\$3.95	\$39.50
2	Interruptores dobles	\$4.25	\$8.50
3	Interruptor triple	\$4.75	\$14.25
4	Breques de 20 AP	\$12.50	\$50
4	Regla pie de cobre	\$15	\$60
3	Caja de 8 polos Tigre	\$48	\$144
5	Funda de correas de 0.50 ctv.	\$8	\$40
1	Trasportes de materiales	\$70	\$70
2	Caja de clavos de acero	\$10	\$20
5	Breques de 16 AP	\$13.50	\$67.50
4	Breque de 50 AP	\$22	\$88
1	Cable de 60 m Antihurto preensamblado	\$4	\$240
<b>Total</b>			<b>\$2.026</b>

Fuente: (Chanaluisa,2022)

## **14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **15.1 Conclusiones:**

- Los principales problemas encontrados para el fallo de suministro eléctrico en la escuela de educación básica Río San Pablo, fue el mal dimensionamiento de cargas que soportan los cables, sulfatación en los mismo y malas instalación en los circuitos eléctricos.
- Se logró remodelar todo el sistema eléctrico existente dentro de la infraestructura de la entidad educativa, para evitar a futuro fallas con el abastecimiento del suministro eléctrico a los diferentes salones.
- Al hacer el reacondicionamiento se logró solucionar los problemas que padecía la institución cada vez que había lluvias, rayos o sobrecargas en los puntos de iluminación o tomacorrientes, logrando implementar un sistema eléctrico robusto, fiable que se mantiene sin problemas de cortes eléctricos hasta la fecha actual.
- No se pudieron verificar las cargas al iniciar con el proyecto, ya que cuando se empezó con este proyecto no existía energía eléctrica en la mayor parte de la escuela, es por esta razón que solo se realizó la inspección visual para identificar primero los posibles fallos y luego se verifico que no existía voltaje ya que utilizó un multímetro para medir niveles de voltaje dando valores de 0.

### **15.2 Recomendaciones:**

- Si se adiciona más cargas especiales se recomienda añadir otro circuito eléctrico con su respectiva protección por cada carga que a futuro se quisiera incorporar.

## 15. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

### Bibliografía

- Andrade, F. (2020). *¿Qué es el cable de fibra óptica?* Obtenido de *¿Qué es el cable de fibra óptica?:* <https://www.cablecom.com.ec/post/qu%C3%A9-es-el-cable-de-fibra-%C3%B3ptica>
- AREATECNOLOGICA. (5 de mayo de 2018). *ELECTRICIDAD ESTATICA*. Obtenido de <https://www.areatecnologia.com/electricidad/electricidad-estatica.html>
- Bibliocad. (2022). *Instalacion electrica centro comercial*. Obtenido de <https://thumb.bibliocad.com/images/content/00030000/6000/36586.gif>
- Blogspot. (2016). *Instalaciones electricas*. Obtenido de <https://4.bp.blogspot.com/-RgkLnM74z4s/WUQkFfa8W4I/AAAAAAAAAzgA/FwUQei9tetsiWzj41apNTeIubKDF6oK0QCLcBGAs/s1600/Instalaciones-electricas-residenciales-Cable-para-construccion.jpg>
- Diaz, A. E. (2010). *Instalaciones Electricas*. Obtenido de [https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2016-03-13\\_12-24-39133126.pdf](https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2016-03-13_12-24-39133126.pdf)
- Ecured. (2017). *Cable metálico*. Obtenido de [https://www.ecured.cu/Cable\\_met%C3%A1lico](https://www.ecured.cu/Cable_met%C3%A1lico)
- ELECTROREM. (2019). *ELECTROREM*. Obtenido de Cable Hilo o Línea: <https://www.electrorem.es/cable-hilo-linea/cable-electrico-libre-de-halogenos-flexible-6mm-corte-por-metro.html>
- endesa. (11 de mayo de 2022). *El transformador eléctrico*. Obtenido de <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/corrientes-alternas-con-un-transformador-electrico>
- endesa. (20 de agosto de 2022). *Instalación eléctrica doméstica*. Obtenido de <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/instalacion-electrica-domestica>
- Energia. (27 de septiembre de 2021). *¿Qué es la potencia eléctrica?* Obtenido de <https://solar-energia.net/electricidad/corriente-electrica/potencia-electrica>
- Enriquez. (5 de septiembre de 2018). *Repositorio UTC*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4716/1/UTC-PIM-000165.pdf>

- Espacio Honduras. (20 de julio de 2022). *Conexión e Instalación de un Circuito Básico con Tomacorriente*. Obtenido de <https://www.espaciahonduras.net/instalacion-electrica-de-un-circuito-basico-con-toma-corriente>
- gencat. (15 de octubre de 2019). *GUÍA DE ESTUDIO ELECTRICIDAD BÁSICA*. Obtenido de [https://icaen.gencat.cat/es/energia/formes/electricitat/que\\_es/](https://icaen.gencat.cat/es/energia/formes/electricitat/que_es/)
- Guaman. (12 de julio de 2017). Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7181/6/UPS-CT004032.pdf>
- homify. (2019 de diciembre de 2019). *Instalaciones eléctricas residenciales: qué son y cómo se realizan*. Obtenido de [https://www.homify.com.mx/libros\\_de\\_ideas/5928075/instalaciones-electricas-residenciales-que-son-y-como-se-realizan](https://www.homify.com.mx/libros_de_ideas/5928075/instalaciones-electricas-residenciales-que-son-y-como-se-realizan)
- Iluminación, M. E. (2022). *INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE NAVES INDUSTRIALES*. Obtenido de <https://www.electricistasdelafuentemadrid.com/servicios/instalaciones-electricas/naves-industriales/#:~:text=Las%20instalaciones%20el%C3%A9ctricas%20industriales%20son,dimensionamiento%20diferente%20a%20lo%20habitual.>
- infoescuelas. (4 de junio de 2022). *Escuela de educación básica Río San Pablo en la Mana*. Obtenido de <https://www.infoescuelas.com/ecuador/cotopaxi/escuela-de-educacion-basica-rio-san-pablo-en-la-mana/>
- Instante, P. a. (2020). *Las instalaciones eléctricas comerciales*. Obtenido de <https://www.plomeroal instante.com/blog/articulos/Las-instalaciones-electricas-comerciales>
- Issuu. (2011). *instalaciones electricas comerciales e industriales*. Obtenido de [https://issuu.com/jesmely/docs/instalaciones\\_el\\_ctricas\\_comerciales\\_e\\_industriale#:~:text=Las%20instalaciones%20el%C3%A9ctricas%20comerciales%20son,planta%20industrial%20y%20edificios%20comerciales.](https://issuu.com/jesmely/docs/instalaciones_el_ctricas_comerciales_e_industriale#:~:text=Las%20instalaciones%20el%C3%A9ctricas%20comerciales%20son,planta%20industrial%20y%20edificios%20comerciales.)
- Juarez. (11 de octubre de 2017). *Sistemas de distribución de energía eléctrica*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/48392416.pdf>
- lifeder. (30 de mayo de 2021). *Electricidad dinámica*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/electricidad-dinamica/>
- MADRID, A. . (2019). *¿QUÉ ES UNA ACOMETIDA ELÉCTRICA?* Obtenido de <https://www.electricistasdelafuentemadrid.com/blog/que-es-acometida-electrica/>

- Masvoltaje. (7 de octubre de 2017). *Que tipos de cables eléctricos existen*. Obtenido de <https://masvoltaje.com/blog/tipos-de-cables-electricos-que-existen-n12>
- MEGAWATT. (2017). *MEGAWATT*. Obtenido de Cables y Alambres Eléctricos: <http://www.megawatt.com.do/>
- mndelgolfo. (2005). *Instalacion de acometida en una vivienda*. Obtenido de <https://www.mndelgolfo.com/blog/wp-content/uploads/2021/07/Sabes-como-realizar-una-acometida-electrica-en-tu-vivienda-3.jpg>
- NEC. (10 de febrero de 2018). *Ministerio de desarrollo urbano y vivienda*. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>
- NEC-SB-IE. (10 de febrero de 2018). *Ministerio de desarrollo urbano y vivienda*. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>
- Obras públicas. (12 de abril de 2018). *Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC*. Obtenido de <https://www.obraspublicas.gob.ec/norma-ecuatoriana-de-la-construccion-nec-se-ds/>
- omega. (24 de abril de 2022). *¿Qué es un transformador eléctrico?* Obtenido de <https://transformadoressiosac.com/definicion-transformador-electrico/>
- Palava, D. (2021). *Cursos Online*. Obtenido de protecciones eléctricas: <https://davidpalavecinocapacitaciones.tiendup.com/curso/protecciones-electricas-1>
- Pinterest. (2 de junio de 2018). *¿Qué es la Electricidad*. Obtenido de <https://ar.pinterest.com/pin/611293349398246236/>
- Procesos Industriales. (20 de febrero de 2022). *Corregir El Factor De Potencia*. Obtenido de <https://procesosindustriales.net/mantenimiento-industrial/corregir-el-factor-de-potencia-del-motor-de-induccion/>
- REXANT. (2020). *Cable cobre con cable REXANT FTP*. Obtenido de <https://cdn.vseinstrumenti.ru/images/goods/electrika-i-svet/kabel-i-provod/703987/1200x800/53011759.jpg>
- Rivero. (8 de septiembre de 2011). *Electricidad*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/413/41318401010.pdf>
- shutterstock. (10 de enero de 2022). *Triángulo de la ley de Ohm*. Obtenido de <https://www.shutterstock.com/es/image-vector/ohms-law-triangle-on-white-background-1660200151>

SIMON. (2022). *SIMON*. Obtenido de Tipos de protección eléctrica que debes conocer:  
<https://bricoladores.simonelectric.com/tipos-de-proteccion-electrica-que-debes-conocer>

Sites. (2010). *Cable coaxial*. Obtenido de

[https://sites.google.com/site/icas Maldonado Zuniga/\\_/rsrc/1383595890778/home/cable-coaxial/Elementos%20de%20cable%20coaxial.gif](https://sites.google.com/site/icas Maldonado Zuniga/_/rsrc/1383595890778/home/cable-coaxial/Elementos%20de%20cable%20coaxial.gif)

sites, G. (2007). *Instalaciones eléctricas residenciales* . Obtenido de

[http://2.bp.blogspot.com/\\_zw6Q\\_BbNV08/TUrfcTFcmII/AAAAAAAAAKA/mJVswNwsbcA/s400/foto+instalacion+electronica.png](http://2.bp.blogspot.com/_zw6Q_BbNV08/TUrfcTFcmII/AAAAAAAAAKA/mJVswNwsbcA/s400/foto+instalacion+electronica.png)

sitesgoogle. (18 de marzo de 2018). *La electricidad dinámica*. Obtenido de

<https://sites.google.com/site/electricidadalescom/electricidad-dinamica>

Tusocal. (2019). *Instalaciones eléctricas industriales*. Obtenido de

<https://www.tusocal.com/blog/wp-content/uploads/2019/10/instalaciones-electricas-industriales-1000x576.jpg>

UValencia. (10 de mayo de 2022). *Electricidad estática*. Obtenido de

<https://www.uv.es/uvweb/servicio-prevencion-medio-ambiente/es/salud-prevencion/unidades/unidad-seguridad-trabajo/electricidad-estatica-1285900431978.html>

Wikipedia. (18 de marzo de 2022). *Red eléctrica*. Obtenido de

[https://es.wikipedia.org/wiki/Red\\_el%C3%A9ctrica](https://es.wikipedia.org/wiki/Red_el%C3%A9ctrica)

xunta. (11 de abril de 2017). *La carga eléctrica*. Obtenido de

[https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947843/contento/11\\_la\\_carga\\_elctrica.html#:~:text=Si%20un%20cuerpo%20est%C3%A1%20cargado,con%20diferente%20signo%20se%20atraen.](https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947843/contento/11_la_carga_elctrica.html#:~:text=Si%20un%20cuerpo%20est%C3%A1%20cargado,con%20diferente%20signo%20se%20atraen.)

Zúñiga, P. (2020). *Tipos de cables eléctricos*. Obtenido de

<https://instalacioneselctricasresidenciales.blogspot.com/2016/05/tipos-de-cables-electricos.html>

## 16. ANEXOS

### ANEJO 1. CURRICULUM VITAE

#### □ DATOS PERSONALES

<b>Nombres</b>	Wagner Iván	
<b>Apellidos</b>	Chanaluiza Flores	
<b>Lugar y fecha de nacimiento</b>	Quito - Pichincha	
<b>Cédula de ciudadanía</b>	1250396528	
<b>Estado civil</b>	Soltero	
<b>Dirección domiciliaria</b>	Zacarias Pérez y Pujilí	
<b>Teléfonos de contacto</b>	0983868835	
<b>Email</b>	<a href="mailto:wagner25ivan@gmail.com">wagner25ivan@gmail.com</a>	

#### Estudios Realizados

<b>Primarios</b>	Escuela Fiscal Narciso Cerda Maldonado.
<b>Secundarios</b>	Colegio Técnico Nacional Rafael Vásquez Gómez.
<b>Superiores</b>	Universidad Técnica de Cotopaxi en la Carrera de Ingeniería en Electromecánica
<b>Cursos Realizados:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La Escuela De Capacitación De Conductores Profesional Del Sindicato ``LA MANÁ`` LICENCIA TIPO ``C``.</li> <li>• CURSO DE AUXILIAR EN DOMÓTICA realizadas por la Universidad Técnica de Cotopaxi con una duración 60 horas.</li> <li>• CENTRO DE FORMACION ARTESANAL ``CENTRO TECNICO QUEVEDO`` con una duración de 80 horas.</li> <li>• Language Cultural Center Full- Time English Program (C.E.F.R. - B1+) duración 1 año y medio.</li> </ul>

#### Idiomas

- Español
- Inglés

## □ DATOS PERSONALES



<b>Nombres</b>	Trujillo Ronquillo
<b>Apellidos</b>	Danilo Fabricio
<b>Lugar y fecha de nacimiento</b>	28 de agosto de 1981
<b>Cédula de ciudadanía</b>	1803547320
<b>Estado civil</b>	Soltero
<b>Dirección domiciliaria</b>	Ambato, Izamba Ricardo Callejas y Pedro Vascones Sevilla
<b>Teléfonos de contacto</b>	0982987576
<b>Email</b>	danilo.trujillo7320@utc.edu.ec

## Estudios Realizados

<b>Primarios</b>	Escuela Pensionado “La Merced”
<b>Secundarios</b>	“Instituto Tecnológico Superior “Bolívar”
<b>Superiores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escuela Politécnica del Ejército ESPE (Sangolquí – Ecuador)</li> <li>• Universidad Politécnica Nacional (Madrid – España)</li> <li>• Escuela Politécnica Nacional (Quito – Ecuador)</li> </ul>
	<b>Títulos obtenidos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones</li> <li>• Máster Universitario en Energía Solar Fotovoltaica</li> <li>• Estudiante de la Tercera Cohorte de Doctorado, Facultad de Ingeniería Eléctrica</li> </ul>

## Idiomas

- Español
- Inglés
- Alemán

## Experiencia

Docente Instituto Superior Tecnológico "Hispano América", septiembre 2010 a julio 2011

Docente Universidad Técnica de Ambato, marzo 2012 a marzo 2016

Docente Universidad Técnica de Cotopaxi, noviembre 2019 a febrero 2020

Docente Universidad Técnica de Cotopaxi, noviembre 2021 hasta la actualidad.

## **ANEXO 2 DIAGRAMA ELÉCTRICO**

**ANEXO 3 NORMA NEC**