

# Universidad Católica de Santa María

## Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales

### Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica-Eléctrica



### Elaboración e implementación de un plan de mantenimiento eléctrico preventivo en edificaciones según la Norma Técnica Peruana (NTP) de seguridad eléctrica

Tesis presentada por el Bachiller:

**Huayllani Huillcañahui, David**

**ORCID: 0009-0005-6116-9680**

para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**

Asesor:

**Dr. Valencia Salas, Mario José**

**ORCID: 0009-0009-3797-0020**

**Arequipa – Perú**  
**2024**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**

**INGENIERIA MECANICA-ELECTRICA**

**TITULACIÓN CON TESIS**

**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 26 de Enero del 2024

**Dictamen: 010916-C-EPIMMEM-2024**

Visto el borrador del expediente 010916, presentado por:

**2017200651 - HUAYLLANI HUILLCAÑAHUI DAVID**

Titulado:

**ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO  
PREVENTIVO EN EDIFICACIONES SEGÚN LA NORMA TÉCNICA PERUANA (NTP) DE SEGURIDAD  
ELÉCTRICA**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

**29387211 - FERNANDEZ BARRIGA CAMILO GRIMALDO  
DICTAMINADOR**



**29616686 - RIVERA ACOSTA VICTOR GONZALO  
DICTAMINADOR**



**46292714 - SILES NATES FERNANDO DAVID  
DICTAMINADOR**



# Elaboración e implementación de un plan de mantenimiento eléctrico preventivo en edificaciones según la Norma Técnica Peruana (NTP) de seguridad eléctrica

---

ORIGINALITY REPORT

---

**7** %

SIMILARITY INDEX

**7** %

INTERNET SOURCES

**1** %

PUBLICATIONS

**1** %

STUDENT PAPERS

---

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

---

4%

★ doku.pub

Internet Source

---

Exclude quotes Off

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography Off



## DEDICATORIA

A mis padres, por ser la fuente inagotable de amor, apoyo y sacrificio.

A mis profesores y mentores, cuya sabiduría y orientación han iluminado mi camino académico.

A mis amigos, su amistad ha sido un faro de alegría en este viaje.

**Huayllani Huillcañahui, David**

## AGRADECIMIENTO

A mi asesor de tesis por su guía experta y paciencia inagotable.

Agradezco a mis profesores y colegas, cuyas sugerencias y comentarios enriquecieron este estudio.

Finalmente, a mis padres y familiares, cuyo apoyo incondicional y aliento constante fueron mi mayor motivación. Gracias por creer en mí y por ser mi fuente de inspiración.

**Huayllani Huillcañahui, David**

## RESUMEN

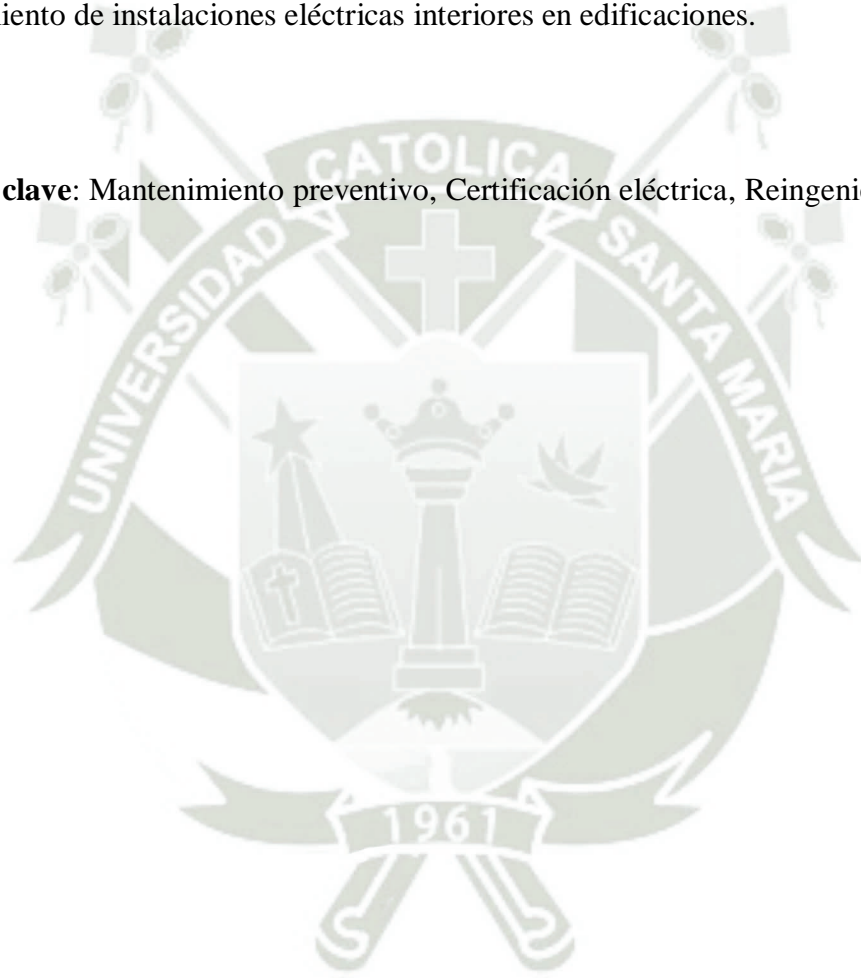
La situación actual en la mayoría de instalaciones eléctricas de edificaciones medianas y viviendas, cuentan con un mínimo de mantenimiento de las instalaciones eléctricas, esperando en muchos casos que exista una falla en el sistema para recién intervenir y hacer los cambios o mejoras respectiva, es por ello que se vio la necesidad de conocer y aplicar la Norma Técnica Peruana (NTP 370.310) de certificación, seguridad eléctrica y mantenimiento de instalaciones eléctricas interiores en edificaciones para mejorar esta situación.

El presente trabajo de tesis para la Elaboración de un Plan de mantenimiento preventivo de instalaciones eléctricas según la Norma Técnica Peruana (NTP) de certificación, seguridad eléctrica y mantenimiento de instalaciones eléctricas interiores en edificaciones, desarrollo un tema muy importante en el uso de las instalaciones eléctricas, ya que como sabemos todos utilizamos las instalaciones eléctricas tanto en casa, trabajo, universidad, etc. Sin prestar atención en muchos casos a los mantenimientos de la parte eléctrica que se deben de realizar. Esta norma nos propone un procedimiento de evaluación de las instalaciones eléctricas por medio de un formato especial de tablas del anexo E, basado en el Código Nacional de Electricidad Utilización, el Reglamento Nacional de Edificaciones y las Normas Técnicas Peruanas vigentes. Este anexo está dividido en la evaluación de tableros eléctricos, tomacorrientes, cableado, sistemas de puesta a tierra, luminarias, equipos eléctricos, etc. También se revisa la documentación desde el recibo de luz, plano de ubicación, planos eléctricos y diagramas unifilares. Lo cual fue presentado y analizado en los capítulos 3 y 4.

En base a la evaluación realizada a la instalación eléctrica previa que se presentó en el capítulo 3, se determinaron las acciones a realizar y eso se plasmó en la propuesta del plan de mantenimiento preventivo, ya que se identificaron los problemas en dicha instalación. Luego se ejecutaron todas las mejoras, reparaciones y/o reemplazos a los diferentes componentes de la instalación eléctrica, para finalmente realizar las certificaciones que tienen una vigencia de un año, el certificado de puesta a tierra, certificado de resistencia de aislamiento de cada uno de los tableros eléctricos y de los conductores de los circuitos derivados, certificado de luces de emergencia y certificado de las instalaciones eléctricas.

En nuestro caso estudio que es un local Comercio-Taller, después de la evaluación se encontraron defectos muy graves en la instalación eléctricas, por lo que se optó por un proyecto de reingeniería total de las instalaciones eléctricas, se contó con el apoyo de los propietarios que de inmediato realizaron la ejecución de dicho proyecto, en el capítulo 4 se presentan todas las nuevas instalaciones eléctricas de acuerdo a los planos eléctricos y diagramas unifilares. Con todo ello se logró mejorar el estado de las instalaciones eléctricas y se cumple todos los aspectos indicados en la Norma Técnica Peruana (NTP) de certificación, seguridad eléctrica y mantenimiento de instalaciones eléctricas interiores en edificaciones.

**Palabras clave:** Mantenimiento preventivo, Certificación eléctrica, Reingeniería eléctrica.



## ABSTRACT

The present thesis work for the Preparation of a Preventive Maintenance Plan for electrical installations according to the Peruvian Technical Standard for electrical safety, certification and maintenance of electrical installations in buildings, develops a very important topic in the use of electrical installations, since As we know, we all use electrical installations at home, work, university, etc. This standard proposes an evaluation procedure for electrical installations through a special format of tables in Annex E, based on the National Electricity Use Code, the National Building Regulations and the current FTP. It is divided to carry out the evaluation in electrical panels, outlets, wiring, grounding systems, luminaires, electrical equipment, etc. Documentation is also reviewed from the electricity bill, location plan, electrical plans and one-line diagrams.

Based on the evaluation carried out on the previous electrical installation presented in chapter 3, the actions to be carried out are determined and this is reflected in the proposal of the preventive maintenance plan, since the problems in said installation have been identified. Then all the improvements, repairs and/or replacements are carried out on the different components of the electrical installation, to finally carry out the certifications that are valid for one year, the grounding certificate, the insulation resistance certificate of each of them. the electrical panels and the conductors of the branch circuits, certificate of emergency lights and certificate of electrical installations.

In our case study, which is a Commercial-Workshop premises, after the evaluation, very serious defects were found in the electrical installation, so we opted for a total re-engineering project of the electrical installations, with the support of the owners. who immediately carried out the execution of said project, all the new electrical installations are presented in chapter 4 according to the electrical plans and single-line diagrams presented.

**Keywords:** Preventive maintenance, Electrical certification, Electrical reengineering.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>xiv</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....</b>	<b>2</b>
1. Línea de investigación .....	2
2. Problema de investigación .....	2
3. Formulación del problema .....	3
3.1. Problema General .....	3
3.2. Problemas Específicos .....	3
4. Objetivos .....	4
4.1. Objetivo general .....	4
4.2. Objetivos específicos .....	4
5. Justificación.....	4
6. Hipótesis de la investigación.....	5
7. Definición de Variables .....	5
7.1. Variables dependientes .....	5
7.2. Variables independientes .....	5
8. Tipo de la Investigación.....	6
9. Diseño de la Investigación .....	6
10. Alcance y limitaciones de la investigación .....	6

<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>7</b>
1. Mantenimiento Instalaciones Eléctricas .....	7
2. Tipos de Mantenimiento en Instalaciones Eléctricas .....	8
2.1. Mantenimiento Predictivo.....	9
2.2. Mantenimiento Preventivo.....	9
2.3. Mantenimiento Correctivo .....	10
3. Técnicas de Mantenimiento Eléctrico .....	11
3.1. Inspección Termográfica .....	11
3.2. Inspección de Efecto Corona .....	12
3.3. Registro de Conductividad.....	16
3.4. Medición de la Resistencia de Puesta a Tierra.....	17
3.5. Medición de Impedancia de Banco de Baterías .....	18
3.6. Detección de Descargas Parciales .....	19
3.7. Medición de Toque y Paso.....	21
3.8. Pruebas Eléctricas de Seccionadores.....	22
3.9. Registro de Niveles de Ruido.....	24
3.10. Registro de Niveles de Campo Electro-magnético.....	25
3.11. Inspección Visual detallada de Líneas y Subestaciones Eléctricas.....	25
3.12. Registro de Niveles de Iluminación .....	26
4. Norma Técnica Peruana (NTP) de certificación, seguridad eléctrica y mantenimiento de instalaciones eléctricas interiores en edificaciones .....	27
5. Principales Materiales para Instalaciones Eléctricas .....	28
5.1. Medidor Eléctrico.....	28
5.2. Alimentador .....	28
5.3. Circuitos Derivados .....	29
5.4. Tablero General o de Distribución .....	30
5.5. Interruptor Termomagnético .....	30
5.6. Interruptor Diferencial .....	31
5.7. Circuito de Alumbrado .....	31
5.8. Circuitos de Tomacorrientes de uso variado.....	31
5.9. Interruptores de salida de luz .....	32
5.10. Interruptor Conmutador de salida de luz .....	32
5.11. Tomacorrientes.....	32
5.12. Cajas y accesorios para canalización.....	33

5.13. Conductores Eléctricos .....	34
5.14. Cálculo de caída de tensión.....	35
5.15. Cálculo de ITM y de sección del conductor por intensidad y Máxima Demanda ...	37
5.16. Puesta a Tierra.....	37
6. Aplicaciones Termográficas en el Mantenimiento de los Sistemas Eléctricos.....	38
7. Instrumentos Básicos para la Evaluación de las Instalaciones Eléctricas .....	40

**CAPÍTULO III: EVALUACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA EL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN FUNCIÓN DE LA NTP SEGURIDAD ELÉCTRICA .....47**

1. Análisis de la Norma Técnica Peruana (NTP) de certificación, seguridad eléctrica y mantenimiento de instalaciones eléctricas interiores en edificaciones .....	47
2. Verificación de las instalaciones eléctricas Tableros .....	50
3. Verificación de las instalaciones eléctricas Cableado .....	57
4. Verificación de las instalaciones eléctricas Luminarias .....	58
5. Verificación de las instalaciones eléctricas Tomacorrientes.....	59
6. Verificación de las instalaciones eléctricas Equipos eléctricos .....	60
7. Verificación de las instalaciones eléctricas Sistemas de puesta a tierra .....	61

**CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN FUNCIÓN DE LA NTP 370.310 SEGURIDAD ELÉCTRICA .....62**

1. Datos del proyecto Caso estudio .....	62
2. Aplicación de la Norma Técnica Peruana (NTP) de certificación, seguridad eléctrica y mantenimiento de instalaciones eléctricas interiores en edificaciones del Caso estudio ..	66
2.1. Propuestas de mejoras plano eléctrico .....	67
2.2. Propuestas de mejoras – diagramas unifilares .....	77
3. Resultados de la evaluación y recomendaciones en tableros .....	84
4. Resultados de la evaluación y recomendaciones en cableado .....	90
5. Resultados de la evaluación y recomendaciones en luminarias .....	92
6. Resultados de la evaluación y recomendaciones en tomacorrientes .....	93
7. Resultados de la evaluación y recomendaciones en Equipos eléctricos .....	94
8. Resultados de la evaluación y recomendaciones en Sistemas de puesta a tierra .....	95

9. Propuesta del plan de mantenimiento de las instalaciones eléctricas en edificaciones del Caso estudio .....	96
9.1. Medición de los sistemas de puesta a tierra .....	97
9.2. Medición de resistencia de aislamiento .....	104
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>117</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>119</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>120</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>125</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Criterios de evaluación de resultados por severidad .....	13
<b>Tabla 2</b>	Acciones a tomar según nivel de severidad .....	14
<b>Tabla 3</b>	Resumen de resultados del efecto corona.....	14
<b>Tabla 4</b>	Registro y análisis de efecto corona.....	15
<b>Tabla 5</b>	Valores límites de exposición a ruido ocupacional de acuerdo con la duración de la exposición .....	25
<b>Tabla 6</b>	Valores máximos de exposición a campos eléctricos y magnéticos a 60 HZ ..	25
<b>Tabla 7</b>	Valores mínimos de niveles de iluminación en distintos ambientes y áreas de trabajo Parte 1.....	26
<b>Tabla 8</b>	Valores mínimos de niveles de iluminación en distintos ambientes y áreas de trabajo Parte 2.....	27
<b>Tabla 9</b>	Capacidad de conductores eléctricos.....	35
<b>Tabla 10</b>	Código Nacional de Electricidad C.N.E.....	51
<b>Tabla 11</b>	Observaciones encontradas Tablero eléctrico.....	52
<b>Tabla 12</b>	Observaciones encontradas Tablero de distribución TAA .....	53
<b>Tabla 13</b>	Observaciones encontradas Tablero de distribución TCA .....	54
<b>Tabla 14</b>	Observaciones encontradas Tablero de distribución TPT .....	55
<b>Tabla 15</b>	Observaciones encontradas Tablero de distribución TTP .....	56
<b>Tabla 16</b>	Observaciones encontradas Tablero de distribución TTP2 .....	57
<b>Tabla 17</b>	Observaciones encontradas Cableado de las instalaciones eléctricas .....	58
<b>Tabla 18</b>	Observaciones encontradas Interruptores y luminarias de las instalaciones eléctricas .....	59
<b>Tabla 19</b>	Observaciones encontradas Tomacorrientes de las instalaciones eléctricas.....	60
<b>Tabla 20</b>	Observaciones encontradas Equipos eléctricos de las instalaciones eléctricas .....	60
<b>Tabla 21</b>	Observaciones encontradas Sistemas puesta a tierra de las instalaciones eléctricas .....	61
<b>Tabla 22</b>	Relación de equipos eléctricos.....	66
<b>Tabla 23</b>	Cuadro de cargas del caso estudio (parte 1) .....	77
<b>Tabla 24</b>	Cuadro de cargas del caso estudio (parte 2) .....	78
<b>Tabla 25</b>	Levantamiento de observaciones tableros de distribución .....	85

<b>Tabla 26</b>	Resultados de la evaluación y recomendaciones en cableado .....	90
<b>Tabla 27</b>	Resultados de la evaluación y recomendaciones en luminarias.....	92
<b>Tabla 28</b>	Resultados de la evaluación y recomendaciones en tomacorrientes .....	93
<b>Tabla 29</b>	Resultados de la evaluación y recomendaciones en Equipos eléctricos.....	94
<b>Tabla 30</b>	Resultados de la evaluación y recomendaciones en Sistemas de puesta a tierra.....	95
<b>Tabla 31</b>	Anexo D de la NTP 370.310.....	96
<b>Tabla 32</b>	Normas aplicadas y descripción sistema de pozo a tierra .....	98
<b>Tabla 33</b>	Electrodos y conductor de puesta a tierra.....	98
<b>Tabla 34</b>	Valores mínimos de la resistencia de aislamiento NTP 370.304.....	105
<b>Tabla 35</b>	Anexo E de la NTP 370.310 .....	111
<b>Tabla 36</b>	Certificación de resultados .....	113
<b>Tabla 37</b>	Propuesta programa para el mantenimiento preventivo .....	114
<b>Tabla 38</b>	Programa de mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas.....	115
<b>Tabla 39</b>	Programa de mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas - continuación.....	116

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Mantenimiento de instalaciones eléctricas .....	8
<b>Figura 2</b>	Mantenimiento de instalaciones eléctricas .....	9
<b>Figura 3</b>	Mantenimiento de instalaciones eléctricas .....	10
<b>Figura 4</b>	Mantenimiento de instalaciones eléctricas .....	11
<b>Figura 5</b>	Imagen térmica vs. Imagen normal, donde se puede apreciar la radiación infrarroja que emite el elemento con carga.....	11
<b>Figura 6</b>	Proceso de formación corona es superficies debido al campo eléctrico .....	12
<b>Figura 7</b>	Cuadro de decisiones durante análisis de resultados de registro de efecto corona. ....	13
<b>Figura 8</b>	Contaminación excesiva en cadena de anclaje de aisladores cerámicos.....	16
<b>Figura 9</b>	Medición de resistencia de puesta a tierra de torre metálica .....	17
<b>Figura 10</b>	Método de caída de potencial para medición de puesta a tierra .....	18
<b>Figura 11</b>	Medición de impedancia de baterías .....	19
<b>Figura 12</b>	Medición de descargas parciales por ultrasonido en S.E. tipo GIS .....	20
<b>Figura 13</b>	Comparación de trazas de Radiofrecuencia en una inspección RFI .....	20
<b>Figura 14</b>	Origen mecánico de descargas parciales .....	21
<b>Figura 15</b>	Medición de tensiones de toque y paso .....	21
<b>Figura 16</b>	Tensiones de toque y paso tolerables según Código Nacional de Electricidad Utilización 2011, Tabla 52.....	22
<b>Figura 17</b>	Esquema de partes del seccionador simple de apertura vertical típico de las instalaciones de la RdT SPCC .....	23
<b>Figura 18</b>	Registro de niveles de ruido en línea de transmisión 138 kV.....	24
<b>Figura 19</b>	Medidor de energía electromecánica.....	28
<b>Figura 20</b>	Alimentador .....	29
<b>Figura 21</b>	Circuitos derivados.....	29
<b>Figura 22</b>	Interruptor Termomagnético.....	30
<b>Figura 23</b>	Interruptor Diferencial.....	31
<b>Figura 24</b>	Interruptor conmutador de salida de luz .....	32
<b>Figura 25</b>	Tomacorrientes.....	33
<b>Figura 26</b>	Cajas de Conexión.....	33

<b>Figura 27</b>	Conductor Eléctrico.....	34
<b>Figura 28</b>	Caída de Tensión permisible en un circuito .....	36
<b>Figura 29</b>	Puesta a Tierra.....	38
<b>Figura 30</b>	Imágenes termográficas .....	39
<b>Figura 31</b>	Cámara Termográfica FLIR T660 .....	40
<b>Figura 32</b>	Cámara UV para registro de efecto corona COROCAM 7D.....	40
<b>Figura 33</b>	Medidor de impedancia de baterías BITE 2 .....	41
<b>Figura 34</b>	Medidor de descargas parciales DOBLE DFA 300 .....	41
<b>Figura 35</b>	Telurómetro de alta frecuencia METREL MI3290.....	42
<b>Figura 36</b>	Monitor de tensión de toque y paso OMICROM HGT1 .....	42
<b>Figura 37</b>	Esquema de resultado de evaluación de las instalaciones eléctricas.....	49
<b>Figura 38</b>	Tablero eléctrico general del caso estudio.....	50
<b>Figura 39</b>	Tablero eléctrico de distribución del caso estudio .....	51
<b>Figura 40</b>	Observaciones encontradas Tablero de distribución TAA .....	52
<b>Figura 41</b>	Tablero de distribución TCA .....	53
<b>Figura 42</b>	Tablero de distribución TPT .....	54
<b>Figura 43</b>	Tablero de distribución TTP .....	55
<b>Figura 44</b>	Tablero de distribución TTP2 .....	56
<b>Figura 45</b>	Cableado de las instalaciones eléctricas .....	57
<b>Figura 46</b>	Interruptores y luminarias de las instalaciones eléctricas.....	58
<b>Figura 47</b>	Tomacorrientes de las instalaciones eléctricas .....	59
<b>Figura 48</b>	Equipos eléctricos de las instalaciones eléctricas, electrobombas .....	60
<b>Figura 49</b>	Sistemas puesta a tierra de las instalaciones eléctricas .....	61
<b>Figura 50</b>	Recibo de luz SEAL .....	63
<b>Figura 51</b>	Plano de ubicación .....	64
<b>Figura 52</b>	Cuadro de áreas.....	64
<b>Figura 53</b>	Metodología para la aplicación de la NTP 370.310.....	67
<b>Figura 54</b>	Plano de alimentadores eléctricos 1° nivel .....	68
<b>Figura 55</b>	Plano de alimentadores eléctricos 1° nivel (2).....	69
<b>Figura 57</b>	Plano de fuerza 1° nivel.....	70
<b>Figura 58</b>	Plano de fuerza 1° nivel (2) .....	71
<b>Figura 59</b>	Plano de fuerza 2° nivel.....	71

<b>Figura 60</b>	Plano de tomacorrientes eléctricos 1° nivel.....	72
<b>Figura 61</b>	Plano de tomacorrientes eléctricos 1° nivel (2) .....	73
<b>Figura 62</b>	Plano de tomacorrientes eléctricos 2° nivel.....	74
<b>Figura 63</b>	Plano de iluminación 1° nivel.....	75
<b>Figura 64</b>	Plano de iluminación 1° nivel (2) .....	76
<b>Figura 65</b>	Plano de iluminación 2° nivel.....	76
<b>Figura 66</b>	Diagrama unifilar del tablero general.....	79
<b>Figura 67</b>	Diagrama unifilar del tablero de distribución TE .....	80
<b>Figura 68</b>	Diagrama unifilar del tablero de distribución TPT, TTP .....	81
<b>Figura 69</b>	Diagrama unifilar del tablero de distribución TAA .....	82
<b>Figura 70</b>	Diagrama unifilar del tablero de distribución TCA1 .....	83
<b>Figura 71</b>	Diagrama unifilar del tablero de distribución TCA2 .....	83
<b>Figura 72</b>	Diagrama unifilar del tablero de distribución TB .....	84
<b>Figura 73</b>	Estado final del Tablero TAA.....	86
<b>Figura 74</b>	Estado final del Tablero TPT.....	87
<b>Figura 75</b>	Estado final del Tablero TE.....	88
<b>Figura 76</b>	Estado final del Tablero TG.....	89
<b>Figura 77</b>	Estado final del Tablero TTP.....	89
<b>Figura 78</b>	Ductos, bandejas y cajas de la instalación eléctrica.....	91
<b>Figura 79</b>	Implementación de luminarias nuevas .....	92
<b>Figura 80</b>	Implementación de tomacorrientes nuevos 2P+T .....	93
<b>Figura 81</b>	Conexión a equipos eléctricos motores/electrobombas.....	94
<b>Figura 82</b>	Caja equipotencial para distribución de la línea de tierra a todos los subtablero, señalización de posos a tierra, mantenimiento de pozos .....	95
<b>Figura 83</b>	Desarrollo del procedimiento para la aplicación de la NTP 370.310.....	97
<b>Figura 84</b>	Equipo utilizado .....	97
<b>Figura 85</b>	Valores obtenidos de mediciones de la resistencia .....	99
<b>Figura 86</b>	Formato NTP 370.304 Certificado de mediciones a pozos tierra.....	100
<b>Figura 87</b>	Calibración del instrumento telurómetro.....	101
<b>Figura 88</b>	Certificado de calibración del telurómetro .....	102
<b>Figura 89</b>	Formato NTP 370.304 Certificado de luces de emergencia .....	103
<b>Figura 90</b>	Megometro utilizado en las pruebas.....	104

<b>Figura 91</b>	Formato NTP 370.304 Megado de cables TG .....	106
<b>Figura 92</b>	Formato NTP 370.304 Megado de cables TCA-2 .....	107
<b>Figura 93</b>	Formato NTP 370.304 Megado de cables TCA-1 .....	107
<b>Figura 94</b>	Formato NTP 370.304 Megado de cables TTP .....	108
<b>Figura 95</b>	Formato NTP 370.304 Megado de cables TE.....	109
<b>Figura 96</b>	Formato NTP 370.304 Megado de cables TPT .....	110
<b>Figura 97</b>	Certificado del estado de las instalaciones eléctricas del local.....	110



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación aborda con meticulosidad y rigurosidad la temática dirigida a la "Elaboración de un Plan de Mantenimiento Preventivo de Instalaciones Eléctricas según la Norma Técnica Peruana (NTP) de certificación, seguridad eléctrica y mantenimiento de instalaciones eléctricas interiores en edificaciones". La electrificación, como columna vertebral de la modernidad, demanda atención especializada para garantizar su buen funcionamiento y seguridad, razón por la cual este trabajo de investigación se posiciona como un aporte significativo en el contexto de la ingeniería eléctrica y la gestión de instalaciones eléctricas. Enfocándose en las normativas nacionales vigentes, esta investigación propone un abordaje sistemático para la elaboración de la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo, que no solo responda a los estándares establecidos, sino que también aporte a la optimización del rendimiento de las instalaciones eléctricas, minimizando riesgos, pérdidas y contribuyendo a la eficiencia energética.

El objetivo primordial de la investigación será la creación de la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo específicamente adaptado a las exigencias de la Norma Técnica Peruana de Seguridad Eléctrica. Dicho enfoque se encuentra respaldado por el contexto actual, donde la falta de mantenimiento adecuado en instalaciones eléctricas representa un riesgo latente para la integridad de las edificaciones y por ende para la seguridad de sus ocupantes. Este estudio se establece como un esfuerzo sistemático para abordar y mitigar tal problemática, amalgamando los conocimientos teóricos con la aplicación práctica, utilizando como guía las normativas nacionales que rigen la seguridad eléctrica en edificaciones en el contexto peruano.

El contenido de la tesis se desarrollará con un enfoque multidisciplinario, abarcando desde la revisión exhaustiva de la Norma Técnica Peruana pertinente hasta la evaluación práctica de un caso de estudio específico. Con el compromiso académico y profesional como punto de partida, esta investigación no solo se presenta como un aporte técnico, sino también como una herramienta útil para aquellos encargados de gestionar y mantener instalaciones eléctricas, destacando la importancia de la conformidad normativa y la implementación efectiva de estrategias de mantenimiento preventivo.

## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### 1. Línea de investigación

De acuerdo a las líneas de investigación de nuestra Escuela Profesional, la línea de investigación sería Diseño Eléctrico e Instalaciones Eléctricas: Esta dirigida al estudio, diseño y mantenimiento de las instalaciones eléctricas, así como el diseño de líneas de transmisión.

### 2. Problema de investigación

Los usuarios finales de la electricidad es decir los sistemas de utilización, desde los básicos hasta complejos de baja tensión o media tensión cuentan con instalaciones eléctricas que tienen un tiempo determinado de vida útil, en su mayoría, hasta que el sistema eléctrico colapse, exista un corto circuito o una sobrecarga significativa o inclusive algún incendio, el 64% de los desastres en las infraestructuras están relacionadas con fuego y el 22% de estas fallas se debe a las instalaciones eléctricas de acuerdo a la fuente FM Global Insurance Company. Todos los usuarios hacemos uso de las instalaciones eléctricas diariamente, pero en qué periodo de tiempo realizamos el mantenimiento a dichas instalaciones ?

Los mantenimientos adecuados van a tener consecuencias positivas tanto en la disminución del consumo de energía, así como en la mejora del rendimiento de la mayoría de los equipos eléctricos. Además de la confiabilidad de nuestro sistema ya que no vamos a tener cortes intempestivos debido a estas fallas eléctricas, ni riesgos de electrocución o incendios.

El riesgo eléctrico por falta de un mantenimiento adecuado de las instalaciones eléctricas es un tema muy importante en nuestra sociedad, ya que constantemente tenemos noticias sobre electrocuciones en diferentes tipos de sistemas de utilización, o incendios, de ahí la importancia de desarrollar este tema de tesis sobre el mantenimiento de las instalaciones eléctricas cuyas principales ventajas presentan mejorar el rendimiento de equipos, minimizar pérdidas, mejorar la confiabilidad del sistema y tener un ahorro económico. La falta de un plan de mantenimiento adecuado se da muchas veces por el

desconocimiento de los usuarios finales de las Normas Técnicas Peruanas vigentes, además que muchas de ellas tienen un costo y no son tan accesibles.

Por tal motivo se propone presentar Plan del mantenimiento preventivo de instalaciones eléctricas de acuerdo a la Norma Técnica Peruana (NTP) de certificación, seguridad eléctrica y mantenimiento de instalaciones eléctricas interiores en edificaciones, el Reglamento Nacional de Edificaciones, y el Código Nacional de Electricidad – Utilización, que nos van a garantizar instalaciones eléctricas seguras y óptimas. Se analizará un caso estudio de un local existente para realizar la evaluación, análisis para determinar el plan de Mantenimiento Preventivo acorde con las necesidades y equipamiento de dicho local.

### **3. Formulación del problema**

#### **3.1. Problema General**

- ¿Qué relación existe entre un plan de mantenimiento preventivo y la aplicación de la Norma Técnica Peruana (NTP) de certificación, seguridad eléctrica y mantenimiento de instalaciones eléctricas interiores en edificaciones?

#### **3.2. Problemas Específicos**

P.E.1. ¿Qué alcance tiene la Norma Técnica Peruana (NTP) de certificación, seguridad eléctrica y mantenimiento de instalaciones eléctricas interiores en edificaciones en la mejora de las instalaciones eléctricas?

P.E.2. ¿Cómo identificar el incumplimiento de la normativa vigente establecida en la Norma Técnica Peruana (NTP) de seguridad eléctrica, certificación y mantenimiento de las instalaciones eléctrica, en el Reglamento Nacional de Edificaciones, y Código Nacional de Electricidad – Utilización de las instalaciones eléctricas del Caso Estudio?

P.E.3. ¿Qué relación existe entre un plan de mantenimiento preventivo que cumpla con lo establecido en la Norma Técnica Peruana (NTP) de certificación, seguridad eléctrica y mantenimiento de instalaciones eléctricas interiores en edificaciones del caso Estudio?

## 4. Objetivos

### 4.1. Objetivo general

Elaborar un Plan de mantenimiento preventivo de instalaciones eléctricas según la Norma Técnica Peruana (NTP) de certificación y seguridad eléctrica.

### 4.2. Objetivos específicos

- Dar a conocer la Norma Técnica Peruana (NTP) de certificación, seguridad eléctrica y mantenimiento de instalaciones eléctricas interiores en edificaciones en las instalaciones eléctricas para la evaluación de los requerimientos normativos del mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas.
- Evaluar las instalaciones eléctricas del Caso Estudio, desde la acometida, tableros eléctricos, cableado, subestación, equipos eléctricos y sistemas de puesta a tierra y verificar el cumplimiento de la normativa vigente NTP, Reglamento Nacional de Edificaciones, Código Nacional de Electricidad – Utilización.
- Elaborar una propuesta de reingeniería para la mejora y cumplimiento de la norma técnica peruana (NTP) de certificación, seguridad eléctrica y mantenimiento de instalaciones eléctricas en edificaciones peruanas.
- Elaborar un Plan de mantenimiento preventivo de instalaciones eléctricas según la Norma Técnica Peruana (NTP) de certificación, seguridad eléctrica y mantenimiento de instalaciones eléctricas interiores en edificaciones del caso Estudio.

## 5. Justificación

### Justificación técnica

El presente trabajo tiene una justificación técnica porque realizara una evaluación e inspección a un Caso estudio que permita dar cumplimiento normativo vigente Norma Técnica Peruana (NTP) de certificación, seguridad eléctrica y mantenimiento de instalaciones eléctricas interiores en edificaciones, Reglamento Nacional de Edificaciones, Código Nacional de Electricidad – Utilización y proponer en función, un plan de mantenimiento.

### **Justificación económica**

El realizar el presente trabajo tiene una justificación económica, por cuanto se identificará posibles fallas en el sistema eléctrico, y si se da el cumplimiento a todas las recomendaciones y el plan de mantenimiento propuesto, se tendrá una mejor confiabilidad en el sistema, mejor continuidad de servicio, menor riesgo eléctrico, seguridad en las instalaciones, menores pérdidas, menor consumo y por ende y ahorro económico.

### **Justificación social**

El realizar el presente trabajo tiene una justificación social, dar a conocer un plan integral de mantenimiento de las instalaciones eléctricas que cumple con todas las normas vigentes en nuestro país, y se podrá utilizar como guía para instalaciones eléctricas existentes de todo tipo de locales.

## **6. Hipótesis de la investigación**

La implementación de la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo de instalaciones eléctricas según la Norma Técnica Peruana (NTP) de certificación, seguridad eléctrica y mantenimiento de instalaciones eléctricas interiores en edificaciones mejorará las instalaciones eléctricas del Local Caso Estudio, mejorando la confiabilidad y seguridad de dichas instalaciones.

## **7. Definición de Variables**

Las variables trabajadas en el presente trabajo de investigación son las siguientes:

### **7.1. Variables dependientes**

Elaboración de la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en las instalaciones eléctricas existentes del CASO ESTUDIO

### **7.2. Variables independientes**

Plan de mantenimiento preventivo para las Instalaciones Eléctricas del CASO ESTUDIO.

## **8. Tipo de la Investigación.**

La investigación es de tipo aplicada, ya que se busca resolver el problema encontrado que es la falta de un mantenimiento adecuado de las instalaciones eléctricas del Caso Estudio, aplicando la normatividad vigente.

## **9. Diseño de la Investigación**

El diseño de la investigación es no experimental, ya que la investigación se realizó sin la manipulación de ninguna variable en estudio. Tiene su fundamento en la observación del problema y la evaluación de las instalaciones eléctricas del caso estudio.

## **10. Alcance y limitaciones de la investigación**

### **10.1. Alcance**

La elaboración de la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en las instalaciones eléctricas existentes del CASO ESTUDIO, se realizó con la metodología que plantea la Norma técnica Peruana (NTP).

### **10.2 Limitaciones**

La elaboración de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo en las instalaciones eléctricas existentes del CASO ESTUDIO, no incluye el mantenimiento mecánico, ni la selección de la criticidad de equipos, porque considera todos los componentes de la instalación eléctrica de importancia, tampoco se considera la evaluación de indicadores.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 1. Mantenimiento Instalaciones Eléctricas

Conforme los equipos industriales avanzan en sus ciclos operativos, se incrementa la posibilidad de fallos, que pueden abarcar desde pequeñas anomalías hasta detenciones completas de la cadena de producción. Se destaca la importancia de una gestión proactiva del mantenimiento, crucial para la identificación y resolución de problemas antes de que impacten de manera significativa en la eficiencia operativa. (Albarado, 2017)

En virtud de lo anterior, se destaca que el impacto económico potencialmente elevado derivado de las posibles averías en los equipos industriales compromete la rentabilidad de la empresa a corto, medio y largo plazo. Añadiendo otra capa de complejidad, estas fallas pueden desencadenar accidentes con el potencial de causar daños a otros equipos, instalaciones e incluso poner en riesgo la seguridad de las personas, amplificando las consecuencias negativas tanto a nivel financiero como operativo. En este contexto, la gestión proactiva del mantenimiento se erige como una medida esencial para mitigar estos riesgos y garantizar la continuidad operativa y la seguridad. (Monsalve, 2012).

El mantenimiento eléctrico implica llevar a cabo inspecciones en el equipamiento eléctrico con el fin de detectar posibles problemas en su rendimiento. Se realiza a través de acciones correctivas, respondiendo a incidencias puntuales, o acciones preventivas, como comprobaciones rutinarias periódicas. Su alcance no se limita solo a la industria, sino que abarca también edificios residenciales y de uso público. Ejemplos comunes de mantenimiento eléctrico incluyen la revisión y sustitución de cables desgastados, la inspección de tableros eléctricos, y la verificación de sistemas de iluminación, asegurando así un funcionamiento seguro y eficiente. (Becerril, 2005)

En el ámbito del mantenimiento eléctrico, se incluyen una variedad de dispositivos y sistemas, como calentadores de agua, aparatos de aire acondicionado, duchas eléctricas, maquinaria eléctrica y electromecánica, sistemas de iluminación, y otros aparatos eléctricos de uso común. Las labores de mantenimiento abarcan desde la revisión de tomas de corriente y conexiones eléctricas hasta la medición del amperaje y voltaje de los sistemas. Además, es crucial controlar la corrosión y desgaste de componentes, y reparar los daños causados por

caídas de tensión o sobrecalentamientos, garantizando así un funcionamiento seguro y eficiente de estos equipos. (CELSA, 2016)

*Figura 1 Mantenimiento de instalaciones eléctricas*



Nota: Energetica.coop, 2023

El mantenimiento abarca una serie de intervenciones técnicas meticulosamente organizadas, ya sea de forma preventiva, destinadas a anticipar posibles problemas y preservar el buen estado del equipo, o correctiva, orientada a corregir fallos y restaurar su funcionalidad. Estas acciones técnicas contribuyen a la confiabilidad del equipo y la optimización eficiente de recursos. Al implementar estrategias de mantenimiento, se logra un desempeño óptimo que cumple con metas y objetivos, garantizando eficiencia y calidad en la prestación de servicios. La seguridad es una prioridad en este proceso, no solo preservando la integridad del usuario sino también asegurando un entorno seguro para el personal operario. La efectividad del mantenimiento se traduce en la prolongación de la vida útil del equipo y en la minimización de interrupciones no planificadas. (Cortes, 2014)

## **2. Tipos de Mantenimiento en Instalaciones Eléctricas**

A lo largo de los años, en el ámbito de la ingeniería, han surgidos diferentes tipos o clases de mantenimiento según el rubro o la actividad a la que se aplica, empero, para efectos del mantenimiento en alta tensión de líneas y subestaciones eléctricas, ENGIE basa su plan de mantenimiento en 3 tipos: (Gómez, 2008)

## 2.1. Mantenimiento Predictivo

Las acciones de mantenimiento que involucran el diagnóstico no invasivo buscan evaluar el estado y la condición del equipo sin interferir directamente en su funcionamiento. A través de la medición de variables de diagnóstico y la comparación con valores estándar y márgenes aceptables de variación, se puede prever el funcionamiento anormal del equipo. Esta anticipación permite tomar decisiones proactivas antes de que ocurra un fallo. Para llevar a cabo este proceso, se emplean equipos especializados de medición y recolección de datos no invasivos, proporcionando información valiosa para la gestión efectiva del mantenimiento y la optimización del rendimiento del equipo. Este enfoque contribuye a la eficiencia operativa al minimizar el tiempo de inactividad y optimizar los recursos. (Román, 2007)

Para desarrollar este tipo de mantenimiento, es necesario aplicar medidas sobre el sistema en operación, esto con una observación o monitoreo de un conjunto de parámetros característicos de los síntomas que provocan los diversos fallos.

*Figura 2 Mantenimiento de instalaciones eléctricas*



Nota: CCS, 2022

## 2.2. Mantenimiento Preventivo

Se conoce como mantenimiento preventivo o planificado al conjunto de acciones periódicas diseñadas para aumentar la fiabilidad de las instalaciones y prolongar su vida útil. Esto implica realizar intervenciones preestablecidas y medianamente invasivas, incluso la sustitución de componentes según un cronograma planificado, independientemente del estado aparente del equipo. Este tipo de mantenimiento se distingue por ser proactivo y busca prevenir problemas potenciales antes de que se conviertan en fallos críticos. A menudo, las

decisiones sobre mantenimiento preventivo se toman basándose en los resultados de técnicas de mantenimiento predictivo, que proporcionan información valiosa sobre el estado actual del equipo. En conjunto, estas estrategias buscan maximizar la confiabilidad y la eficiencia operativa de las instalaciones. (Martinez, 2020)

*Figura 3 Mantenimiento de instalaciones eléctricas*



Nota: COPCO Ingeniería, 2023

### **2.3. Mantenimiento Correctivo**

Mantenimiento reactivo o correctivo, implica la ejecución de acciones para restaurar el estado normal de funcionamiento de un equipo o elemento de una instalación después de que se ha detectado un fallo. Estos fallos pueden ser resultado de acciones humanas, causas naturales u otros eventos imprevistos. El propósito principal del mantenimiento reactivo es restablecer el equipo o la instalación a su modo de operación óptimo en el menor tiempo posible. A diferencia del mantenimiento preventivo, que busca evitar problemas antes de que ocurran, el mantenimiento reactivo responde directamente a situaciones de emergencia o a la necesidad de corregir un mal funcionamiento ya presente. Este enfoque a menudo implica un mayor tiempo de inactividad y puede resultar en costos más altos que podrían haberse evitado con un enfoque más proactivo. (Duffuaa, 2009)

En la red de transmisión ENGIE-SPCC, desde 1997 han sido pocos los mantenimientos correctivos provocados por acción o error humano, pues, generalmente, el fallo de la instalación se ha debido a causas naturales (descargas atmosféricas, interferencia de animales, etc.) o causas sociales (hurto de elementos, vandalismo, invasiones de servidumbre, etc.).

**Figura 4** *Mantenimiento de instalaciones eléctricas*



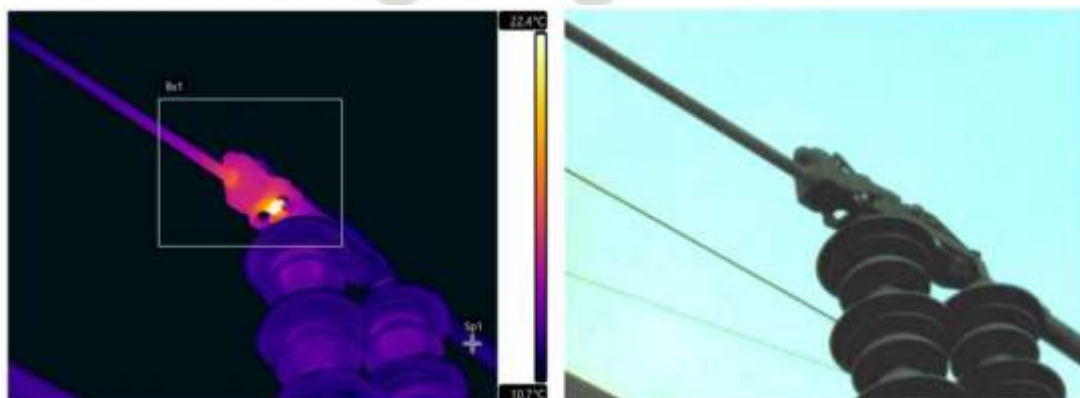
Nota: Geprocem, 2023

### 3. Técnicas de Mantenimiento Eléctrico

#### 3.1. Inspección Termográfica

El sistema termográfico se basa en la detección de radiación infrarroja para medir la temperatura aparente de un objeto. Este método implica la consideración de factores como la emisividad del objeto, la temperatura ambiente y la distancia al objeto. Al analizar la intensidad, ubicación y tipo de elementos medidos, el sistema termográfico es capaz de detectar anomalías térmicas. Estas anomalías pueden indicar problemas potenciales, como sobrecalentamientos o mal funcionamiento en equipos, permitiendo intervenciones proactivas en el mantenimiento para prevenir fallas mayores. Este enfoque se utiliza ampliamente en la industria y otras aplicaciones para monitorear la salud térmica de diversos sistemas y componentes. (Gallejos, 2014)

**Figura 5** *Imagen térmica vs. Imagen normal, donde se puede apreciar la radiación infrarroja que emite el elemento con carga*

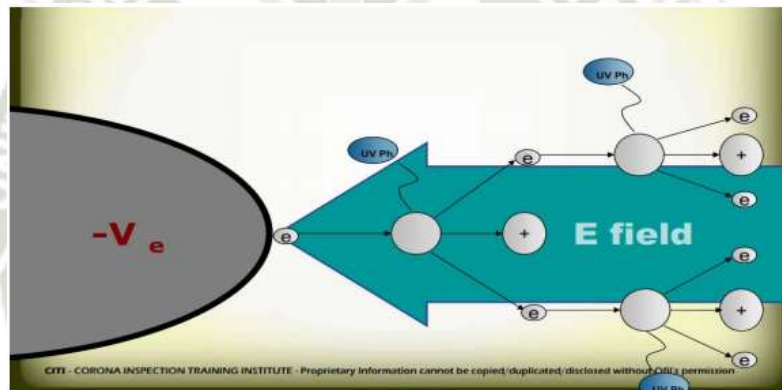


Nota: ISSEIN, s.f.

### 3.2. Inspección de Efecto Corona

Según el CITI (Corona Inspection Training Institute), el efecto corona es una descarga parcial eléctrica emitida en forma de fotones (en el rango del espectro Ultravioleta) y de ruido audible que ocurre en una región de elevado campo eléctrico, generalmente, en las cercanías de superficies conductoras, pero también algunas veces cerca de superficies aislantes debido al proceso de ionización del aire. Este proceso consiste en la interacción de electrones libres (producto de elevados campos eléctricos) que se aceleran, en forma de avalancha, atraídos por átomos cargados positivamente, lo que da lugar a la liberación de energía la cual se manifiesta en forma de fotones (partícula de luz) generalmente en el espectro no visible ultravioleta (UV), dando lugar a este fenómeno. (Gutiérrez, 2009)

*Figura 6* Proceso de formación corona en superficies debido al campo eléctrico

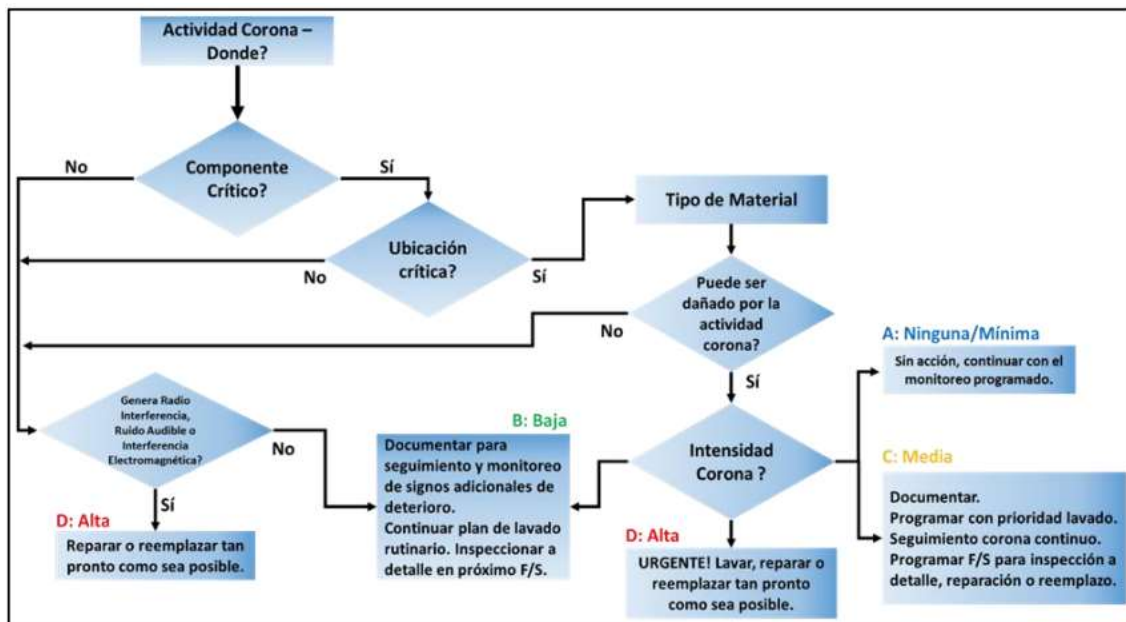


Nota: DayCor ®

El proceso de registro de efecto corona se basa en la detección y la producción de imágenes de los fotones (luz UV) generados por el proceso de ionización, esto gracias a sofisticados lentes y filtros que proyectan la luz UV dentro de un dispositivo electroóptico que, a su vez, superpone la imagen real o visible con la imagen UV para presentarlas en una sola imagen al operador. (Aldana Vitores, 2019)

El resultado que se muestra es la representación de una anomalía (mancha o “BLOB” en inglés) expresada en cantidad e intensidad de fotones que se producen en el elemento, así, de acuerdo con su ubicación, tipo y función, pasa a un proceso de análisis para determinar el grado de severidad y la acción preventiva o correctiva a ejecutarse. La severidad determinada según el resultado se registra en un formato donde se discrimina cada equipo dentro de la instalación por fase para llevar un control más riguroso. (Duffuaa, 2009)

Figura 7 Cuadro de decisiones durante análisis de resultados de registro de efecto corona.



En ENGIE se ha optado también por determinar de una manera cualitativa el grado de severidad y las acciones a tomar de acuerdo a la misma. En el siguiente cuadro que el autor del presente informe diseñó, se muestra los criterios de evaluación de resultados por severidad y las respectivas acciones a tomar con el objeto de analizar los resultados de efecto corona monitoreados en las instalaciones de la red de transmisión SPCC. (Mora Gutierrez, 2009)

Tabla 1 Criterios de evaluación de resultados por severidad

Criterios de Evaluación de Resultados :

Intensidad de corona y descripción de la severidad	Índice de Severidad
<b>Ninguna intensidad:</b> Ninguna o mínima actividad : Corona esporádica, débil y dispersa.	<b>A</b>
<b>Baja intensidad :</b> Centelleo corona pulsante y débil: Se inicia la formación puntual de descarga GAP.	<b>B</b>
<b>Mediana intensidad :</b> Descarga GAP formada, centelleo es continuo, puntual y de moderada intensidad.	<b>C</b>
<b>Alta intensidad:</b> Formación de arco de banda seca , Descarga GAP continua, intensa y en varios puntos.	<b>D</b>

Nota: Mora Gutierrez, 2009

**Tabla 2** Acciones a tomar según nivel de severidad

Acciones a tomar según el nivel de severidad	Nivel de severidad
Monitoreo de rutina en próxima inspección programada.	Ninguna
1) Documentar para seguimiento y monitoreo de signos adicionales de deterioro en siguiente inspección. 2) Continuar plan de lavado rutinario. 3) Aprovechar próximo F/S para inspección a detalle	Baja
Documentar. 1) Programar lavado. 2) Seguimiento corona continuo. 3) Programar F/S para inspección a detalle y en su defecto reparación o reemplazo.	Media
URGENTE Lavar, reparar o reemplazar , tan pronto como sea posible	Alta

Nota: Mora Gutierrez, 2009

Cabe señalar que para antes del 2017 el registro y análisis de efecto corona que se ejecutaba en la RdT se basaba en el conteo de fotonos independientemente de la intensidad, ubicación, material y tipo de elemento; así mismo el plan de medición no tenía estrategia comprometiendo muchos más recursos del que debería. (Espinoza Montes, 2010)

**Tabla 3** Resumen de resultados del efecto corona

**RESUMEN DE RESULTADOS DE EFECTO CORONA**

Criterios de Evaluación de Resultados :

Intensidad de corona y descripción de la severidad	Indice de Severidad	Acciones a tomar según el nivel de severidad	Nivel de severidad
Ninguna Intensidad: Ninguna o mínima actividad : Corona esporádica, débil y dispersa.	A	Monitoreo de rutina en próxima inspección programada.	Ninguna
Baja Intensidad :Conteó corona pulsante y débil: Se inicia la formación puntual de descarga GAP.	B	1) Documentar para seguimiento y monitoreo de signos adicionales de deterioro en siguiente inspección. 2) Continuar plan de lavado rutinario. 3) Aprovechar próximo F/S para inspección a detalle	Baja
Mediana Intensidad :Descarga GAP formada, conteo es continuo, puntual y de moderada intensidad	C	Documentar. 1) Programar lavado. 2) Seguimiento corona continuo. 3) Programar F/S para inspección a detalle y en su defecto reparación o reemplazo.	Media
Alta Intensidad: Formación de arco de banda seca , Descarga GAP continua, intensa y en varios puntos	D	URGENTE Lavar, reparar o reemplazar , tan pronto como sea posible	Alta

Nota: Espinoza Montes, 2010

Tabla 4 Registro y análisis de efecto corona

LUGAR	CELDA Y ESTRUCTURA	EQUIPO	MATERIAL	CANTIDAD (FOTONES)			ÍNDICE DE SEVERIDAD			OBSERVACIONES / RECOMENDACIONES	FECHA LIMITE CORRECCIÓN
				Fase R	Fase S	Fase T	Fase R	Fase S	Fase T		
	138kV L-13852	HCB1750	Cerámico (con partes metálicas)	0	490	0	A	A	A	Control de Corona en la 1ra, 2da y 3ra fase parte superior cerca al coronet continuar con el monitoreo semestral para detección de signos de deterioro.	
	138kV L-13852	DS1728	Cerámico (con partes metálicas)	16	0	0	A	A	A	Ninguno, continuar con el monitoreo programado.	
	138kV L-1380	DS1734	Cerámico (con partes metálicas)	0	0	0	A	A	A	Ninguno, continuar con el monitoreo programado.	
	138kV L-1380	DS1725	Cerámico (con partes metálicas)	130	7170	330	A	B	A	Control de corona esporádica fase R y T, Coroneo pulsante con inicio de descargas en la fase " S " contacto móvil inferior, p' realizar mantenimiento inspección o detalle.	
	138kV L-1380	HCB1751	Cerámico (con partes metálicas)	1200	200	1200	A	A	A	Control de corona esporádica fase S y T, con inicio de descargas fase R continuar con el monitoreo semestral para detección de signos de deterioro.	
	138kV L-1380	DS1721	Cerámico (con partes metálicas)	0	0	0	A	A	A	Ninguno, continuar con el monitoreo programado.	
	138kV DT1	DS1730	Cerámico (con partes metálicas)	0	0	0	A	A	A	Ninguno, continuar con el monitoreo programado.	
	138kV DT2	DS1733	Cerámico (con partes metálicas)	0	0	0	A	A	A	Ninguno, continuar con el monitoreo programado.	
	138kV DT2	DS1734	Cerámico (con partes metálicas)	0	0	0	A	A	A	Ninguno, continuar con el monitoreo programado.	
	138kV BARRA 1	GS1707	Cerámico (con partes metálicas)	0	0	0	A	A	A	Se registra efecto punta hasta 3000 FL en los disipadores de arco realizar un FIS la inspección y/o reparación del disipador de arco eléctrico.	
	138kV BARRA 2	GS1706	Cerámico (con partes metálicas)	0	0	0	A	A	A	Se registra efecto punta hasta 1000 FL en los disipadores de arco realizar un FIS la inspección y/o reparación del disipador de arco eléctrico.	
	220kV DT1	DS2733	Cerámico (con partes metálicas)	0	0	0	A	A	A	Se registra efecto punta de 29520 FL en los contactos fijos (Muecas de enroche) en las 3 fases, realizar un FIS la inspección y/o reparación.	
	220kV DT1	HCB2757	Cerámico (con partes metálicas)	0	0	0	A	A	A	Ninguno, continuar con el monitoreo programado.	
	220kV DT1	DS2736	Cerámico (con partes metálicas)	0	0	0	A	A	A	Se registra efecto corona de 8500 FL en las puntas del disipador y 3436 FL en la pletina cuadrada de los elementos en las 3 fases, realizar un FIS la inspección y/o reparación del disipador de arco eléctrico.	
	220kV DT1	VI20-007	Cerámico (con partes metálicas)	0	0	0	A	A	A	Ninguno, continuar con el monitoreo programado.	
	BARRA 220kV	DS2734	Cerámico (con partes metálicas)	30	30	30	A	A	A	Corona esporádica, mínima actividad, continuar con el monitoreo programado.	
	220kV DT2	HCB2759	Cerámico (con partes metálicas)	0	33	0	A	A	A	Corona esporádica, mínima actividad, continuar con el monitoreo programado.	
	220kV DT2	DS2739	Cerámico (con partes metálicas)	0	0	0	A	A	A	Se registra efecto punta en las 3 fases R=1200 FL, S=2990 FL, 3370 FL. realizar un FIS la inspección y/o reparación del disipador de arco eléctrico.	
	220kV L-2033	DS2729	Cerámico (con partes metálicas)	0	0	0	A	A	A	Se registra efecto punta en las 3 fases R=590 FL, S=3130 FL, 3030 FL. realizar un FIS la inspección y/o reparación del disipador de arco eléctrico.	
	220kV L-2033	HCB2752	Cerámico (con partes metálicas)	0	0	0	A	A	A	Ninguno, continuar con el monitoreo programado.	
	BARRA 1 / 220kV	VT-220-003	Cerámico (con partes metálicas)	0	0	0	A	A	A	Ninguno, continuar con el mantenimiento programado.	
	BARRA 2 / 220kV	PPRLA220-004	Cerámico (con partes metálicas)	0	0	0	A	A	A	Ninguno, continuar con el mantenimiento programado.	
	BARRA 2 / 220kV	GS2706	Cerámico (con partes metálicas)	0	0	0	A	A	A	Se registra efecto punta en las 3 fases R=1200 FL, S=2990 FL, 3370 FL. realizar un FIS la inspección y/o reparación del disipador de arco eléctrico.	
	BARRA 2 / 220kV	GS2707	Cerámico (con partes metálicas)	0	0	0	A	A	A	Se registra efecto punta en las 3 fases hasta 7090 FL de intensidad de corona realizar un FIS la inspección y/o reparación del disipador de arco eléctrico.	
	PORTICO DE LINEA	L-1393	Polimérico	0	0	0	A	A	A	Ninguno, continuar con el mantenimiento programado.	
	BARRA 2 / 220kV	DS1726	Cerámico (con partes metálicas)	0	0	0	A	A	A	Ninguno, continuar con el mantenimiento programado.	

Nota: Espinoza Montes, 2010

### 3.3. Registro de Conductividad

La conductividad eléctrica se refiere a la capacidad de un cuerpo para permitir el flujo de corriente eléctrica a través de él. Es la medida de la facilidad con la que los electrones pueden pasar a través del material. La conductividad es la inversa de la resistividad y está influenciada por factores como la temperatura, la humedad y el material del cuerpo. Se expresa comúnmente en microsiemens por centímetro (uS/cm) y es una propiedad crucial en diversas aplicaciones, ya que determina la eficiencia con la que un material conduce la electricidad. (Carrasco, 2008)

Dentro de los mecanismos de una instalación eléctrica, sea línea de transmisión o subestación, se encuentran los aisladores, estos cumplen funciones mecánicas y eléctricas, y están expuestos, directamente, a factores externos de contaminación como la radiación, la humedad, la polución salina, la polución industrial, etc. lo que altera sus propiedades físicas y perjudica el buen funcionamiento del sistema aislante al generar descargas superficiales. A largo plazo, el aislador se irá degradando y perderá sus propiedades mecánico-eléctricas, por ende, se han desarrollado diversos métodos para prevenir, disminuir y retardar el efecto de la contaminación, tales como el lavado periódico, la aplicación de grasas, el recubrimiento RTV, el sobredimensionamiento, el diseño, la implementación de nuevos materiales, en otros. (Gutiérrez, 2009)

**Figura 8** Contaminación excesiva en cadena de anclaje de aisladores cerámicos



Nota: INMR, 2018

### 3.4. Medición de la Resistencia de Puesta a Tierra

La puesta a tierra en instalaciones eléctricas busca limitar la tensión en masas metálicas para garantizar seguridad. Se realiza previo al funcionamiento y como parte del mantenimiento, evaluando la conexión a tierra para evitar riesgos. Este proceso es crucial para prevenir descargas eléctricas y asegurar un entorno eléctrico seguro. (Becerril, 2005)

*Figura 9 Medición de resistencia de puesta a tierra de torre metálica*



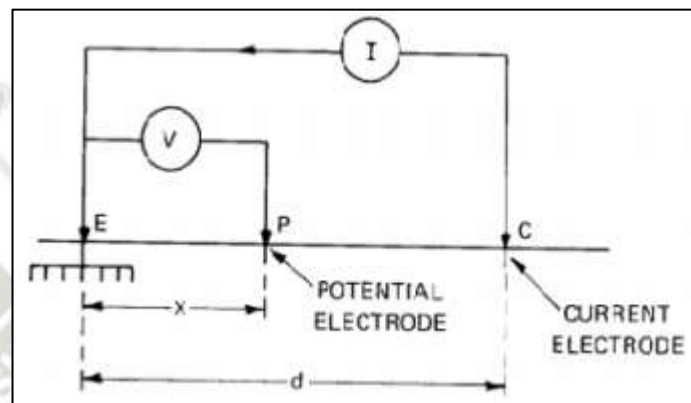
Nota: Ingeniería y Construcciones Eléctricas, 2022

La ausencia de un sistema de puesta a tierra puede provocar riesgos significativos para personas e instalaciones eléctricas. Es crucial conocer y cumplir con los valores máximos admisibles para garantizar una puesta a tierra adecuada dentro de los límites normativos. Según el Código Nacional de Electricidad, basado en la norma IEEE Std 81-2012, las resistencias de puesta a tierra deben cumplir con diferentes requisitos: 25 Ohms para líneas de transmisión, 1,0 Ohm para subestaciones eléctricas de alta tensión, y, en circunstancias especiales, hasta 5,0 Ohms. Estas normativas son fundamentales para mitigar riesgos y asegurar la seguridad en instalaciones eléctricas. (Mujal Rosas, 2002)

El método más utilizado y adoptado por ENGIE para medir la resistencia de puesta a tierra es el método de la caída de potencial. Esta técnica implica la aplicación de corriente entre el electrodo de puesta a tierra a medir y un electrodo auxiliar cercano (C). Luego, se

mide el voltaje con la ayuda de otro electrodo auxiliar (P). Este enfoque proporciona una evaluación precisa y es parte integral del plan de mantenimiento, permitiendo una gestión efectiva de la resistencia de puesta a tierra en las instalaciones de ENGIE. (OSINERGMIN, Garantía de Suministro de Electricidad., 20015)

*Figura 10 Método de caída de potencial para medición de puesta a tierra*



Nota: OSINERGMIN, Garantía de Suministro de Electricidad., 20015

### 3.5. Medición de Impedancia de Banco de Baterías

En condiciones normales para operación de una subestación, el sistema de alimentación DC es suministrado, directamente, por los rectificadores, pese a esto, cuando ocurre algún evento o falla y el sistema AC deja de suministrar energía, entra en función el banco de baterías que, de conformidad con el diseño de cada subestación, brinda autonomía de respaldo limitada a los sistemas DC hasta que se solucione la falla y se reponga, nuevamente, la alimentación AC. Por lo tanto, el banco de baterías es un sistema fundamental dentro del funcionamiento de una subestación y es recomendable que, por cuestiones de mantenimiento, se encuentre fuera de servicio el menor tiempo posible. (Pérez Loarca, 2015)

Por otro lado, la prueba de impedancia de baterías es una técnica de mantenimiento predictivo en línea, esta mide la caída de potencial en cada batería e inyecta un valor de corriente AC para, por ley de Ohm, calcular su impedancia sin afectar su estado.

*Figura 11 Medición de impedancia de baterías*



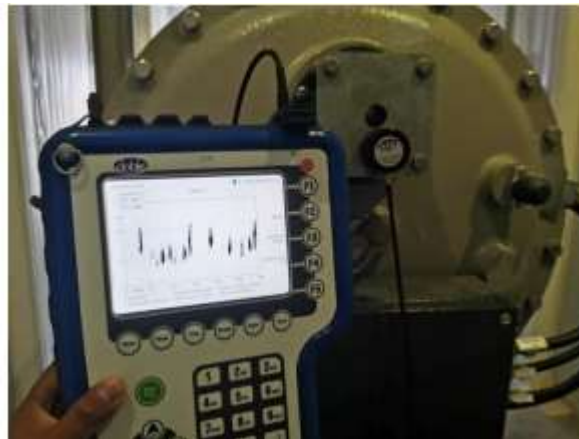
Nota: Ingeniería y Construcciones Eléctricas, 2021

### 3.6. Detección de Descargas Parciales

Las descargas parciales son fenómenos eléctricos localizados que ocurren en medios aislantes cuando hay una diferencia de potencial entre conductores. En el aire, este fenómeno es reversible, pero en materiales sólidos o líquidos puede causar daños permanentes, disminuyendo la capacidad de aislamiento. Esto puede llevar a fallas en equipos eléctricos. La detección y monitoreo de descargas parciales son críticos para prevenir daños y garantizar un rendimiento óptimo en sistemas eléctricos. Se emplean diversas técnicas, como la medición de corriente de descarga parcial y análisis de frecuencia, para evaluar y mitigar los riesgos asociados con este fenómeno. (Reliability, 2016)

Existen tres tipos principales de descargas parciales: las externas, desencadenadas por la ionización del aire entre electrodos y visible como efecto corona; las superficiales, que ocurren en la interfaz de dos materiales aislantes distintos; y las internas, que se desarrollan dentro de materiales o líquidos aislantes, asociadas a cavidades microscópicas o al desprendimiento de partículas sólidas. La identificación y clasificación de estos fenómenos son cruciales para prevenir daños en equipos eléctricos y mantener la eficacia del aislamiento en sistemas eléctricos. (Lujan Sánchez, 2008)

**Figura 12** Medición de descargas parciales por ultrasonido en S.E. tipo GIS



Nota: Ingeniería y Construcciones Eléctricas

La radiofrecuencia es un método de medición aplicado en el equipo o la instalación, esto con el fin de determinar el origen eléctrico de la descarga parcial, por ejemplo, pérdidas por corriente de descarga u ondas de alta frecuencia; para ello, el dispositivo empleado analiza el espectro de radiofrecuencia registrado y discrimina la descarga parcial de acuerdo con su ubicación, intensidad, nivel, etc., así, lo compara con un patrón de radiofrecuencia de operación “normal” de otro equipo o de la misma instalación.

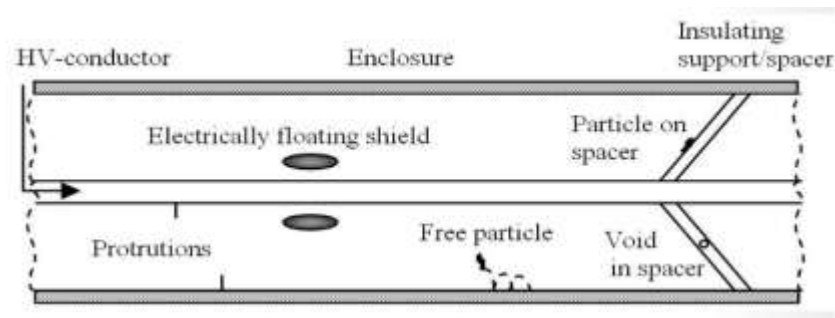
**Figura 13** Comparación de trazas de Radiofrecuencia en una inspección RFI



Nota: Mujal Rosas, 2002

El ultrasonido, por el contrario, es un método de medición acústico aplicado al equipo o la instalación, esto con el objeto de fijar el origen mecánico de la descarga parcial con ondas de presión (sonido), estas indican presencia, o no, de material flotante, el vacío, etc. esto, se utilizan accesorios especializados como sensores piezoeléctricos, audífonos, entre otros. (Mujal Rosas, 2002)

*Figura 14 Origen mecánico de descargas parciales*



Nota: Sciencedirect, 2021

### 3.7. Medición de Toque y Paso

La finalidad de la medición de toque y paso es comprobar que la malla a tierra de la instalación, los equipos y estructuras se encuentran dentro de los límites permisibles, esto para estar completamente seguros de que el sistema de puesta a tierra puede dispersar, sin peligro, las elevadas corrientes en caso de falla y las tensiones resultantes no afecten al individuo cuando este transite por los alrededores o toque algún componente de la instalación. (Chapa, 2004)

*Figura 15 Medición de tensiones de toque y paso*



Nota: Ingeniería y Construcciones Eléctricas, 2022

Para asegurar mediciones seguras de toque y paso, es esencial realizar múltiples mediciones a lo largo de la instalación y áreas colindantes, utilizando un plano cuadrículado. Se emplean equipos con fuentes de alimentación adecuadas para simular fallas, evitando

mediciones erróneas. Los valores límite para tensiones de toque y paso están definidos por el Código Nacional de Electricidad, basado en el estándar IEEE N°81-2012, asegurando el cumplimiento de normativas de seguridad eléctrica. (Condumex, 2009)

**Figura 16** Tensiones de toque y paso tolerables según Código Nacional de Electricidad Utilización 2011, Tabla 52

Tipo de suelo	Resistividad $\Omega\text{-m}$	Duración de falla 0,5 segundos		Duración de falla 1,0 segundos	
		Tensión de paso V	Tensión de toque V	Tensión de paso V	Tensión de toque V
Orgánico Mojado	10	174	166	123	118
Húmedo	100	263	188	186	133
Seco	1 000	1 154	405	816	286
Piedra Partida 105 mm	3 000	3 143	885	2 216	626
Cama de Roca	10 000	10 065	2 569	7 116	1 816

Nota: MINEM, 2011

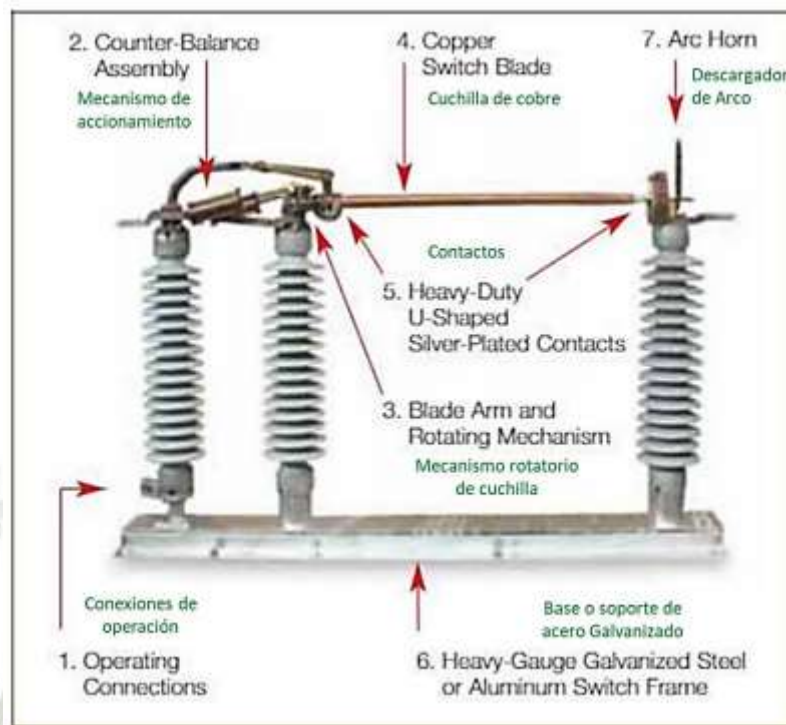
### 3.8. Pruebas Eléctricas de Seccionadores

En los seccionadores, por ser elementos más susceptibles a daños físicos y estar expuestos, directamente, al medio ambiente, líneas y subestaciones ejecuta su mantenimiento, lo que incluye las pruebas eléctricas de rigor, las cuales son: (Sanz Serrano, 2009)

#### 3.8.1. Medición de Resistencia de Contactos

Los contactos del seccionador son los componentes que están sujetos a fricción y movimiento, estos unen eléctricamente un circuito y dan paso al flujo de la corriente.

**Figura 17** Esquema de partes del seccionador simple de apertura vertical típico de las instalaciones de la RdT SPCC



Nota: Electric, 2000

Esta prueba tiene el fin de comprobar, eléctricamente, si los contactos mecánicos en ambos extremos de los seccionadores poseen una resistencia tal que no obstruya ni dificulte el paso de la corriente a través de ellos una vez en servicio. Estos valores de resistencia se encuentran generalmente en el orden de los micro-ohms y, conforme con el tipo de seccionador, no deben superar los 300 a 400  $\mu\Omega$  para seccionadores en condiciones de mantenimiento adecuado. (Electric, 2000)

### 3.8.2. Medición de Resistencia de Aislamiento

La resistencia de aislamiento mide la dificultad de un material para permitir la corriente bajo una tensión específica, siendo esencial en sistemas eléctricos para asegurar seguridad y rendimiento.

El objetivo de esta prueba eléctrica es dar una idea del estado en el que se encuentra el material aislante de un elemento, pues lo somete a altas tensiones en corriente directa no destructiva y controlada durante un tiempo, con la finalidad de evidenciar de volver más evidentes las corrientes de fuga que puedan aparecer en la superficie del elemento; así,

proporcionando a través del equipo una lectura directa de la resistencia que, en consonancia con el equipo sujeto a prueba, se encuentra en el rango de los Giga ohmios y Tera ohmios. (Industrial Solutions, 2019)

### 3.9. Registro de Niveles de Ruido

En instalaciones de alta tensión, el efecto corona produce fenómenos como la radio interferencia y el ruido audible, que se intensifican con la elevación de la tensión. El ruido puede originarse en diversos elementos, como conductores y transformadores. Aunque las especificaciones de fábrica establecen límites para el ruido en transformadores, realizar mediciones periódicas es crucial para asegurar el cumplimiento de normativas y la protección de personas y equipos ante estas condiciones de alta tensión. (GEESA, 2012)

*Figura 18 Registro de niveles de ruido en línea de transmisión 138 kV*



Nota: Ingeniería y Construcciones Eléctricas

Las perturbaciones producidas por el RA de las instalaciones de alta tensión pueden afectar, principalmente, a las personas y depende mucho de la sensibilidad individual, del nivel y del tipo de ruido ambiente. En concordancia con la Resolución Ministerial N°375-2008-TR, la exposición ocupacional (operadores y mantenedores que realizan trabajos en una instalación industrial) por RA no debe superar los 80 dB con una prolongación de 24 hrs y con el aumento del límite a medida que el tiempo de exposición disminuye. (Stevenson, 2005)

**Tabla 5** Valores límites de exposición a ruido ocupacional de acuerdo con la duración de la exposición

Duración (Horas)	Nivel de ruido dB
24	80
16	82
12	83
8	85
4	88
2	91
1	94

Nota: Stevenson, 2005

### 3.10. Registro de Niveles de Campo Electro-magnético

Los campos magnéticos, generados por corrientes eléctricas en movimiento, se miden en amperios por metro (A/m). En mantenimiento, se utiliza la inducción magnética, medida en Teslas (T) o Gauss (G). A diferencia de los campos eléctricos, los campos magnéticos aparecen solo cuando un elemento está energizado y hay flujo de corriente. Estos campos son proporcionales a la intensidad de corriente y son más intensos cerca de la fuente, disminuyendo con la distancia. Comprender y medir estos campos es esencial para evaluar su impacto en equipos y entornos. (Gallejos, 2014)

**Tabla 6** Valores máximos de exposición a campos eléctricos y magnéticos a 60 HZ

Tipo de Exposición	Intensidad de Campo Eléctrico (kV/m)	Densidad de Flujo Magnético ( $\mu$ T)
- Poblacional	4,2	83,3
- Ocupacional	8,3	416,7

Nota: La medición de estos valores se debe realizar a un metro de altura sobre el nivel del piso, en sentido transversal al eje de la línea hasta el límite de la zona de servidumbre.

Nota: MINAM, 2012

### 3.11. Inspección Visual detallada de Líneas y Subestaciones Eléctricas

La inspección visual detallada trata de comprobar el estado actual del elemento y compararlo con el estado óptimo y las condiciones de diseño o de fábrica que debería poseer; en algunos casos, la inspección visual detallada ayuda a identificar defectos inocuos, superficiales o de bajo riesgo que pueden repararse o mantenerse en esa condición. Sin embargo, en otros casos, el defecto en el elemento posee un grado avanzado de deterioro y su reparación o mantenimiento quedan descartados, optando por el reemplazo. (Rodríguez, 2003)

En subestaciones eléctricas, la inspección visual detallada distingue el estado físico exterior del equipamiento, desde condiciones básicas como estado de corrosión, suciedad y falta de identificación, hasta las más complejas como fugas de aceite o gas SF<sub>6</sub>, desprendimiento de material, etc; para ello, es fundamental conocer cada uno de los equipos, su función y su ubicación dentro de la subestación.

### 3.12. Registro de Niveles de Iluminación

Según las normativas peruanas, como el Reglamento Nacional de Edificaciones y el Código Nacional de Electricidad, es esencial garantizar la comodidad y seguridad visual en salas y espacios de trabajo mediante iluminación artificial. Los niveles mínimos de iluminación, establecidos en la tabla 111-2 del Código Nacional, son seguidos por ENGIE en su plan de mantenimiento, especificando un mínimo de 22 lux para equipos en subestaciones. No obstante, el registro de niveles de iluminación en salas de control es responsabilidad del personal de SPCC según contrato, asegurando así un entorno laboral seguro y eficiente. (Stevenson, 2005)

*Tabla 7 Valores mínimos de niveles de iluminación en distintos ambientes y áreas de trabajo Parte 1*

Ubicación	lux
<b>Central Eléctrica</b>	
Equipo de aire acondicionado, precalentador de aire y ventilador de piso, ducto de evacuación de cenizas	55
Accesorios, áreas de batería, bombas de alimentación de calderas, tanques, compresoras, área de medición	110
Sala de cables, equipo de circulación de agua o compartimiento de la bomba	55
Plataformas de calderas	55
Plataformas de quemadores	110
Laboratorio químico	270
Transportador de carbón, trituradora, alimentador, área de balanza, pulverizador, área de ventiladores, torre de transferencia	55
Condensadores, piso de desaireación, piso de evaporadores, pisos de calentadores	55
<b>Salas de control</b>	
Frente vertical de los tableros	
Simplex o sección del operador en dúplex:	
Tipo A - Sala amplia de control centralizado 1,65 m sobre el nivel del piso.	270
Tipo B - Sala de control común 1,65 m sobre el nivel del piso.	160
Sección del dúplex, frente del operador	160
Tableros de banco (nivel horizontal)	270
Área dentro de los tableros dúplex	55
Parte posterior de todos los tableros (vertical)	55
<b>Tableros de despacho</b>	
Plano horizontal (nivel de escritorio)	270
Frente vertical del tablero (1,22 m sobre el nivel del piso, frente al operador):	
Sala de despacho de la carga del sistema	270
Sala de despacho secundaria	160
Área del distribuidor de dióxido de carbono e hidrógeno	110
Precipitadores	55
Habitación de pantallas y filtros	110
Plataforma de sopladora de hojín o escoria	55
Colectores y válvulas de admisión de vapor	55
Tablero de interruptores de potencia	110
Sala de equipo telefónico	110
Túneles o galerías, tuberías	55
Sub-basamento del compartimiento de la turbina	110
Sala de turbinas	160
Galería para visitantes	110
Área de tratamiento del agua	110
<b>Central Eléctrica (Exterior)</b>	
Pasillos	22
Depósitos de cenizas	2,2

Nota: Reglamento Nacional de Edificaciones y el Código Nacional de Electricidad

**Tabla 8** Valores mínimos de niveles de iluminación en distintos ambientes y áreas de trabajo Parte 2

<b>Área de almacenamiento de carbón</b>	
Descarga de carbón	
Desembarcadero (zona de carga y descarga)	55
Área de almacenamiento de barcasas	5,5
Vaciadero	5,5
Vertedero	55
Transportadores	22
<b>Entradas</b>	
Edificación de equipos de servicio o de generación	
Principal	110
Secundario	22
Caseta de compuertas	
Entrada para peatones	110
Entrada para transportador	55
Cerco	2,2
Colector de dispensador de aceite combustible	55
Tanques de almacenamiento de aceite combustible	11
Patio abierto	2,2
Plataformas de caldera, plataforma de turbinas	55
<b>Calzada</b>	
Entre o a lo largo de las edificaciones	11
Sin edificaciones en los bordes	5,5
<b>Subestación</b>	
Horizontal general	22
Vertical específico (en interruptores o seccionadores)	22

Nota: Reglamento Nacional de Edificaciones y el Código Nacional de Electricidad

#### 4. Norma Técnica Peruana (NTP) de certificación, seguridad eléctrica y mantenimiento de instalaciones eléctricas interiores en edificaciones

La Norma Técnica Peruana NTP 370.310-2013 se enfoca en la seguridad de instalaciones eléctricas en viviendas unifamiliares y edificios multifamiliares. Establece pautas para la certificación y mantenimiento periódico de estas instalaciones, asegurando cumplimiento normativo y seguridad continua. En el proceso de certificación, se detallan requisitos y procedimientos para verificar la conformidad con estándares de seguridad, mientras que el mantenimiento implica inspecciones regulares y corrección de posibles defectos para garantizar la seguridad a lo largo del tiempo. La norma busca prevenir riesgos eléctricos y promover la confiabilidad de las instalaciones residenciales. (MINEM, 2013).

## 5. Principales Materiales para Instalaciones Eléctricas

### 5.1. Medidor Eléctrico

Los medidores de energía eléctrica, esenciales para medir el consumo en entornos comerciales, se dividen en tres categorías. Los electromecánicos utilizan discos giratorios y engranajes. Los electromecánicos con registrador electrónico combinan elementos mecánicos y electrónicos para funciones avanzadas. Los totalmente electrónicos emplean tecnología avanzada, como sensores y circuitos integrados, permitiendo mediciones precisas y comunicación remota para una gestión eficiente del consumo energético en diversos entornos. (OSINERGMIN, La medición electrónica de la energía, 2011)

*Figura 19 Medidor de energía electromecánica*

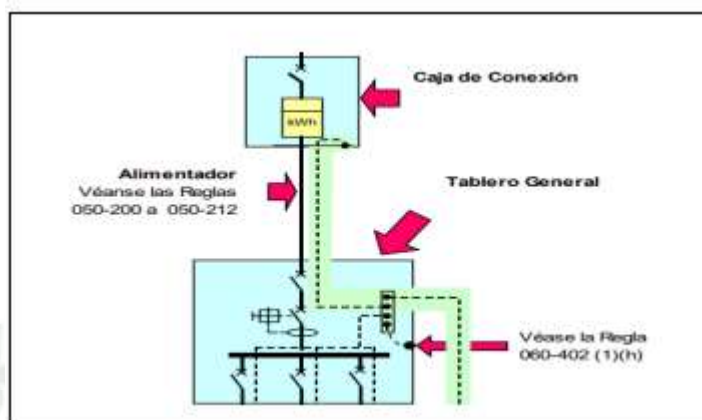


Nota: INELDEC, 2023

### 5.2. Alimentador

Los alimentadores eléctricos en la distribución de energía eléctrica, donde sus componentes llevan la energía desde el dispositivo de protección principal hasta los dispositivos de protección de los circuitos derivados. La determinación del número y tamaño de los conductores del alimentador implica considerar detalladamente las características del sistema eléctrico, como la carga, y aplicar factores de demanda específicos. Este enfoque garantiza una distribución eficiente y segura de la energía eléctrica, siendo esencial en el diseño y funcionamiento de sistemas eléctricos. (Ministerio de Energía y Minas del Perú, 2008)

*Figura 20 Alimentador*

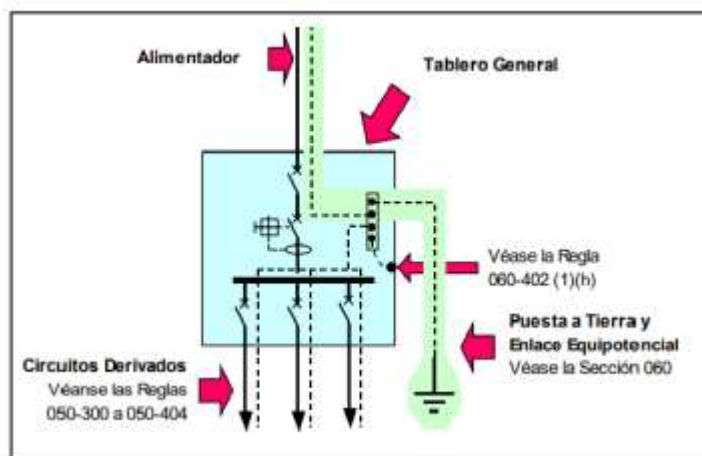


Nota: Huaman Espinoza, 2019

### 5.3. Circuitos Derivados

Los conductores de rama o circuito derivado en un sistema eléctrico. Estos conductores tienen la responsabilidad de llevar la energía eléctrica desde el último dispositivo de protección (como un interruptor) hasta las salidas destinadas a aparatos o equipos eléctricos. Este transporte asegura que la energía llegue de manera segura y controlada a los puntos de uso, proporcionando alimentación a dispositivos eléctricos específicos. (Ministerio de Energía y Minas del Perú, 2008)

*Figura 21 Circuitos derivados*



Nota: Huaman Espinoza, 2019

#### 5.4. Tablero General o de Distribución

Dentro de las instalaciones eléctricas de interiores, la noción de "tablero general" es relativa, pero puede conceptualizarse como un dispositivo destinado a proteger los circuitos alimentadores y los tableros de distribución de energía eléctrica. Esto se logra mediante un interruptor general y otros interruptores, adaptados a las necesidades o criterios del diseñador del proyecto eléctrico. En esencia, el tablero general actúa como un punto de control y protección para garantizar el suministro seguro y eficiente de energía eléctrica en un espacio interior. (Rodríguez, 2003)

#### 5.5. Interruptor Termomagnético

Los interruptores con protección térmica utilizan un bimetálico compuesto por dos metales con diferentes coeficientes de expansión térmica. Cuando la corriente eléctrica provoca un aumento de temperatura debido a una sobrecarga, el bimetálico se deforma, generando una acción mecánica que puede abrir o cerrar un contacto eléctrico. Este mecanismo de protección se emplea en dispositivos como motores eléctricos para prevenir riesgos por sobrecalentamiento. Estos interruptores no se reinician automáticamente, requiriendo una acción manual después de corregir la condición de sobrecarga. (Conдумex, 2009)

*Figura 22 Interruptor Termomagnético*



Nota: Electriceverlin, 2020

## 5.6. Interruptor Diferencial

El interruptor diferencial o RCD, requerido en instalaciones eléctricas para prevenir accidentes. Detecta corrientes de fuga a tierra, desconectando rápidamente el circuito ante cualquier derivación peligrosa. Este interruptor es esencial para la seguridad, especialmente en ambientes húmedos. Su independencia de los fusibles brinda una protección adicional, actuando antes de que un fusible se funda en situaciones de riesgo eléctrico. (Carrasco, 2008)

*Figura 23 Interruptor Diferencial*



Nota: Matmax, 2021

## 5.7. Circuito de Alumbrado

Este dispositivo servirá como punto de conexión para los elementos de control de dichos puntos de luz, como interruptores, conmutadores, pulsadores, entre otros. En esencia, facilita la organización y distribución de la alimentación eléctrica para la iluminación, permitiendo la integración de los elementos de control asociados a cada punto de luz en un sistema eléctrico. (Moreno, Lasso, & Fernandez, 2016)

## 5.8. Circuitos de Tomacorrientes de uso variado

Este circuito está diseñado para alimentar una variedad de dispositivos como televisores, cargadores, equipos de sonido, etc. Además, se menciona su aplicación específica en electrodomésticos de cocina, como cocinas eléctricas y hornos eléctricos. La función principal es suministrar energía a diferentes cargas en un entorno doméstico, abarcando tanto dispositivos comunes como electrodomésticos especializados. (Moreno, Lasso, & Fernandez, 2016)

### 5.9. Interruptores de salida de luz

Este circuito, dedicado a electrodomésticos como lavadoras, termas eléctricas y lavavajillas, se encuentra en una vivienda de nueva construcción. La ubicación de estos electrodomésticos es predefinida por la constructora, con toma de agua y desagües preparada para su instalación. Esta planificación facilita la conexión de estos dispositivos en áreas específicas de la vivienda, asegurando la disponibilidad de los recursos necesarios para su funcionamiento. Este enfoque eficiente optimiza la instalación de electrodomésticos en el hogar. (Moreno, Lasso, & Fernández, 2016)

### 5.10. Interruptor Conmutador de salida de luz

Los interruptores de tres vías son parte de un sistema de control de iluminación que permite encender o apagar una lámpara desde dos ubicaciones diferentes. Se utilizan comúnmente en pasillos, escaleras o habitaciones con múltiples puntos de acceso. En este sistema, uno de los interruptores se encuentra en un extremo y el otro en el otro extremo del área de control. La instalación adecuada y la correcta conexión de cables son esenciales para garantizar el funcionamiento eficiente de estos interruptores de tres vías. (Harper G. , 2005)

*Figura 24* Interruptor conmutador de salida de luz



Nota: Electrosanchis, 2021

### 5.11. Tomacorrientes

Los tomacorrientes son puntos de acceso eléctrico en hogares y lugares de trabajo. Pueden ser simples o dobles, con opciones polarizadas para conexión a tierra y a prueba de agua. Estos puntos permiten conectar una variedad de dispositivos portátiles. Además, la combinación con interruptores de luz ofrece mayor versatilidad en el control de la energía y la iluminación en el hogar. (Harper G. , 2005)

*Figura 25 Tomacorrientes*



Nota: Leviton, 2018

### 5.12. Cajas y accesorios para canalización

En instalaciones eléctricas residenciales modernas, todas las conexiones de conductores deben realizarse en cajas de conexión aprobadas, ubicadas en lugares accesibles para facilitar modificaciones. Los apagadores, salidas para lámparas y conductores también deben estar alojados en cajas. Este enfoque asegura una instalación segura y flexible, permitiendo ajustes eficientes en el sistema eléctrico de la vivienda. (Harper G. , 2005)

*Figura 26 Cajas de Conexión*



Nota: Proelectricos, 2021

### 5.13. Conductores Eléctricos

Los conductores eléctricos son materiales que presentan poca resistencia al paso de la corriente eléctrica. En la industria de la construcción, se utilizan alambres y cables, comúnmente conocidos como conductores eléctricos, en casas, comercios, bodegas, entre otros lugares. Estos elementos desempeñan un papel clave en la transmisión eficiente de la electricidad en diversas aplicaciones y entornos. (Becerril, 2005)

Los cables para la industria de la construcción constan de un conductor eléctrico, comúnmente de cobre suave, que puede ser rígido, semiflexible o flexible. El aislamiento, generalmente de PVC, pero también de materiales termofijos como EP o XLP, proporciona resistencia eléctrica y térmica. La cubierta externa protege contra impactos y condiciones ambientales. Estas elecciones meticulosas garantizan el rendimiento y la durabilidad de los cables en entornos constructivos, adaptándose a las necesidades específicas de cada aplicación. (Conдумex, 2009)

*Figura 27 Conductor Eléctrico*



Nota: Mendez, 2019

El código de colores para conductores eléctricos, según la NTP 370.053, establece que el conductor de protección a tierra debe ser amarillo cuando esté provisto de una cubierta o aislamiento para distinguirlo de los conductores activos o del conductor neutro. Los conductores neutros deben tener un revestimiento de color blanco. Los conductores activos, utilizados individualmente, deben tener un revestimiento que los diferencie de los conductores neutros, de puesta a tierra o de protección, y pueden ser de colores distintos como negro, azul o rojo, evitando blanco o amarillo. (Minas, 1999)

Se muestra las tablas de capacidad de conductores de una empresa peruana:

*Tabla 9 Capacidad de conductores eléctricos*

CONDUCTOR		CAPACIDAD DE CORRIENTE AMPERAJE			
CALIBRE AWG - MCM	SECCIÓN mm <sup>2</sup>	Instaladas en tubo Max 3 conductores		Instaladas al aire libre	
		TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR			
		70°C	90°C	70°C	90°C
18	0.821	9	14	13	18
	1	11	16	16	24
16	1.31	13	18	19	24
	1.5	15	22	23	27
14	2.08	20	25	28	35
	2.5	20	27	28	35
12	3.31	25	30	33	40
	4	26	34	35	46
10	5.26	34	40	48	55
	6	36	42	50	60
8	8.37	47	55	66	80
	10	47	60	74	83
6	13.3	62	75	90	105
	16	71	78	100	115
4	21.15	81	95	120	140
	25	90	100	133	150
2	33.63	110	130	160	190
	35	114	130	165	190
1	42.41	124	150	185	220
	50	138	150	210	230
1/0	53.51	143	170	220	260
2/0	67.44	166	195	250	300
	70	171	195	255	300
3/0	85.02	190	225	295	350
	95	204	225	315	355
4/0	107.02	219	260	340	405
	120	233	260	360	405
250	126.7	242	290	385	455
	150	271	300	420	480

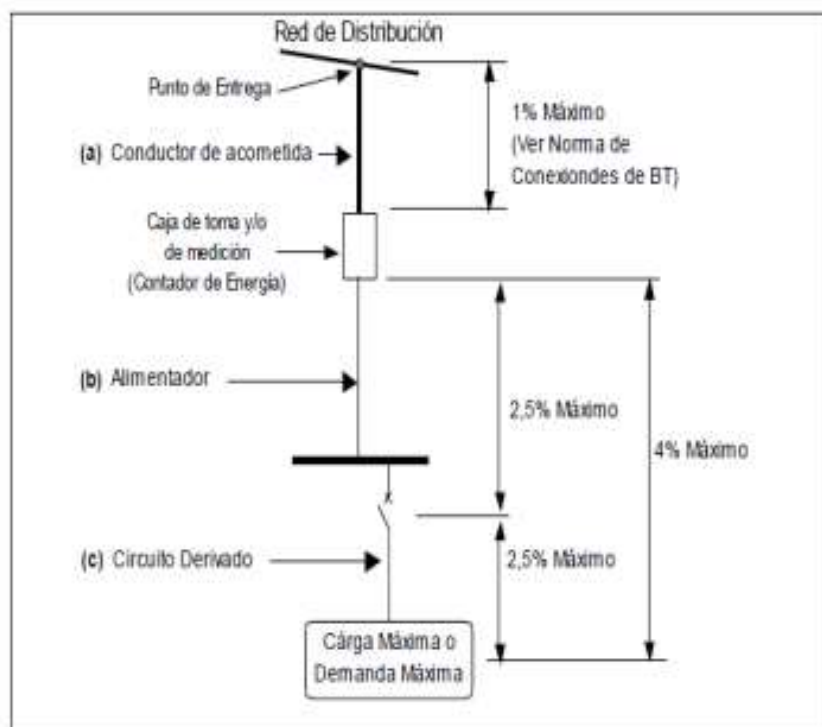
Nota: capacidad de conductores eléctricos TW y THW (CELSA, 2016)

Nota: Norma Técnica Peruana, s.f.

#### 5.14. Cálculo de caída de tensión

La tensión eléctrica presente en conductores eléctricos tiende a disminuir por efecto de la distancia, a esto se le llama caída de tensión.

Figura 28 Caída de Tensión permisible en un circuito



Nota: Norma Técnica Peruana, s.f.

$$\Delta V = \frac{K \times \rho \times L \times I \times \cos \phi}{S}$$

Fórmula:

Donde:

- $\rho$  = Resistividad del cobre electrolítico,  $\rho_T^{Cu} = [1 + 0.000393 \times (T - 20)]$
- L = Longitud del conductor (m).
- I = Intensidad (A).
- $\cos \phi$  = Factor de potencia.
- S = Sección del conductor (m<sup>2</sup>).
- $\Delta V$  = Caída de tensión (V).
- K = es 2 para monofásico,  $\sqrt{3}$  para trifásico.

### 5.15. Cálculo de ITM y de sección del conductor por intensidad y Máxima Demanda

Se puede calcular la sección de un conductor conociendo la intensidad de corriente y máxima demanda.

Fórmulas:

$$I_n = \frac{MD_{TOTAL}}{K * V * \cos \phi}$$

(I)

$$I_d = I_n * 1.25$$

(II)

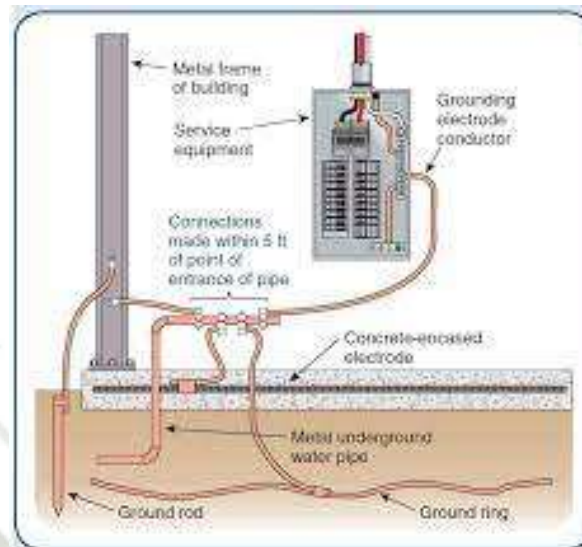
Donde:

- MD= Máxima demanda.
- In= Intensidad nominal.
- Id=Intensidad de diseño.
- $K=\sqrt{3}$  para trifásico.
- V= Voltaje
- $\cos \phi$ = Factor de potencia.

### 5.16. Puesta a Tierra

La puesta a tierra es la conexión eléctrica directa de una parte del circuito o de una parte conductora con el suelo mediante electrodos enterrados. Este sistema, sin protección adicional, permite la disipación de corrientes de defecto y descargas atmosféricas. A nivel académico, se fundamenta en la necesidad de proporcionar un camino eficiente para la corriente hacia la tierra, reduciendo el riesgo de daños y asegurando la estabilidad del sistema eléctrico. Su implementación se rige por normativas y estándares que buscan garantizar su eficacia y seguridad. (Moreno N. &., 2009)

**Figura 29** Puesta a Tierra



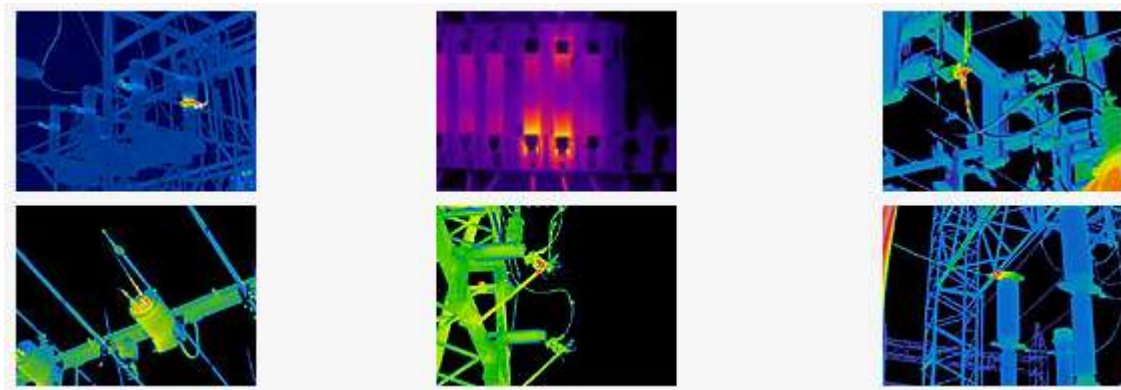
Nota: Proelectrica, 2019

## 6. Aplicaciones Termográficas en el Mantenimiento de los Sistemas Eléctricos

La eficiencia de los sistemas eléctricos se ve afectada por diversos factores, como la carga, el tiempo y las condiciones ambientales. La degradación de componentes y superficies de contacto, impulsada por vibraciones y fatiga de materiales, contribuye al aumento de la resistencia eléctrica con el tiempo. Este fenómeno es particularmente relevante en entornos industriales o sometidos a cargas fluctuantes. La monitorización constante y el mantenimiento preventivo son esenciales para preservar la eficiencia y prolongar la vida útil de los sistemas eléctricos. (Zobaa, 2011)

El aumento de resistencia en componentes eléctricos provoca un incremento de la temperatura, generando riesgos como cortocircuitos, fallos en la alimentación y potencialmente incendios. La detección temprana de este aumento es crucial para evitar averías y riesgos. Las cámaras termográficas son herramientas eficaces en el mantenimiento predictivo y preventivo, permitiendo evaluar visualmente el estado de la instalación eléctrica, conexiones, bornes, transformadores, motores, generadores y otros componentes. Estas aplicaciones facilitan la identificación de problemas antes de que se conviertan en emergencias. (Bravo, 2012)

**Figura 30** Imágenes termográficas



Nota: Insatecsl, 2021

Para el proceso de toma de datos los resultados de la medición son parciales ya que luego se someten a un análisis térmico de corrección del delta de temperatura más detallado donde se ingresan las variables que afectan directamente estos resultados: velocidad de viento y carga (corriente). (Garrido, 2023)

Para las correcciones del delta de temperatura considerando factores de viento (multiplicadores del delta), se hace uso de la tabla siguiente.

Viento m/s	1	2	3	4	5	6
FCVA	1.00	1.37	1.64	1.86	2.06	2.23

Para las correcciones por carga, se hace uso de la siguiente fórmula recomendada por el estudio del Infrared Training Center, únicamente para condiciones de carga mayor a 60%.

$$\Delta T_{carga} = \left( \frac{\left( \frac{1}{c\%} \right)^{1.46} + \left( \frac{1}{c\%} \right)^{1.68}}{2} \right) * \Delta T_{obtenido}$$

Donde:

- c%:** Porcentaje de carga (carga actual / máxima carga registrada)
- $\Delta T_{carga}$ : Delta de temperatura corregido por carga máxima.
- $\Delta T_{obtenido}$ : Delta de temperatura obtenido en campo.

Cada delta de temperatura registrado en la instalación y corregido por carga y viento es plasmado en un formato de resumen de resultados que permite monitorear en el tiempo la evolución de las anomalías, ya que varias de ellas pueden ser circunstanciales (debido a

polución anormal, aumento de carga, falso contacto, etc) o también permanentes (desgaste del material, micro agrietamientos, etc). (Duffuaa, 2009)

## 7. Instrumentos Básicos para la Evaluación de las Instalaciones Eléctricas

- **Cámara Termográfica FLIR T660**

Equipo moderno que ofrece imágenes térmicas nítidas de 640x480 píxeles, en estas, se observa el más mínimo detalle de cualquier anomalía; la tecnología de la cámara está diseñada para la máxima productividad con menú intuitivo, pantalla táctil, posicionamiento GPS, brújula, funciones de anotación y paleta de colores para un óptimo análisis. (CELSA, 2016)

*Figura 31* Cámara Termográfica FLIR T660



Nota: Megger, 2022

- **Cámara UV para registro de efecto corona COROCAM 7D**

Es una cámara utilizada para visualizar y ubicar el fenómeno de efecto corona en elementos tensionados; combina la imagen UV con una imagen visible, así, las superpone para obtener el máximo provecho del análisis del elemento con tensión, y determinar el origen y la ubicación de la anomalía. (Becerril, 2005)

*Figura 32* Cámara UV para registro de efecto corona COROCAM 7D



Nota: Megger, 2022

- **Medidor de impedancia de baterías BITE 2**

El equipo de prueba de impedancia BITE2 comprueba el estado de baterías de plomo ácido y níquel-cadmio, esto con la aplicación de una corriente de prueba a la batería o banco de baterías mientras está en servicio, luego, mide la caída de tensión para calcular en tiempo real la impedancia que indica el estado físico interno de la batería y de la conexión con el banco.

*Figura 33 Medidor de impedancia de baterías BITE 2*



Nota: Megger, 2022

- **Medidor de descargas parciales DOBLE DFA 300**

Es un equipo altamente sofisticado, es utilizado en la identificación precoz y la ubicación de defectos de aislamiento que basa su funcionamiento en la comprobación simultánea de interferencias de radiofrecuencia y emisiones acústicas que permiten la localización de descargas parciales con potencial efecto dañino a los elementos de una instalación, esto en cuestión de segundos. (CELSA, 2016)

*Figura 34 Medidor de descargas parciales DOBLE DFA 300*



Nota: DOBLE ESCO Technologies, 2023

- **Telurómetro de alta frecuencia METREL MI3290**

Analizador de tierra portátil, es alimentado por una batería o red, tiene excelente protección IP y está diseñado para medir la resistencia de puesta a tierra de diferentes instalaciones. Permite elegir entre distintos métodos de prueba mediante una pantalla táctil interactiva que incluye la opción de medir en alta frecuencia (ideal para líneas de transmisión); su robustez y elevada inmunidad al ruido eléctrico lo hace ideal para ambientes industriales y agrestes.

*Figura 35 Telurómetro de alta frecuencia METREL MI3290*



Nota: DOBLE ESCO Technologies, 2023

- **Monitor de tensión de toque y paso OMICROM HGT1**

Es un equipo portátil de las tensiones de toque y paso. Simplifica las mediciones en diversos puntos, esto dentro y fuera de una subestación al suprimir el uso de pesas, pues realiza una simulación de la resistencia del cuerpo.

*Figura 36 Monitor de tensión de toque y paso OMICROM HGT1*



Nota: DOBLE ESCO Technologies, 2023

## 8. Antecedentes del estudio

Se presentan a continuación:

### **Antecedente 01:**

Ramos, J. (2017). Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las máquinas de la empresa Atlanta Metal Drill S.A.C. (tesis de pre grado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Peru.

### **Resumen del autor:**

Un cuarto trabajo corresponde a Ramos, Julio (2017), quien realizó el proyecto de “**Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo a las Máquinas de la Empresa Atlanta Metal Drill S.A.C.**”, este trabajo se realizó elaborando el diagnóstico del proceso de mantenimiento para las maquinarias y equipos críticos que intervienen en el proceso de producción de la empresa Atlanta Metal Drill S.A.C., apoyándose en la colección de historiales de los tiempos de fallas de todas las 23 máquinas con las que dispone la referida empresa ubicadas en el área de maestranza.

Dentro de la propuesta de la implementación del plan mantenimiento y con el objeto de identificar la mayor incidencia de fallas, se puso en sometimiento al análisis de criticidad a todas las máquinas, identificándose una mayor incidencia de fallas en cuatro de ellas: fresadora de torno, paralelo de torno vertical y mandriladora.

### **Conclusion:**

Se realizó el diagnóstico actual de la empresa Atlanta Metal Drill S.A.C., conociendo el tipo y cantidad de máquinas que posee el taller de maestranza, para así poder realizar un inventario y codificación, el cual servirá para poder iniciar un plan de mantenimiento preventivo adecuado.

Se consiguió establecer la criticidad del equipamiento perteneciente al taller de maestranza, encontrándose entre otros al torno paralelo, la fresadora, la mandrinadora universal y el torno vertical, determinando que tipo de equipo viene teniendo mayor cantidad de errores y paradas imprevistas, pudiéndolas incluir en el plan de mantenimiento. Se efectuó el programa de mantenimiento preventivo para el equipamiento con mayor criticidad perteneciente al taller de maestranza de la referida empresa, optimizando el trabajo y evitando paradas forzosas en la fabricación.

**Antecedente 02:**

Bastidas, E. (2013). Mantenimiento basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad mecánica de los grupos electrógenos Olympian GEP 110-4 en el Proyecto Flowline Lote 56 de la empresa Serpetbol Peru S.A.C. (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.

**Resumen del autor:**

Un quinto trabajo corresponde a Bastidas, Edison (2013), quien realizó un "Mantenimiento basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad mecánica de los grupos electrógenos olympian GEP 110-4 en el Proyecto Flowline Lote 56 de la empresa Serpetbol Peru S.A.C.", este trabajo se realizó elaborando el diagnóstico del proceso de mantenimiento que se desarrolla en el Proyecto Flowline Lote 56, recopilando información real y guías de mantenimiento correctivo donde se precisan las causas que generan las fallas en los grupos electrógenos, las mismas que ocasionan paradas forzadas Dentro de la propuesta del mantenimiento basado en la confiabilidad y con el objeto de llevar un control ordenado, se propone la inclusión de una lista de verificación y una hoja de control de mantenimientos, las cuales permitirán ejecutar las inspecciones rutinarias y trabajos de mantenimiento preventivo de manera ordenada en los referidos grupos electrógenos. Asimismo, se incluye una hoja de control de los equipos estacionarios, donde se registrarán de manera detallada las horas diarias de trabajo a fin de llevar un conteo ordenado del tiempo de vida útil de los equipos, además de una descripción breve de la rutina (cambios y observaciones).

**Conclusión:**

Se concluye que con la presente investigación se logra mejorar la disponibilidad mecánica de los grupos electrógenos Olympian GEP110-4 en un promedio de 4.3% la cual es una mejora considerable para la empresa

Se concluye que, con la siguiente investigación el mantenimiento anticipado de 10 horas a lo establecido en el manual del fabricante permite mantener en óptimas condiciones al motor debido a las observaciones realizadas en los mantenimientos de tipo MP6.

**Antecedente 03:**

Ponce, V, Campoverde, R. (2013). Programa de mantenimiento preventivo para reducir el elevado nivel de paradas imprevistas en los motores eléctricos del departamento de Tostion en la empresa GUSNOBE S.A (tesis de pregrado). Universidad Estatal de Milagro, Milagro, Ecuador.

**Resumen:**

Un séptimo trabajo corresponde a Ponce, V y a Campoverde R. (2013), quienes realizaron un “Programa de mantenimiento preventivo para reducir el elevado nivel de paradas imprevistas en los motores eléctricos del departamento de Tostion en la empresa GUSNOBE S.A.”, este trabajo se realizó elaborando el diagnóstico del proceso de mantenimiento que se desarrolla en la empresa GUSBONE S.A, a partir de la selección de la mejor combinación de políticas enumeradas para cada elemento, coordinándolas para conseguir el uso óptimo de los recursos y el tiempo.

La falta de un adecuado programa de mantenimiento preventivo, conlleva a la disminución de la capacidad de producción generando pérdidas significativas que ponen en riesgo el cumplimiento de las metas de la entidad.

Por tanto, y luego de la realización del análisis comparativo, evolución, tendencia y perspectiva, se obtuvo que la frecuencia relativa del mantenimiento de los motores es de un 80%, resultado que avala la importancia del mantenimiento preventivo, pero a su vez la necesidad urgente de la implementación de la misma, toda vez que el grado de importancia que se le brinda al mantenimiento de los motores eléctrico en la empresa GUSNOBE S.A. es de 10%.

**Conclusiones:**

Que el programa de mantenimiento preventivo para reducir el elevado nivel de paradas imprevistas en los motores eléctricos del departamento de Tostion en la empresa GUSNOBE S.A, es consecuencia de un trabajo de investigación que exterioriza la problemática de la referida área. Por lo que, el objetivo primordial es comprender los principales riesgos que contravienen con la fabricación, con la finalidad de almacenar la información pertinente, la misma que será utilizada como base para la planificación de un trabajo preventivo programado, que finalmente reducirá los niveles de parada en los equipos electromecánicos, siempre que se continúe con una Orden de trabajo, registros de trabajos e intervenciones

diarias, semanales, mensuales y anuales. El presente estudio de un programa de mantenimiento preventivo, se convertirá en una herramienta esencial para la empresa y el área Tostion ya que tendrá algunos puntos de determinación de varios problemas que se encuentran dentro del mismo como es la elaboración del plan de mantenimiento y los formatos de trabajo antes mencionados que llevara al análisis y conclusión de los problemas que se presentaran por los diversos factores que afectan al rendimiento de los motores del área de Tostion de la empresa de producción de café de la provincia del Guayas, GUSNOBE S.A.



### CAPÍTULO III:

## EVALUACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA EL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN FUNCIÓN DE LA (NTP)

### 1. Análisis de la Norma Técnica Peruana (NTP) de certificación, seguridad eléctrica y mantenimiento de instalaciones eléctricas interiores en edificaciones

Las Normas Técnicas Peruanas (NTP) son un conjunto de documentos establecidos por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) en el Perú. Estas normas están diseñadas para regular y estandarizar productos, procesos y servicios en el país. El objetivo principal de las NTP es asegurar la calidad, seguridad y eficiencia en diversas áreas, desde la construcción hasta la producción de bienes y servicios.

Algunas características importantes de las Normas Técnicas Peruanas incluyen:

- **Desarrollo y Mantenimiento:** Comités técnicos de expertos y representantes de diversos sectores desarrollan y actualizan Normas Técnicas Peruanas para garantizar calidad y relevancia.
- **Adopción Voluntaria u Obligatoria:** En muchos casos, la adopción de las NTP es voluntaria. Sin embargo, algunas normas pueden ser declaradas obligatorias por el INACAL para ciertos sectores o productos específicos.

**Alcance Diverso:** Las NTP abarcan una amplia gama de sectores y disciplinas, incluyendo construcción, salud, alimentos, seguridad, medio ambiente, entre otros.

- **Estandarización:** Las NTP buscan establecer criterios y requisitos técnicos que promueven la uniformidad y calidad de prestación de servicios y producción.
- **Conformidad con Normas Internacionales:** En muchos casos, las NTP se alinean con normas internacionales reconocidas para asegurar la compatibilidad y la competitividad a nivel global.
- **Actualización Continua:** Las NTP son revisadas y actualizadas regularmente para reflejar los avances tecnológicos, cambios en las prácticas industriales y nuevos requisitos legales.

Las Normas Técnicas Peruanas son esenciales para el desarrollo sostenible y la competitividad de la industria peruana, ya que proporcionan la referencia técnica para asegurar la calidad y seguridad de servicios y productos. Sobre la Norma Técnica Peruana (NTP) de certificación, seguridad eléctrica y mantenimiento de instalaciones eléctricas interiores en edificaciones se establece las medidas necesarias para garantizar la seguridad eléctrica de las instalaciones, que consisten en realizar mantenimientos periódicos y tener certificaciones vigentes de dichas instalaciones. Todas las instalaciones eléctricas, desde que inicia una obra y antes de la puesta en servicio debe ser verificada y probada, además durante su funcionamiento debe permanecer en buen estado.

La información necesaria con la que se debería de contar son:

- Recibo de luz
- Plano de ubicación
- Diagramas unifilares y planos de las instalaciones eléctricas
- Certificaciones de inspecciones y/o recepción de obra

La realización de pruebas y verificaciones según las normativas NTP 370.310 y NTP 370.304 debe ser llevada a cabo por personal técnico cualificado y equipado con los debidos implementos de seguridad. Estas evaluaciones abarcan la verificación de la continuidad y uniones equipotenciales, la medición de la resistencia de aislamiento y de puesta a tierra, la comprobación del funcionamiento de dispositivos de corriente residual, y la medición de la impedancia del bucle de falla, asegurando así la integridad y el rendimiento adecuado de las instalaciones eléctricas.

### **Mantenimiento de las Instalaciones Eléctricas**

- **Mantenimiento Correctivo:** Realizado en respuesta a fallos o problemas detectados durante la operación normal. Se debe de restaurar el sistema a su estado operativo normal tan pronto como sea posible.
- **Mantenimiento Preventivo:** Realizado de manera programada antes de que ocurran problemas. Incluye inspecciones regulares, pruebas y ajustes para prevenir fallas y maximizar la vida útil de los componentes.
- **Mantenimiento Predictivo:** Se basa en la monitorización y evaluación del rendimiento para prever posibles fallos. Utiliza herramientas como análisis termográfico, análisis de vibraciones y pruebas de resistencia de aislamiento.

- **Mantenimiento Detectivo:** Se centra en la detección anticipada de problemas o desperfectos mediante el uso de sensores y dispositivos de monitoreo.
- **Mantenimiento Proactivo:** La gestión proactiva del mantenimiento va más allá de las acciones preventivas al enfocarse en la identificación y abordaje anticipado de posibles problemas antes de que se transformen en fallas. Implica una revisión continua de procedimientos, políticas y tecnologías para mejorar la eficiencia y la seguridad, promoviendo un enfoque predictivo y mejorando la confiabilidad operativa a largo plazo.
- **Mantenimiento Programado:** Actividades planificadas y realizadas en intervalos regulares, independientemente del estado actual del sistema. Incluye inspecciones visuales, pruebas de dispositivos y ajustes programados.

La Norma Técnica Peruana NTP 370.310 no especifica un tipo particular de mantenimiento, pero sugiere la implementación de un enfoque que abarque el Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Programado. Propone la inspección periódica de las instalaciones eléctricas, conservando sus características originales. Ante la detección de problemas, se deben realizar reparaciones o reemplazos de componentes. La evaluación y verificación culminan con la emisión de un certificado de inspección, indicando si las instalaciones son conformes o no conformes.

**Figura 37** Esquema de resultado de evaluación de las instalaciones eléctricas



Nota: Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

La Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310 categoriza los defectos en instalaciones eléctricas como muy graves, graves y leves. Los defectos muy graves representan peligro inmediato, los graves pueden causar fallas o reducir la capacidad de la instalación, y los leves no implican riesgos significativos. Entre los defectos se incluyen la falta de conexiones equipotenciales, inexistencia de medidas de seguridad, resistencia de tierra elevada y otros. El enfoque de la norma se ejemplifica mediante un caso de estudio, aplicando criterios técnicos y normativos para evaluar instalaciones eléctricas en busca de seguridad y eficiencia.

## 2. Verificación de las instalaciones eléctricas Tableros

Las instalaciones eléctricas del local del caso estudio cuentan con seis tableros eléctricos, los cuales se detallan a continuación:

*Figura 38* Tablero eléctrico general del caso estudio



Se encontró las siguientes observaciones, se indica a además la norma que incumple el Código Nacional de Electricidad C.N.E. tomo Utilización:

*Tabla 10 Código Nacional de Electricidad C.N.E.*

C.N.E. UTILIZACIÓN	OBSERVACIONES
<b>150.404</b>	No cuenta con señal de riesgo eléctrico; deberá implementarse según la Norma DGE PART III SEC 12.
<b>020.024</b> <b>070.3022</b>	El tablero presenta oxidación, requiriendo mantenimiento o cambio según la Norma CNE 4.7.3.1, 4.10.4.1 y 4.7.2.1.
<b>020.100.3</b>	Ausencia de directorio de circuitos; debe implementarse hecho de material adecuado según la Norma CNE 2.1.20.
<b>020.202</b>	Necesidad de un mandil de frente muerto que cubra terminales expuestos de interruptores, según CNE 4.10.3.6.
<b>080.010, 080.400</b>	Los Interruptores Termomagnéticos (ITM's) no corresponden a la capacidad de los conductores; se debe reemplazar según CNE 3.1.2.2, 3.5.1.3.
<b>070.3026</b>	Espacios de reserva en la placa de frente muerto deben taparse según CNE 4.7.2.3.
<b>060.402.1.h</b>	Falta de barra de puesta a tierra en el tablero; debe instalarse y conectarse al sistema según CNE 4.10.4.7.
<b>060.814</b>	Conductores de protección deben conectarse a la barra de tierras según CNE 3.6.10.5.
<b>020.308, 020.312</b>	Insuficiente espacio alrededor del tablero para manipulación y mantenimiento rápido y seguro según CNE 2.1.20.
<b>020.132</b>	No hay interruptores diferenciales para todos los circuitos derivados.
<b>060.402.1.h</b>	El tablero debe codificarse según los planos eléctricos presentados según CNE 2.1.20.
<b>CNE-U 080.010, 080.100, 080.400</b>	Cada interruptor termomagnético debe tener un circuito eléctrico; además, se requiere un interruptor general en el tablero según CNE-U 080.010, 080.100, 080.400.

Tomado de la Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

*Figura 39 Tablero eléctrico de distribución del caso estudio*



Se encontró las siguientes observaciones:

**Tabla 11** Observaciones encontradas Tablero eléctrico

C.N.E. UTILIZACIÓN	OBSERVACIONES
<b>150.404</b>	Falta señal de riesgo eléctrico; implementación requerida según Norma DGE PART III SEC 12.
<b>020.024</b> <b>070.3022</b>	Tablero con oxidación; necesidad de mantenimiento o cambio según Norma CNE 4.7.3.1, 4.10.4.1 y 4.7.2.1.
<b>020.100.3</b>	Ausencia de directorio de circuitos; implementación necesaria con material adecuado según Norma CNE 2.1.20.
<b>020.202</b>	Se requiere mandil de frente muerto para cubrir terminales expuestos de interruptores de protección según CNE 4.10.3.6.
<b>080.010, 080.400</b>	Interruptores Termomagnéticos (ITM's) no corresponden a la capacidad de conductores; reemplazo necesario según CNE 3.1.2.2, 3.5.1.3.
<b>070.3026</b>	Espacios de reserva en la placa de frente muerto deben taparse al instalarse según CNE 4.7.2.3.
<b>060.402.1.h</b>	Instalación de barra de puesta a tierra en el tablero necesaria; debe conectarse al sistema según Norma CNE V 4.10.4.7.
<b>060.814</b>	Conductores de protección deben conectarse a la barra de tierras según CNE 3.6.10.5.
<b>020.132</b>	Falta de interruptores diferenciales para todos los circuitos derivados.
<b>060.402.1.h</b>	Codificación necesaria en el tablero según planos eléctricos presentados según CNE 2.1.20.
<b>CNE-U 080.010, 080.100, 080.400</b>	Se necesita un circuito eléctrico por cada interruptor termomagnético; además, el tablero debe tener un interruptor general según CNE-U 080.010, 080.100, 080.400.

Según la Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

**Figura 40** Observaciones encontradas Tablero de distribución TAA



Se encontró las siguientes observaciones:

**Tabla 12** Observaciones encontradas Tablero de distribución TAA

C.N.E. UTILIZACIÓN	OBSERVACIONES
<b>150.404</b>	Señal de riesgo eléctrico no normalizada; cambio necesario según Norma DGE PART III SEC 12.
<b>020.024</b> <b>070.3022</b>	Oxidación en el tablero; mantenimiento o cambio requerido según Norma CNE 4.7.3.1, 4.10.4.1 y 4.7.2.1.
<b>020.100.3</b>	Falta directorio de circuitos; implementación necesaria con material adecuado según Norma CNE 2.1.20.
<b>020.202</b>	Necesidad de mandil de frente muerto para cubrir terminales expuestos de interruptores de protección según CNE 4.10.3.6.
<b>080.010,</b> <b>080.400</b>	ITM's no corresponden a la capacidad de conductores; reemplazo necesario según CNE 3.1.2.2, 3.5.1.3.
<b>070.3026</b>	Espacios de reserva en la placa de frente muerto deben taparse al instalarse según CNE 4.7.2.3.
<b>060.402.1.h</b>	Barra de puesta a tierra en el tablero debe conectarse al sistema de puesta a tierra según Norma CNE V 4.10.4.7.
<b>060.814</b>	Conductores de protección deben conectarse a la barra de tierras según CNE 3.6.10.5.
<b>020.132</b>	Falta de interruptores diferenciales para todos los circuitos derivados.
<b>CNE-U</b> <b>080.010,</b> <b>080.100,</b> <b>080.400</b>	Se requiere un circuito eléctrico por cada interruptor termomagnético; además, el tablero debe tener un interruptor general según CNE-U 080.010, 080.100, 080.400.

Tomado de la Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

**Figura 41** Tablero de distribución TCA



Se encontró las siguientes observaciones:

**Tabla 13** Observaciones encontradas Tablero de distribución TCA

C.N.E. UTILIZACIÓN	OBSERVACIONES
<b>150.404</b>	Ausencia de señalización de riesgo eléctrico; requerida según Norma DGE PART III SEC 12.
<b>020.024</b> <b>070.3022</b>	Estado deteriorado del tablero con tapas quebradas; demanda mantenimiento o cambio, siguiendo CNE 4.7.3.1, 4.10.4.1 y 4.7.2.1.
<b>020.100.3</b>	Falta de directorio de circuitos; implementación necesaria con material adecuado, conforme a Norma CNE 2.1.20.
<b>080.010, 080.400</b>	Los Interruptores Termomagnéticos (ITM's) no se ajustan a la capacidad de corriente de los conductores; se recomienda reemplazar los ITM's o ajustar los conductores según CNE 3.1.2.2, 3.5.1.3.
<b>060.402.1.h</b>	Necesidad de instalar una barra de puesta a tierra en el tablero, conectada al sistema de puesta a tierra; conforme a Norma CNE V 4.10.4.7.
<b>060.814</b>	Conexión de conductores de protección a la barra de tierras requerida según CNE 3.6.10.5.
<b>020.132</b>	Falta de interruptores diferenciales para todos los circuitos derivados.
<b>060.402.1.h</b>	Codificación del tablero según planos eléctricos presentados; ajuste necesario según CNE 2.1.20.
<b>CNE-U 080.010, 080.100, 080.400</b>	Se precisa un circuito eléctrico por cada interruptor termomagnético; además, el tablero debe contar con un interruptor general, según CNE-U 080.010, 080.100, 080.400.

Según la Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

**Figura 42** Tablero de distribución TPT



Se encontró las siguientes observaciones:

**Tabla 14** Observaciones encontradas Tablero de distribución TPT

C.N.E. UTILIZACIÓN	OBSERVACIONES
<b>150.404</b>	Señal de riesgo eléctrico no normalizada; ajuste necesario según Norma DGE PART III SEC 12.
<b>020.024</b> <b>070.3022</b>	Tablero con óxido; requiere mantenimiento o cambio según C.N.E. 4.7.3.1, 4.10.4.1, 4.7.2.1.
<b>020.100.3</b>	Falta de directorio de circuitos; implementación necesaria con material adecuado, según Norma CNE 2.1.20.
<b>020.202</b>	Necesidad de mandil de frente muerto para cubrir terminales expuestos de interruptores; ajuste requerido según CNE 4,10,3,6.
<b>080.010, 080.400</b>	Los Interruptores Termomagnéticos (ITM's) no corresponden a la capacidad de corriente de los conductores; se sugiere reemplazar los ITM's o ajustar los conductores según CNE 3,1,2,2, 3,5,1,3.
<b>070.3026</b>	Espacios de reserva de la placa de frente muerto o mandil deben taparse al instalarse; conforme a CNE 4,7,2,3.
<b>060.402.1.h</b>	Debe instalarse una barra de puesta a tierra en el tablero, conectada al sistema de puesta a tierra; ajuste requerido según Norma CNE V 4.10.4.7.
<b>060.814</b>	Conexión de conductores de protección a la barra de tierras necesaria según CNE 3.6.10.5.
<b>020.132</b>	Falta de interruptores diferenciales para todos los circuitos derivados.
<b>CNE-U 080.010,</b> <b>080.100, 080.400</b>	Cada interruptor termomagnético debe tener un circuito eléctrico; además, el tablero debe contar con un interruptor general en su interior o adyacente según CNE-U 080.010, 080.100, 080.400.
<b>060.402.1.h</b>	El tablero debe codificarse según los planos eléctricos presentados; ajuste requerido según CNE 2,1,20.

Tomado de la Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

**Figura 43** Tablero de distribución TTP



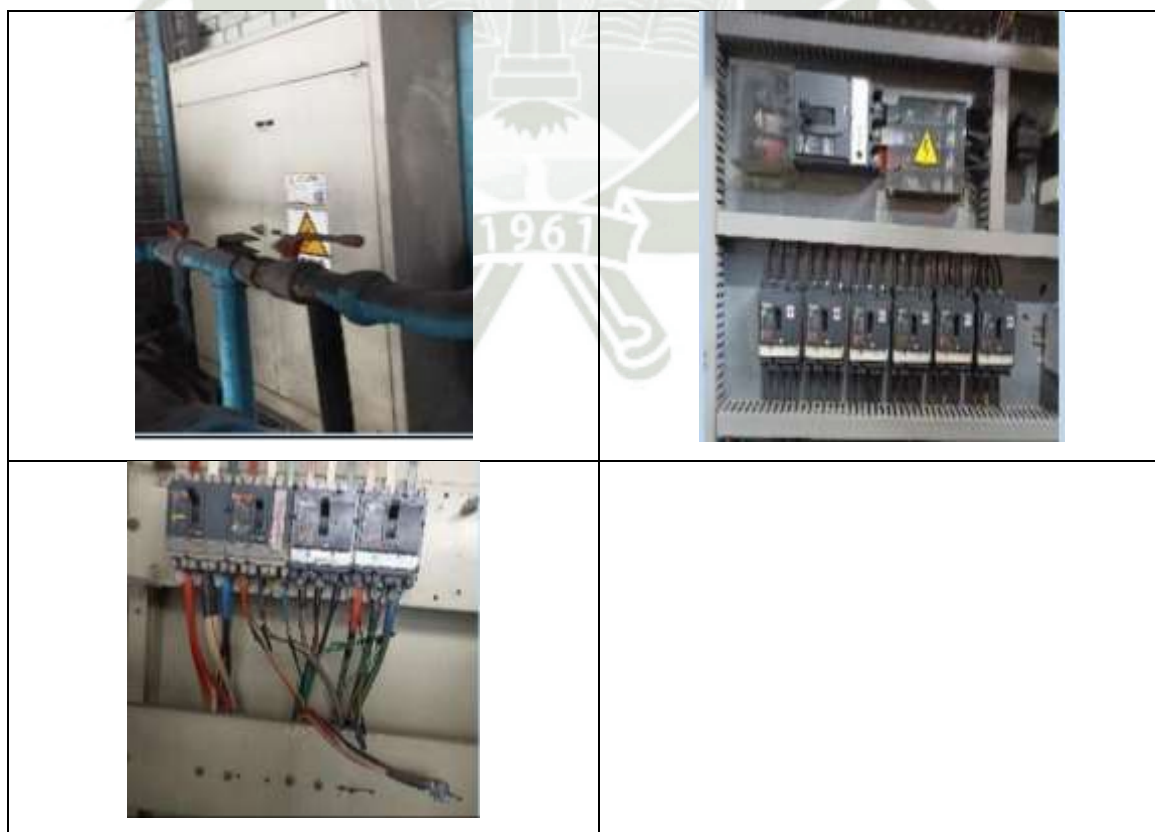
Se encontró las siguientes observaciones:

**Tabla 15** Observaciones encontradas Tablero de distribución TTP

C.N.E. UTILIZACIÓN	OBSERVACIONES
<b>020.024 070.3022</b>	Tablero con óxido, requiere mantenimiento o cambio según C.N.E. 4.7.3.1, 4.10.4.1, 4.7.2.1.
<b>020.100.3</b>	Falta de directorio de circuitos; implementación necesaria con material adecuado, según Norma CNE 2.1.20.
<b>020.202</b>	Necesidad de mandil de frente muerto que cubra totalmente los terminales expuestos de los interruptores de protección, según CNE 4,10,3,6.
<b>080.010, 080.400</b>	Los Interruptores Termomagnéticos (ITM's) no corresponden a la capacidad de corriente de los conductores; se sugiere reemplazar los ITM's o ajustar los conductores según CNE 3,1,2,2, 3,5,1,3.
<b>070.3026</b>	Espacios de reserva de la placa de frente muerto o mandil deben taparse al instalarse, conforme a CNE 4,7,2,3.
<b>060.402.1.h</b>	Debe instalarse una barra de puesta a tierra en el tablero, conectada al sistema de puesta a tierra; ajuste necesario según Norma CNE V 4.10.4.7.
<b>060.814</b>	Conexión de conductores de protección a la barra de tierras necesaria según CNE 3.6.10.5.
<b>020.308, 020.312</b>	Insuficiente espacio alrededor del Tablero para permitir una manipulación y mantenimiento rápidos y seguros.
<b>020.132</b>	Falta de interruptores diferenciales para todos los circuitos derivados.
<b>060.402.1.h</b>	El tablero debe codificarse según los planos eléctricos presentados, ajuste requerido según CNE 2,1,20.

Tomado de la Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

**Figura 44** Tablero de distribución TTP2



Se encontró las siguientes observaciones:

**Tabla 16** Observaciones encontradas Tablero de distribución TTP2

C.N.E. UTILIZACIÓN	OBSERVACIONES
<b>020.024 070.3022</b>	Tablero con óxido, requiere mantenimiento o cambio según C.N.E. 4.7.3.1, 4.10.4.1, 4.7.2.1.
<b>020.100.3</b>	Falta de directorio de circuitos; implementación necesaria con material adecuado según Norma CNE 2.1.20.
<b>020.202</b>	Necesidad de mandil de frente muerto que cubra totalmente los terminales expuestos de los interruptores de protección, según CNE 4,10,3,6.
<b>080.010, 080.400</b>	Los Interruptores Termomagnéticos (ITM's) no corresponden a la capacidad de corriente de los conductores; se sugiere reemplazar los ITM's o ajustar los conductores según CNE 3,1,2,2, 3,5,1,3.
<b>070.3026</b>	Espacios de reserva de la placa de frente muerto o mandil deben taparse al instalarse, conforme a CNE 4,7,2,3.
<b>060.402.1.h</b>	Debe instalarse una barra de puesta a tierra en el tablero, conectada al sistema de puesta a tierra; ajuste necesario según Norma CNE V 4.10.4.7.
<b>060.814</b>	Conexión de conductores de protección a la barra de tierras necesaria según CNE 3.6.10.5.
<b>020.308, 020.312</b>	Insuficiente espacio alrededor del Tablero para permitir una manipulación y mantenimiento rápidos y seguros.
<b>020.132</b>	Falta de interruptores diferenciales para todos los circuitos derivados.
<b>060.402.1.h</b>	El tablero debe codificarse según los planos eléctricos presentados, ajuste requerido según CNE 2,1,20.

Tomado de la Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

### 3. Verificación de las instalaciones eléctricas Cableado

**Figura 45** Cableado de las instalaciones eléctricas



Se encontró las siguientes observaciones:

**Tabla 17** Observaciones encontradas Cableado de las instalaciones eléctricas

C.N.E. UTILIZACIÓN	OBSERVACIONES
<b>070.212, 070.904</b>	Proteger los conductores eléctricos en ductos de PVC o canaletas, según CNE 4.1.1.4, 4.5.16, 4.5.17, 4.5.18, 4.5.20.
<b>030.002, 030.04</b>	Asegurar que la capacidad de corriente de los Conductores coincida con la del circuito y cumpla con las secciones mínimas requeridas.
<b>030.010.3</b>	Reemplazar el cable mellizo por cable unipolar tipo NH80 o NHX90 debidamente protegido en ductos o canaletas, o por conductor NLT, especialmente en circuitos de iluminación externa, etc., según CNE 4.3.2.6.
<b>070.3002</b>	Realizar empalmes en cajas de paso debidamente protegidos, según CNE 2.1.14.2, 4.1.1.14.
<b>070.112</b>	Asegurar una conexión segura de conductores a partes terminales mediante conectores a presión, terminales para conexión soldada o empalmes a terminales flexibles.
<b>070.3002</b>	Proveer tapas de protección en cajas de paso sin tapa, según CNE 4.6.2.11.
<b>060.002</b>	Conectar todas las canalizaciones o estructuras metálicas que soporten circuitos o equipos eléctricos al sistema de puesta a tierra, según CNE 4.1.8.

Tomado de la Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

#### 4. Verificación de las instalaciones eléctricas Luminarias

**Figura 46** Interruptores y luminarias de las instalaciones eléctricas



Se encontró las siguientes observaciones:

**Tabla 18** Observaciones encontradas Interruptores y luminarias de las instalaciones eléctricas

C.N.E. UTILIZACIÓN	OBSERVACIONES
170.302	Asegurar que los aparatos de alumbrado estén firmemente instalados.
170.318	Verificar que los aparatos de alumbrado no presenten partes activas expuestas.
020.300	Colocar cintillos de sujeción a los fluorescentes de las luminarias, según C.N.E. 2,1,12.
060.002, 060.400	Poner a tierra las partes conductivas expuestas de aparatos de alumbrado y equipos.
2.2.5.4	Garantizar una adecuada iluminación en los Espacios de trabajo alrededor de los tableros eléctricos.
170.302	Fijar las tapas de los interruptores y reemplazar las que estén rotas, según CNE 2,1,12.
170.324	Reemplazar interruptores en áreas externas sin protección a la humedad por interruptores adecuados para exteriores, según C.N.E. 5,8,13,2. Tomado de la Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

## 5. Verificación de las instalaciones eléctricas Tomacorrientes

**Figura 47** Tomacorrientes de las instalaciones eléctricas



Se encontró las siguientes observaciones:

**Tabla 19** Observaciones encontradas Tomacorrientes de las instalaciones eléctricas

C.N.E. UTILIZACIÓN	OBSERVACIONES
150.700	Instalar tomacorrientes en áreas de taller, oficinas, baños y comedor del tipo de puesta a tierra y conectarlos al sistema de puesta a tierra, según CNE 3,1,1,6.
150.700	Asegurarse de que la carga corresponda a la capacidad de corriente del circuito.
150.700	Verificar que la carga de las extensiones no exceda la capacidad de corriente del tomacorriente.
150.700.1	Reemplazar las tapas de los tomacorrientes rotas y colocar tapas en aquellos que no las tengan, de acuerdo a CNE 2,1,12.
150.700	Asegurarse de que los enchufes no presenten partes activas expuestas y que su construcción sea de frente muerto.
150.708.1	Contar con tomacorrientes adecuados en ambientes húmedos.
150-700.13	Utilizar tomacorrientes del tipo de puesta a tierra y conectarlos al sistema de puesta a tierra para equipos con línea de tierra, según CNE 3,1,1,6. Tomado de la Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

## 6. Verificación de las instalaciones eléctricas Equipos eléctricos

**Figura 48** Equipos eléctricos de las instalaciones eléctricas, electrobombas



Se encontró las siguientes observaciones:

**Tabla 20** Observaciones encontradas Equipos eléctricos de las instalaciones eléctricas

C.N.E. UTILIZACIÓN	OBSERVACIONES
160.012	Proteger las partes activas expuestas de los motores contra contacto accidental.
160.200-300	Instalar dispositivos de protección contra sobrecargas en motores y/o electrobombas, según lo establecido en CNE 5.2.3.
060.400-402	Conectar al sistema de puesta a tierra los motores y/o electrobombas de la instalación, de acuerdo con CNE 5.2.11.1. Tomado de la Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

## 7. Verificación de las instalaciones eléctricas Sistemas de puesta a tierra

*Figura 49 Sistemas puesta a tierra de las instalaciones eléctricas*



*Tabla 21 Observaciones encontradas Sistemas puesta a tierra de las instalaciones eléctricas*

C.N.E. UTILIZACIÓN	OBSERVACIONES
<b>060.204</b>	Interconectar al sistema de puesta a tierra todos los sub tableros que así lo requieran, según CNE 3.6.2, 3.6.3.2, 3.6.6.2 y 3.6.6.4.
<b>060.806.1</b>	
<b>060.712</b>	Verificar y certificar que los pozos a tierra existentes PT1, PT2 y PT3 no sobrepasen los 25 ohmios y cuenten con certificado de puesta a tierra.
<b>060.810-812</b>	Garantizar una conexión mínima de 10 mm <sup>2</sup> de cobre desnudo en cada conexión a los pozos a tierra.
<b>060.1108</b>	
<b>010.010.3</b>	Mantener en adecuado Estado de conservación los pozos de puesta a tierra.
<b>DGE 11-13-05.</b>	Implementar señalización adecuada para los pozos a tierra, conforme a DGE 11-13-05.

Tomado de la Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

## CAPÍTULO IV:

# METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN FUNCIÓN DE LA NTP 370.310 SEGURIDAD ELÉCTRICA

### 1. Datos del proyecto Caso estudio

Se ha realizado la revisión, medición y plan de mantenimiento para el caso estudio de un local mediano de “COMERCIO – TALLER “, en el capítulo anterior se expuso la problemática de las instalaciones eléctricas del local.

La metodología que se utiliza para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas del CASO ESTUDIO está en función de la NTP 370.310 seguridad eléctrica, que se explicó en el capítulo anterior y esta esquematizado en la figura 53. Se resume a continuación:

- Evaluación de la instalación, se hace una evaluación de la documentación existente, memorias descriptivas, especificaciones, planos de instalaciones eléctricas, diagramas unifilares, recibo de luz, luego se procede a realizar la revisión de las instalaciones eléctricas del local del caso estudio. Se agregará también la relación de equipos eléctricos existentes.
- Propuestas de mejoras
- Ejecución de las propuestas de mejoras
- Certificación de los resultados, de las instalaciones eléctricas

De acuerdo a la NTP 370.310 SEGURIDAD ELÉCTRICA, se necesitaría la siguiente información:

#### - **Recibo de luz**

A continuación, se presenta el último recibo del local, en el cual se puede observar que el tipo de tarifa BT5B RESIDENCIAL, no es adecuado para un local comercial-industrial, así mismo se hará un análisis para la potencia instalada y su máxima demanda

para verificar el valor correcto de la potencia contratada. El local cuenta con un suministro en baja tensión trifásico 380V/220V y una potencia contratada de 20 KW.

Figura 50 Recibo de luz SEAL

**Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S.A.**  
 RUC 20100188628 - Consuelo 310 - Arequipa - Arequipa  
 Fonoseal (054) 381188 o \*9000  
 www.seal.com.pe - seal@seal.com.pe

**RECIBO ELECTRÓNICO DE SERVICIOS PUBLICOS**

Recibo número **S001 - 14422788**    MES FACTURADO **202208**    Fecha Vencimiento **1**  
 Fecha Emisión **01/06/2023**

Nombre					<b>N° CONTRATO 356113</b>
Dirección					
Provincia	<b>AREQUIPA</b>				
Reparto en DNI					
	T.N.	380 V	NSM	507017065	
Código Ruta	1-16-16-06-003600	S.E	3814	NIM	00570022
T.C.	<b>C2.2 TRIFASICO Aerea Simple</b>	Sistema Electrico	SE0134		SET [04]-SET PARQUE INDUSTRIAL
T.M.	<b>ELECTRONICO 4</b>	Sector Tipico	2		Circuito [0415]-AMT COCA COLA
					S.E 3814

**LECTURAS Y CONSUMO**

Opcion Tarifaria: BT5B RESIDENCIAL

Potencia Contratada: 20.00 KW

Lectura Anterior: OK\_ 393594

Lectura Actual: OK\_ 393693

Factor: 1.00

**CONSUMO FACTURADO: 99.00 kWh**

EL COSTO DE kW.h ES: S/ 0.7283 para consumos de 31 a 140kWh

Alicuota AP: 0.67

El total a pagar incluye descuento Fose(Ley 27510 y Ley 31429): 5.46

**DETALLE FACTURACIÓN**

CONCEPTO	IMPORTE S/
ALUMBRADO PUBLICO	4.69
CARGO FIJO	4.16
CORTE SERVICIO	8.26
ENERGIA	50.25
ENERGIA PRIMEROS 30 KWH	16.39
INTERESES COMPENSATORIOS	0.94
MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	1.80
<b>SUBTOTAL</b>	<b>86.49</b>
IGV 18%	15.57
<b>OTROS CONCEPTOS NO AFECTOS</b>	
DEUDA 2 MES(ES) ANTERIOR(ES)	211.60
INTERES MORATORIO	0.11
LEY 28749 ELECTRIFICACION	0.91

**HISTORICO DE CONSUMOS**

Nota: Empresa Concesionaria SEAL

- **Plano de ubicación**

El local no contaba con planos de ubicación, pero se realizó uno para la presentación en el presente trabajo.

*Figura 51 Plano de ubicación*



*Figura 52 Cuadro de áreas*

<b>CUADRO DE ÁREAS ( m<sup>2</sup> )</b>						
<b>PISOS / NIVELES</b>	<b>ÁREAS DECLARADAS</b>					
	NUEVA	EXISTENTE	DEMOLICIÓN	AMPLIACIÓN	REMODELACION	TOTAL
PRIMER PISO	-	631.11 m2	-	-	631.11 m2	631.11 m2
SEGUNDO PISO	-	65.48 m2	-	-	-	65.48 m2
AZOTEA	-	64.55 m2	-	-	-	64.55 m2
AREA PARCIAL	-	761.14 m2	-	-	631.11 m2	761.14 m2
AREATECHADA TOTAL						761.14 m2
AREA TERRENO						539.08 m2
AREA LIBRE						222.06 m2

- **Diagramas unifilares**

El local del caso estudio no cuenta con los diagramas unifilares. Pero se hará y se presentaran en los siguientes ítems.

- **Planos de las instalaciones eléctricas**

El local del caso estudio no cuenta con planos eléctricos. Pero se hará y se presentarán en los siguientes ítems una captura de pantalla de dichos planos, y en el Anexo se presentarán los planos de arquitectura y los eléctricos en la escala adecuada.

- **Certificaciones de inspecciones y/o recepción de obra**

Como se pudo apreciar en el capítulo anterior, en la evaluación de las instalaciones, la instalación se encuentra deteriorada y en mal estado, presentándose varios problemas eléctricos, y no cuenta con certificados de inspecciones ni de recepción de obra, porque las instalaciones fueron creciendo en función del uso del local sin un proyecto inicial

- **Equipos eléctricos del Caso Estudio**

Como se pudo apreciar en el capítulo anterior, en la evaluación de las instalaciones, se contaba con electrobombas en mal estado, elevadores muy antiguos que ya no se podían reparar, por lo que se optó por reemplazar dichos equipos, además en este nuevo proyecto que se presentó para las mejoras se propuso también equipos de aire acondicionado, por lo que finalmente se tendría, las fichas técnicas de los equipos se presentaran en los anexos:

*Tabla 22 Relación de equipos eléctricos*

<b>TABLERO TCA1</b>
ELEVADOR AUTOS
ELEVADOR AUTOS
ELEVADOR AUTOS
ELEVADOR AUTOS
<b>TABLERO TCA2</b>
COMPRESORA
<b>TABLERO TAA-AIRE ACONDICIONADO</b>
12,000 BTU/H (CUARTO DE TABLEROS) (UCD/UED-01)
60,000 BTU/H (OFICIN 1A) (FC/UC-01)
60,000 BTU/H (OFICINA 2 1° PISO) (FC/UC-02)
60,000 BTU/H (HALL) (FC/UC-03)
60,000 BTU/H ( (FC/UC-04)
12,000 BTU/H (UED/UCD-04)
18,000 BTU/H (FC/UC-05)
EXTRACTOR EHC 01
INYECTOR IHC 01
EXTRACTOR SSHH
EXTRACTOR SSHH
EXTRACTOR REFRIGERIO
INYECTOR REFRIGERIO
EXTRACTOR HALL
INYECTOR HALL

## **2. Aplicación de la Norma Técnica Peruana (NTP) de certificación, seguridad eléctrica y mantenimiento de instalaciones eléctricas interiores en edificaciones del Caso estudio**

De acuerdo a la NTP 370.310, el local debería de contar con planos eléctricos, diagramas unifilares, los cuales deben hacerse de acuerdo a las cargas eléctricas del local su potencia y su ubicación, y luego la ejecución de las mismas, y después de la ejecución se realizarían nuevamente la evaluación de los diferentes componentes de la instalación eléctrica y se realizarían las pruebas y su certificación.

*Figura 53 Metodología para la aplicación de la NTP 370.310*



Nota: Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

## 2.1. Propuestas de mejoras plano eléctrico

Los planos eléctricos fueron planteados en función de los planos de arquitectura entregados, considerando la ubicación de los equipos eléctricos, y de los tomacorrientes y luminarias, se respetó su ubicación, se propuso nuevos equipos que cumplan con la normatividad vigente. En el anexo se presentarán los planos a escala.

Figura 54 Plano de alimentadores eléctricos 1° nivel

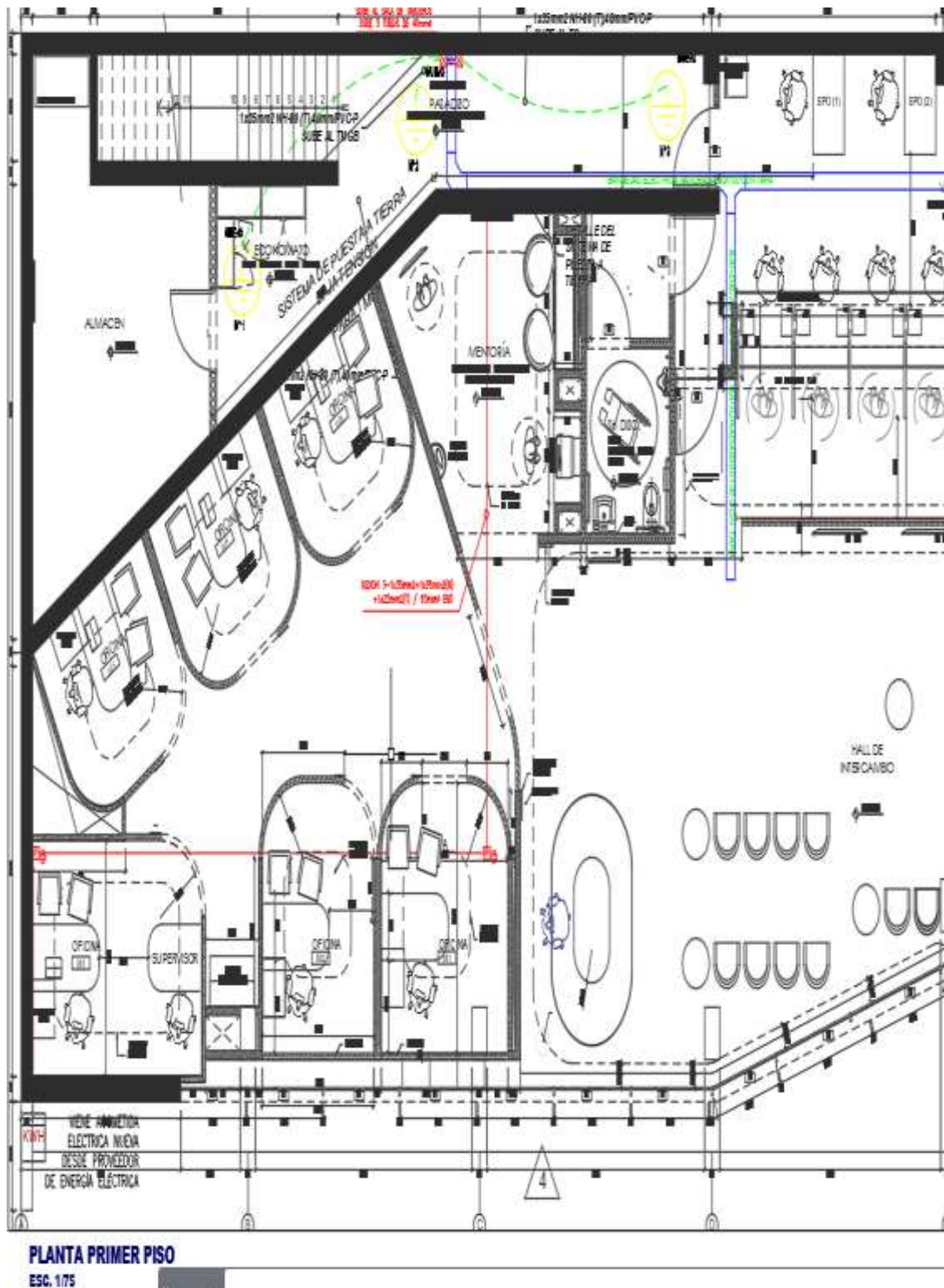


Figura 55 Plano de alimentadores eléctricos 1° nivel (2)

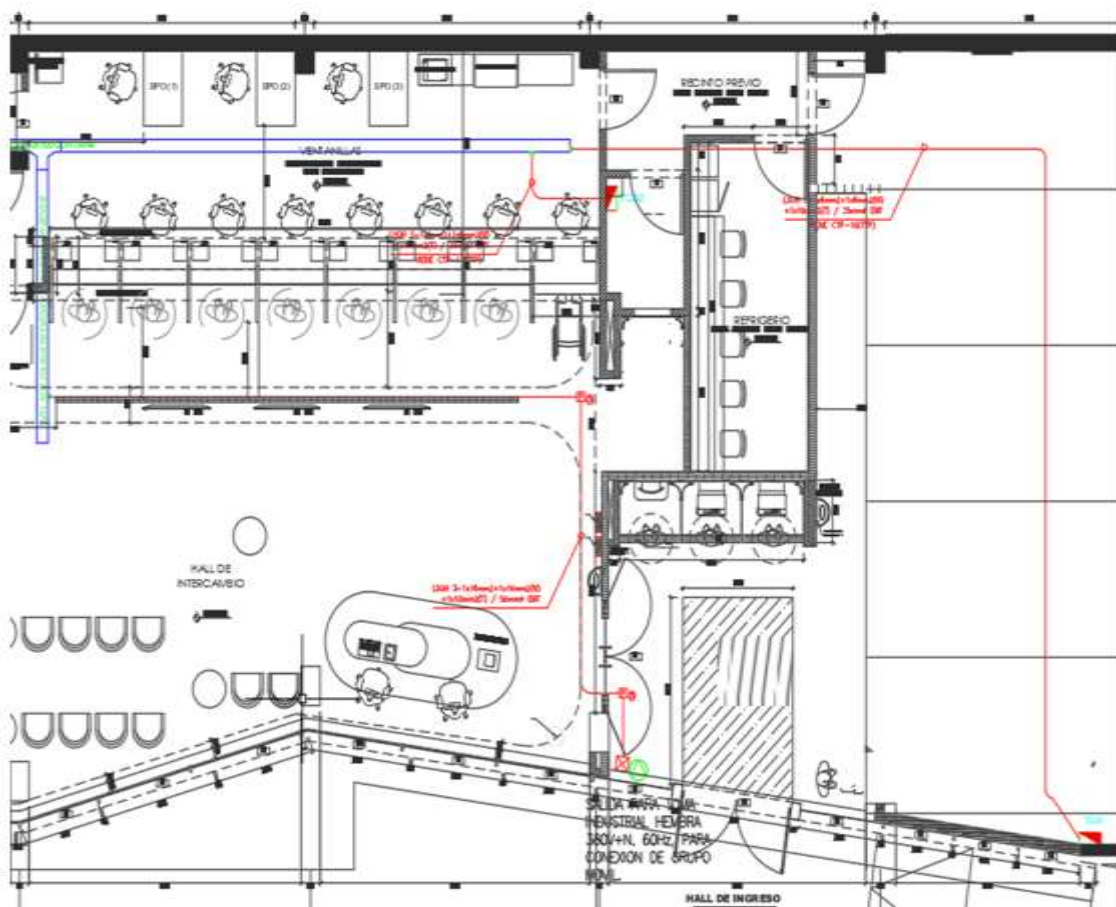


Figura 56 Plano de alimentadores eléctricos 2° nivel



Figura 57 Plano de fuerza 1° nivel

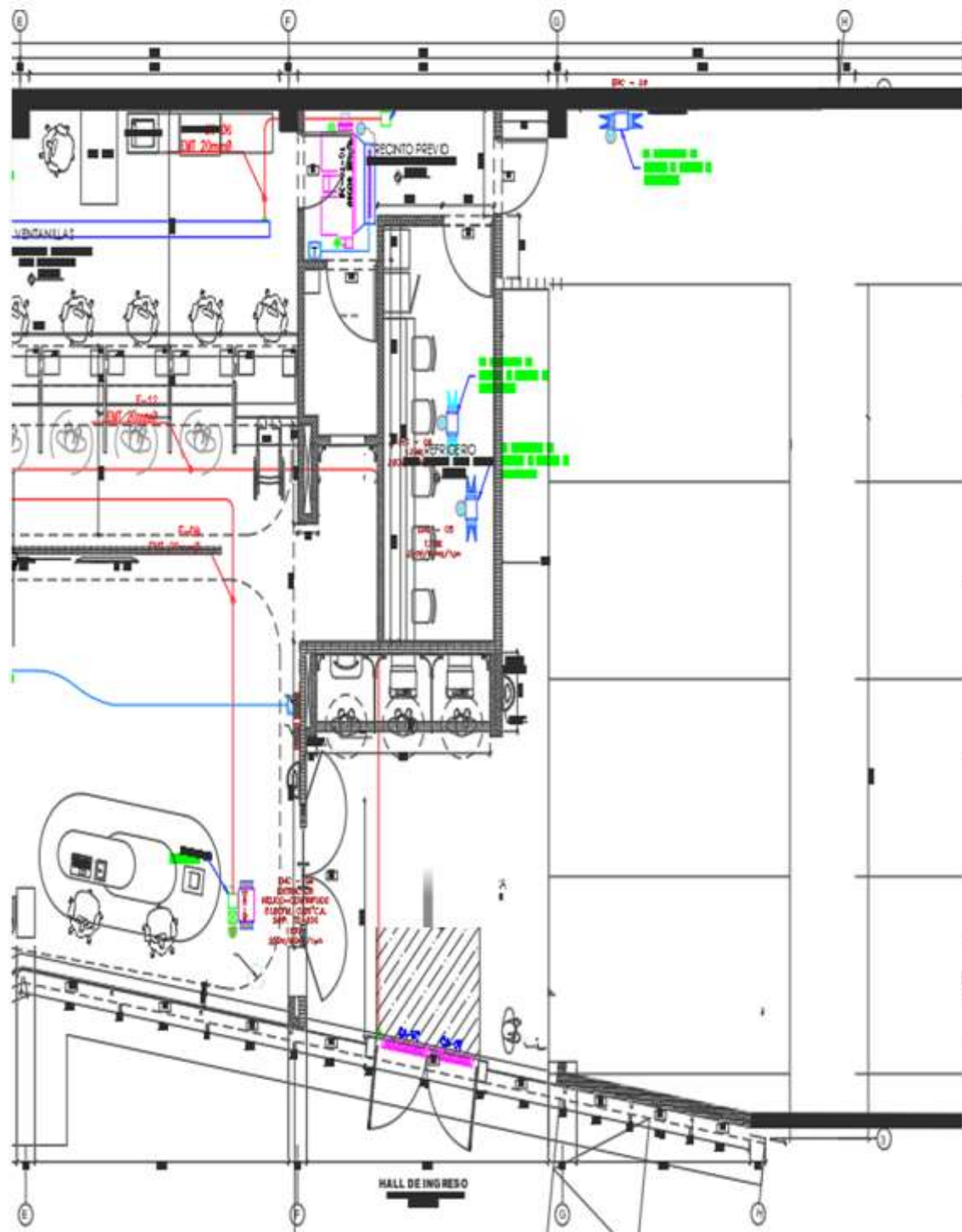


Figura 58 Plano de fuerza 1° nivel (2)

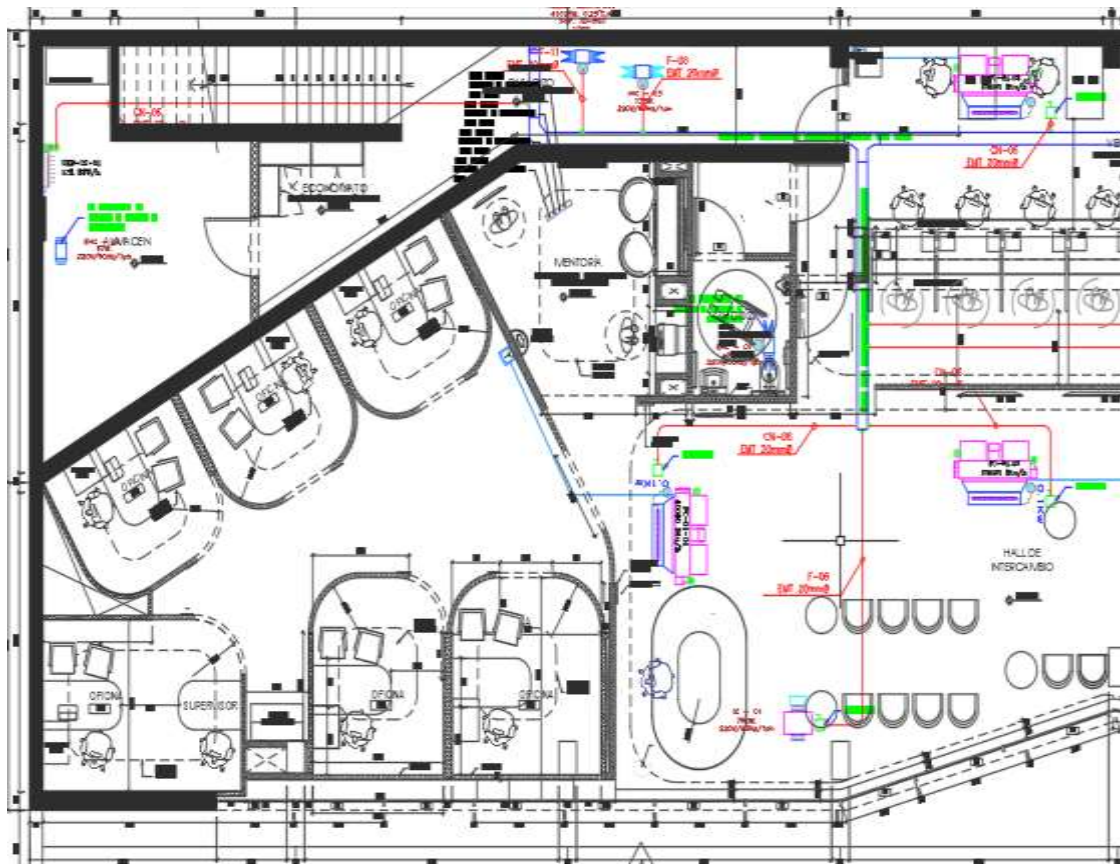


Figura 59 Plano de fuerza 2° nivel

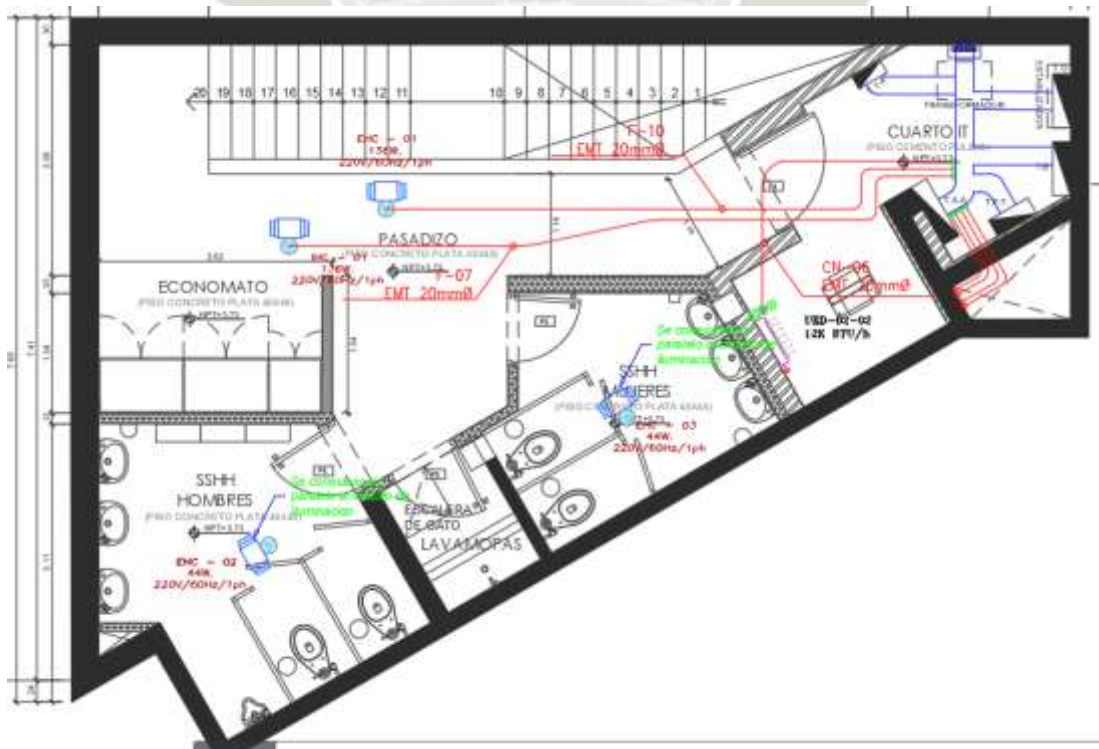
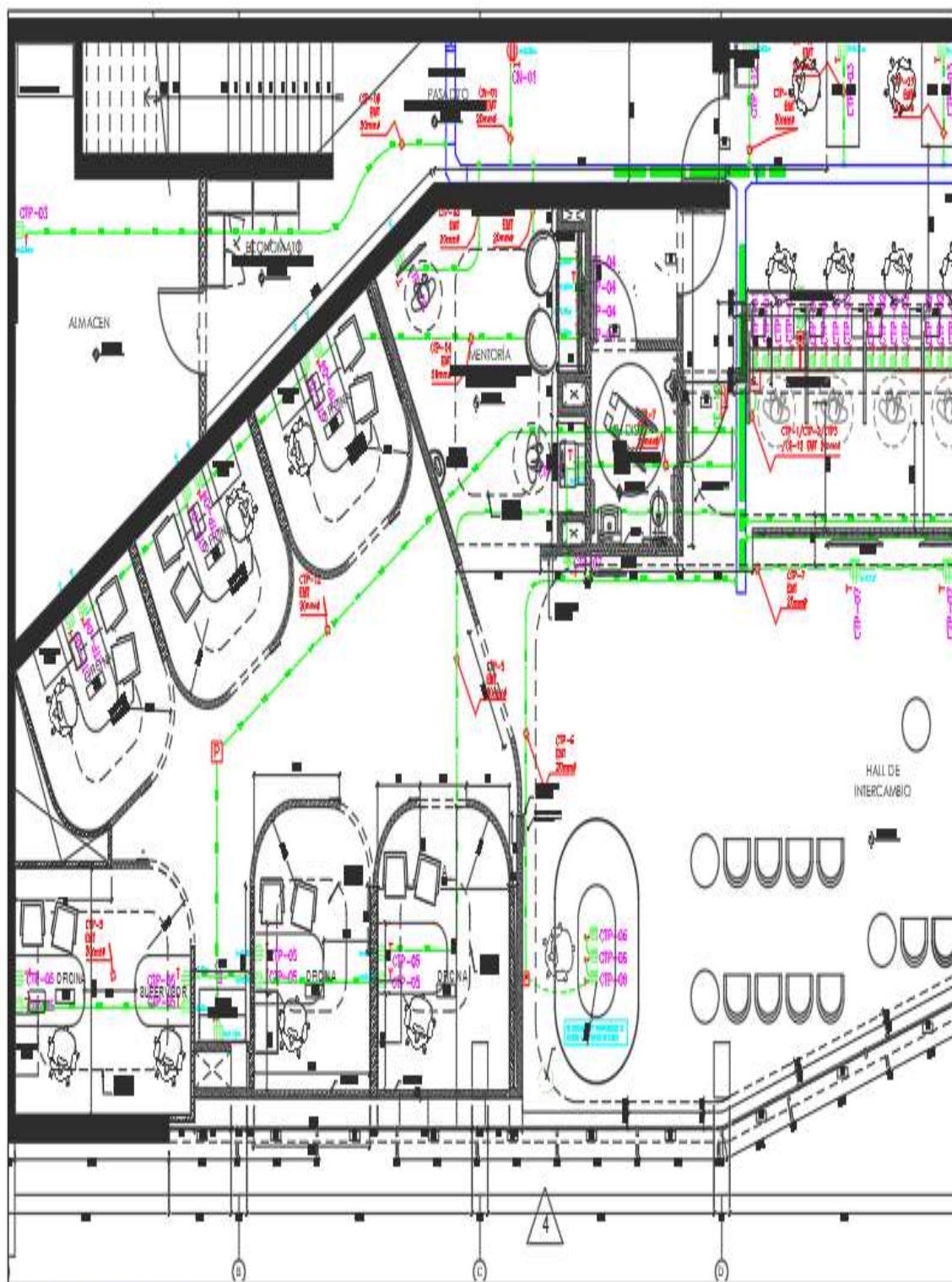


Figura 60 Plano de tomacorrientes eléctricos 1° nivel



**PLANTA PRIMER PISO**  
ESC. 1/75

Figura 61 Plano de tomacorrientes eléctricos 1° nivel (2)

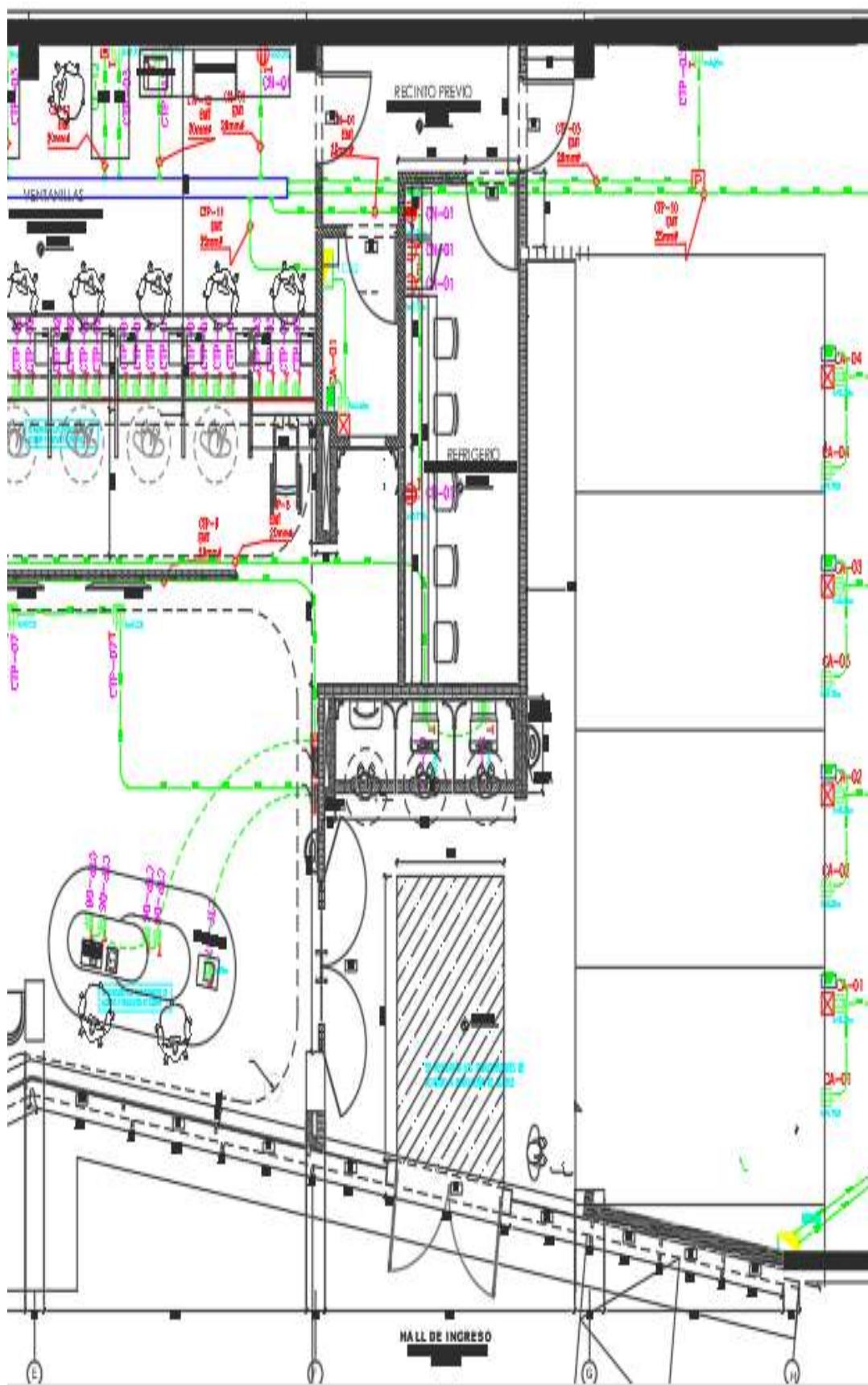
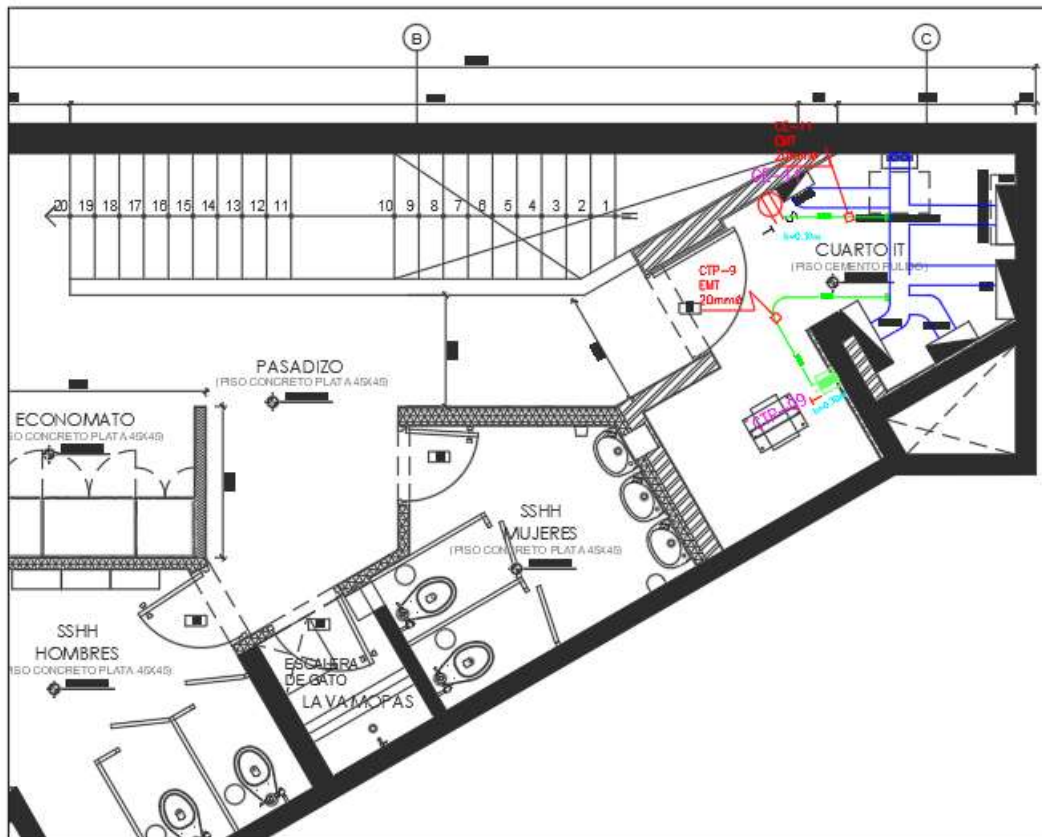


Figura 62 Plano de tomacorrientes eléctricos 2° nivel



**PLANTA SEGUNDO PISO**  
**ESC. 1/75**



Figura 63 Plano de iluminación 1° nivel

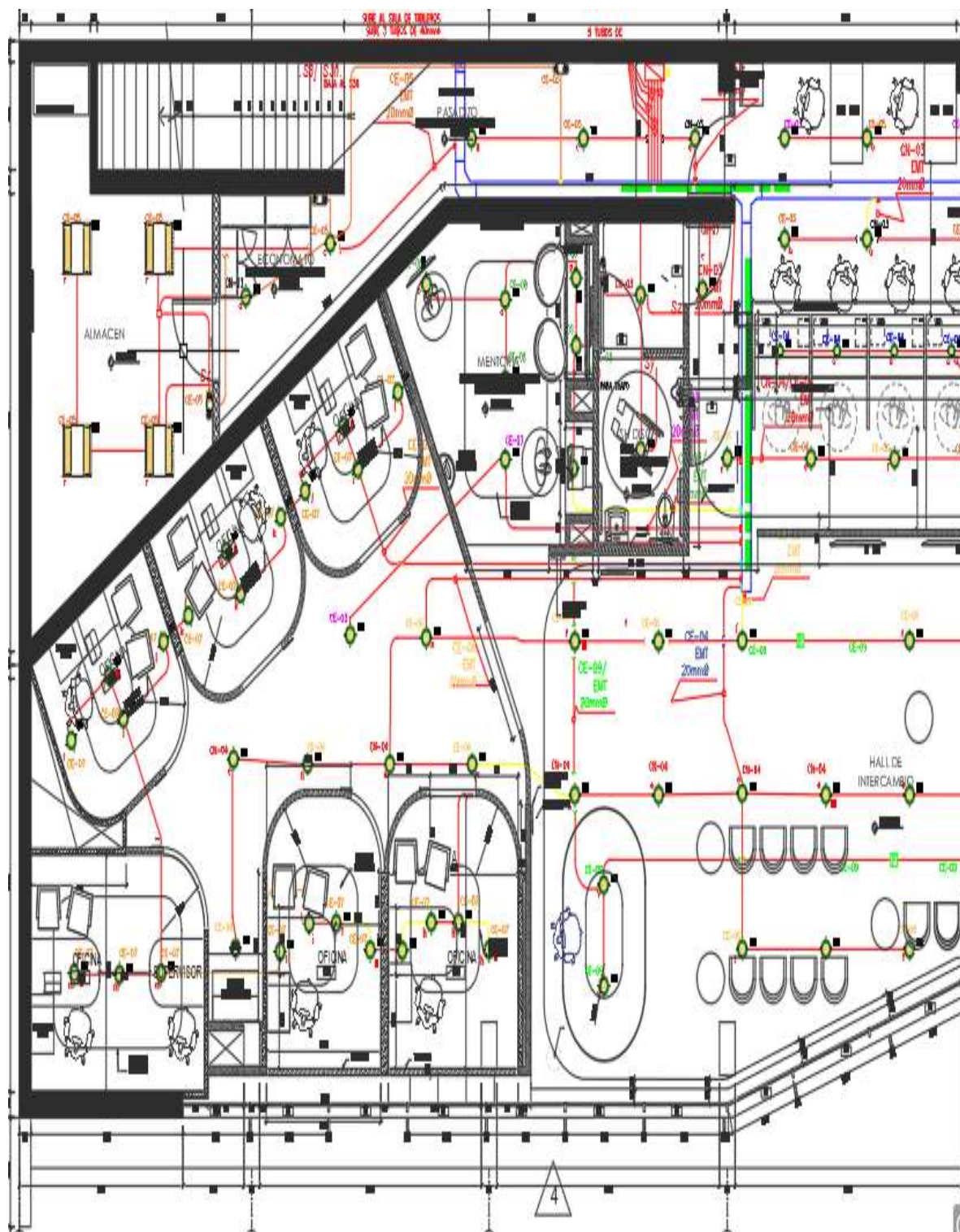


Figura 64 Plano de iluminación 1° nivel (2)

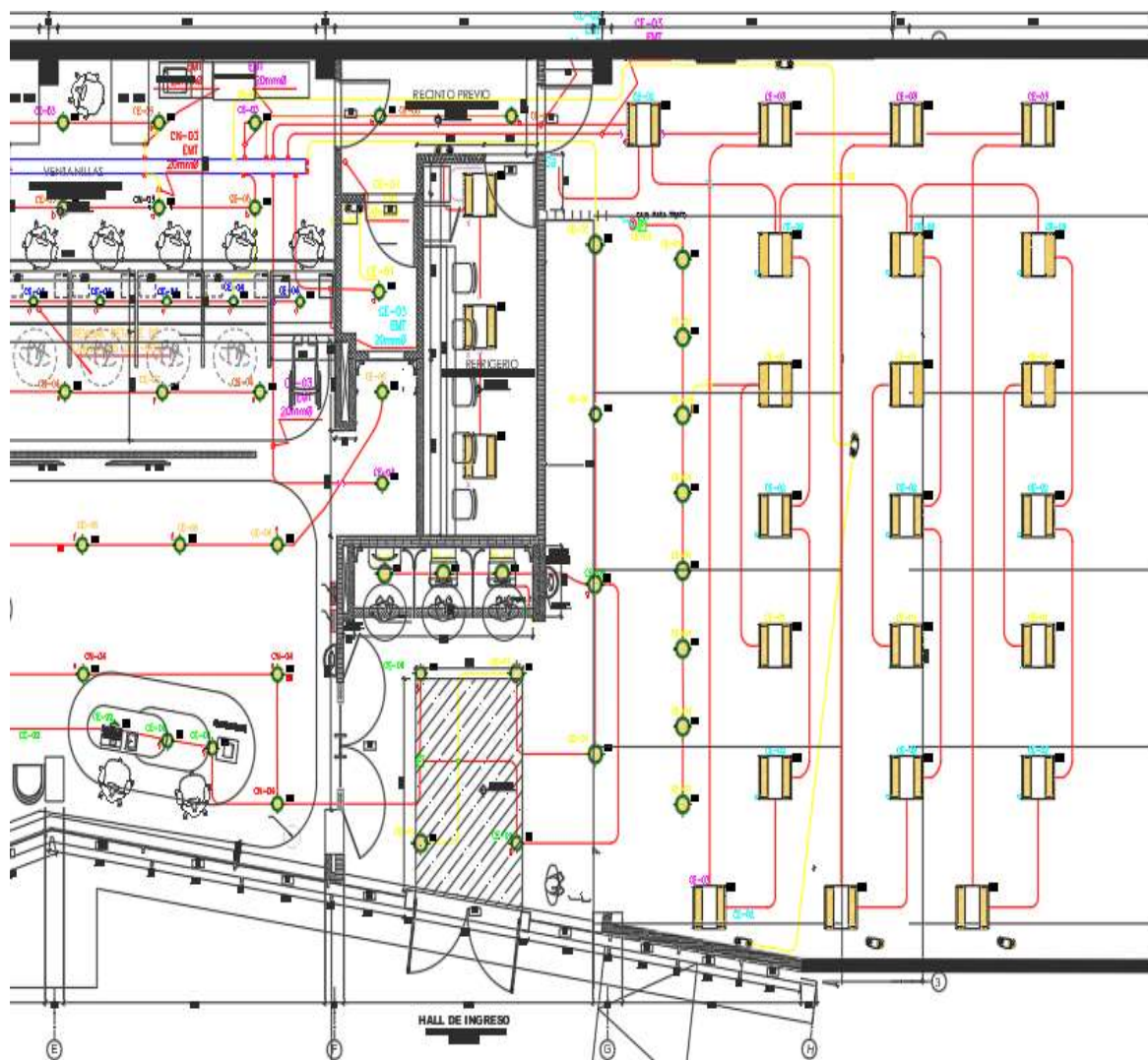
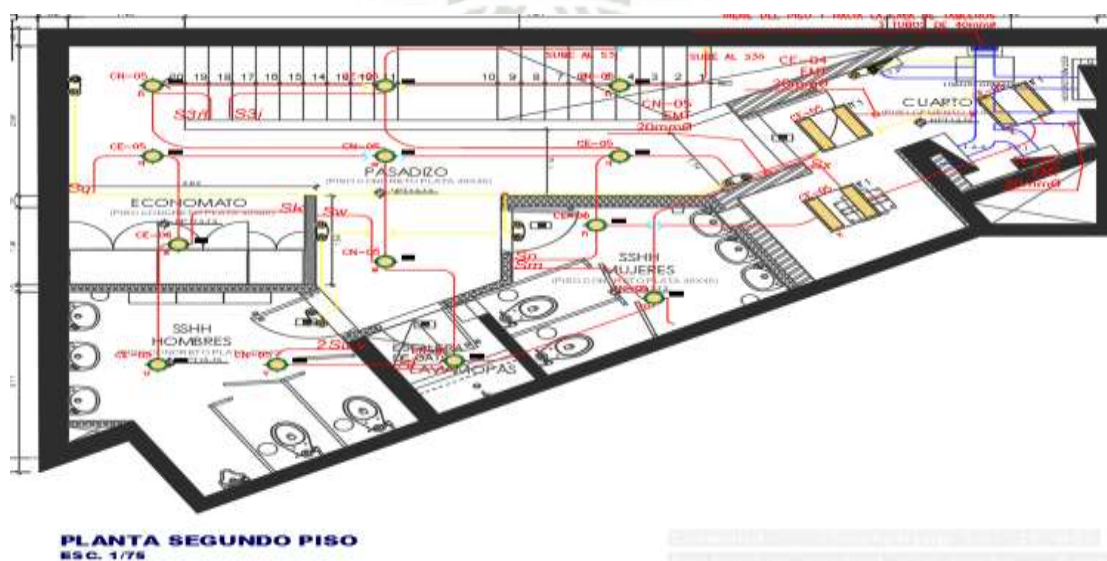


Figura 65 Plano de iluminación 2° nivel



## 2.2. Propuestas de mejoras – diagramas unifilares

De acuerdo a los planos eléctricos propuestos se realizó el cálculo eléctrico de cada circuito, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, se consideró las cargas para cada circuito, después de dicho cálculo se procedió a realizar los diagramas unifilares, se presenta el cálculo eléctrico.

**Tabla 23** Cuadro de cargas del caso estudio (parte 1)

CUADRO DE CARGAS COMERCIO -TALLER					
DESCRIPCION	CANT.	POT. UNIT. (Kw)	POT. INSTAL. (Kw)	FACTOR DE DEMANDA	MAXIMA DEMANDA (Kw)
<b>ILUMINACION POR AREAS:</b>					
ILUMINACIÓN ID1	9.00	0.010	0.09	1.00	0.09
ILUMINACIÓN ÁREA CUBÍCULOS	7.00	0.036	0.85	1.00	0.85
ILUMINACIÓN CIRCUITO CCTV ID1	5.00	0.010	0.05	1.00	0.05
ILUMINACIÓN CIRCUITO CCTV ID3	0.00	0.020	0.00	1.00	0.00
ILUMINACIÓN CIRCUITO CCTV PANEL	1.00	0.036	0.04	1.00	0.04
ILUMINACIÓN ÁREA DE VENTANILLA	18.00	0.010	0.18	1.00	0.18
ILUMINACIÓN CORREDOR BACK, REFRIGERIO	6.00	0.010	0.66	1.00	0.66
ILUMINACIÓN HALL INTERCAMBIO	10.00	0.010	0.10	1.00	0.10
ILUMINACIÓN ÁREA DE ASESORÍA	26.00	0.010	0.26	1.00	0.26
ILUMINACIÓN MENTORÍA	6.00	0.010	0.06	1.00	0.06
ILUMINACIÓN AREA INGRESO	5.00	0.010	0.05	1.00	0.05
A.A. RACK DE COMUNICACIONES	1.00	1.100	1.10	0.80	0.88
TOMACORRIENTE CUARTO ELÉCTRICO	1.00	0.150	0.15	0.50	0.08
CHAPA ELÉCTRICA	1.00	0.150	0.15	0.50	0.08
ILUMINACIÓN CUARTO DE COMUNICACIONES, BOTADERO AZOTEA	3.00	0.036	0.11	1.00	0.11
SUBTABLERO TTP	14.86	1.000	14.86	1.00	11.89

Tabla 24 Cuadro de cargas del caso estudio (parte 2)

TABLERO GENERAL TG	TE	TOMACORRIENTE VENTANILLA	32.00	0.150	4.80	0.80	3.84
		TOMACORRIENTE AREA INGRESO	3.00	0.150	0.45	0.80	0.36
		TOMACORRIENTE OFICINAS Y MENTORIA	16.00	0.150	2.40	0.80	1.92
		TOMACORRIENTE MESA SERVICIO , MODULO EXPRESS	6.00	0.150	0.90	0.80	0.72
		TOMACORRIENTE TELEVISOR, TICKETERA	6.00	0.135	0.81	0.80	0.65
		TOMACORRIENTE MODULO ATENCION{	3.00	0.250	0.75	0.80	0.60
		TOMACORRIENTE UPS PARA RACK COMUNICACIONES	1.00	0.850	0.85	0.80	0.68
		TOMACORRIENTE IMPRESORAS	2.00	0.600	1.20	0.80	0.96
	TTP	<u>TABLERO TCA1</u>					
		ELEVADOR AUTOS	2.00	1.500	3.00	0.60	1.80
		ELEVADOR AUTOS	2.00	1.500	3.00	0.60	1.80
		ELEVADOR AUTOS	2.00	1.500	3.00	0.60	1.80
		ELEVADOR AUTOS	2.00	1.500	3.00	0.60	1.80
		<u>TABLERO TCA2</u>					
	COMPRESORA	1.00	1.500	1.50	0.60	0.90	
				25.66		17.83	
				25.66		17.83	
	<b>TOTAL TE (SISTEMA EMERGENCIA)</b>				<b>29.51</b>		<b>21.30</b>
	<b>PARA EL GRUPO ELECTOGENO SE CONSIDERA 1.25 x M.D. =</b>				<b>26.63 (kw)</b>		
	<b>SE UTILIZARA EL GRUPO ELECTROGENO :30kw</b>						
	FACTOR DE SIMULTANIEDAD						0.80
	MAXIMA DEMANDA DE G.E						17.06
	TAA	12,000 BTU/H (CUARTO DE TABLEROS) (UCD/UED-01)	1.00	1.30	1.30	1.00	1.30
		60,000 BTU/H (OFICIN 1A) (FC/UC-01)	1.00	5.20	5.20	1.00	5.20
		60,000 BTU/H (OFICINA 2 1° PISO) (FC/UC-02)	1.00	5.20	5.20	1.00	5.20
		60,000 BTU/H (HALL) (FC/UC-03)	1.00	5.20	5.20	1.00	5.20
		60,000 BTU/H (ASESORIA) (FC/UC-04)	1.00	6.50	6.50	1.00	6.50
		12,000 BTU/H (UED/UCD-04)	1.00	1.50	1.50	1.00	1.50
		18,000 BTU/H (FC/UC-05)	1.00	1.50	1.50	1.00	1.50
		EXTRACTOR EHC 01	1.00	0.14	0.14	1.00	0.14
		INYECTOR IHC 01	1.00	0.14	0.14	1.00	0.14
		EXTRACTOR SSHH	1.00	0.04	0.04	1.00	0.04
		EXTRACTOR SSHH	1.00	0.04	0.04	1.00	0.04
ALMACEN		1.00	0.07	0.07	1.00	0.07	
EXTRACTOR REFRIGERIO		1.00	0.14	0.14	1.00	0.14	
INYECTOR REFRIGERIO		1.00	0.14	0.14	1.00	0.14	
EXTRACTOR HALL		1.00	0.17	0.17	1.00	0.17	
INYECTOR HALL		1.00	0.75	0.75	1.00	0.75	
CORTINA DE AIRE		2.00	0.20	0.40	1.00	0.40	
<b>TOTAL TAA (TABLERO DE AIRE ACONDICIONADO)</b>				<b>28.42</b>		<b>28.42</b>	
TOMACORRIENTE BACK SEDE ,REFRIGERIO, CORREDOR	2.00	0.160	0.32	0.50	0.16		
ALUMBRADO DE LETRERO	1.00	1.200	1.20	0.50	0.60		
ILUMINACION BACK DE VENTANILLAS	3.00	0.250	0.75	1.00	0.75		
ILUMINACION HALL INTERCAMBIO	3.00	1.000	3.00	1.00	3.00		
ILUMINACION PASILLO DE BACK - ZONA BACK	5.00	0.072	0.36	1.00	0.36		
TOMACORRIENTE BACK-REFRIGERIO	5.00	0.150	0.75	0.50	0.38		
TOMACORRIENTE AREA TALLER	12.00	0.300	3.60	1.00	3.60		
			9.98		8.85		
<b>SUBTOTAL TG (SISTEMA NORMAL)</b>				<b>67.90</b>		<b>58.57</b>	
<b>APLICANDO UN FACTOR DE SIMULTANEIDAD DE 0.85 SE TIENE UN REQUERIMIENTO DE POTENCIA DE:</b>				<b>49.78</b>		<b>Kw</b>	
<b>PARA UNA CARGA TRIFASICA, 220 V, 60 Hz</b>							
<b>POTENCIA CONTRATADA:</b>				<b>50KW</b>			

Del cálculo anterior podemos concluir que la potencia contratada es insuficiente, por lo que se indicara al propietario que realice un aumento de su potencia contratada a 50KW, además de acuerdo al horario de trabajo de 7:00am a 18:00pm, es decir hace un consumo de potencia en las horas fuera de punta, por lo que también se le recomendará un cambio en el tipo de tarifa de BT5B Residencial a BT3, con doble medición de energía en horario punta (de 18:00 a 23:00) y fuera de punta (el resto del día). Con lo cual tendrá una disminución en el pago mensual, ya que la tarifa BT5B tiene un mayor costo de KWH.

Es importante mencionar que como el local se encuentra en el parque industrial el cambio de potencia a 50KW, procede normalmente sin ningún inconveniente, además de asegurar a la empresa concesionaria que el consumo mayor se hará en el horario fuera de punta.

De acuerdo al cálculo anterior, ahora se presentarán los diagramas unifilares propuestos para ejecución:

**Figura 66** Diagrama unifilar del tablero general

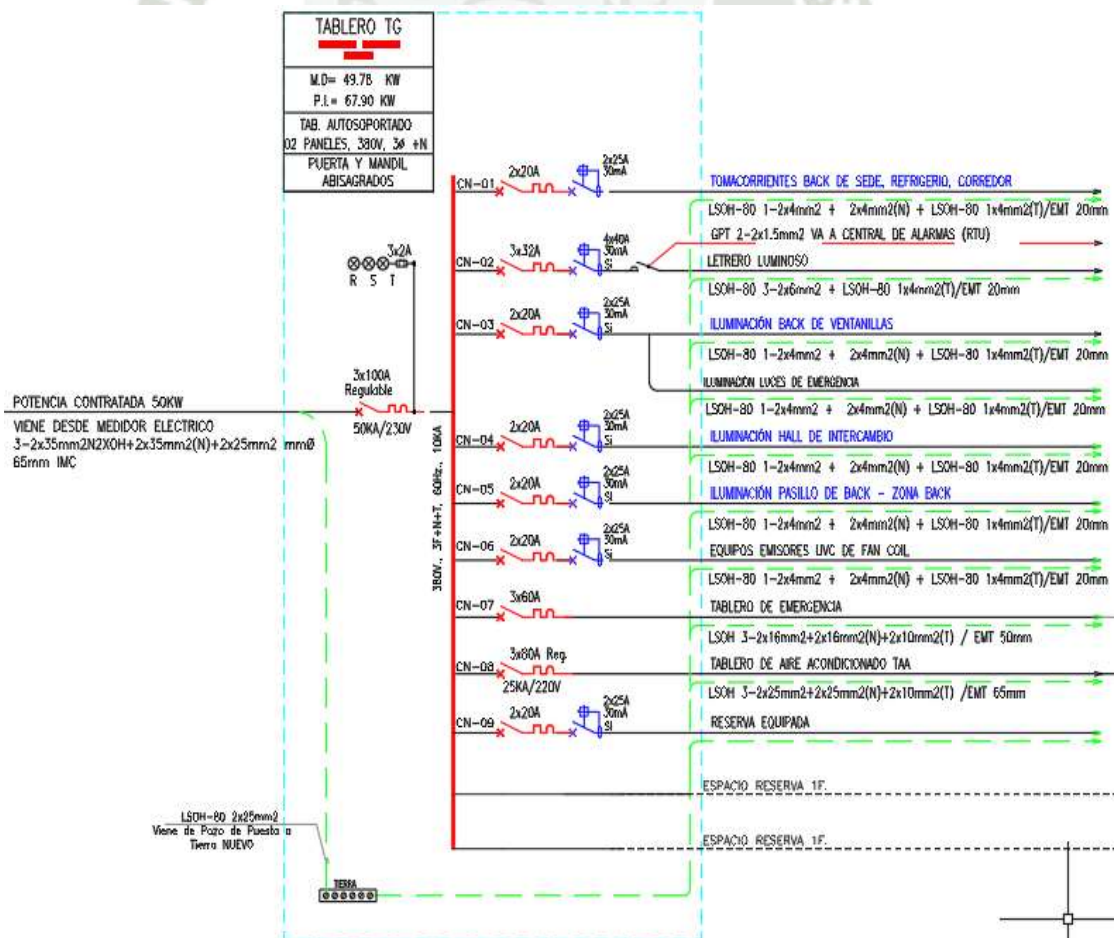


Figura 67 Diagrama unifilar del tablero de distribución TE

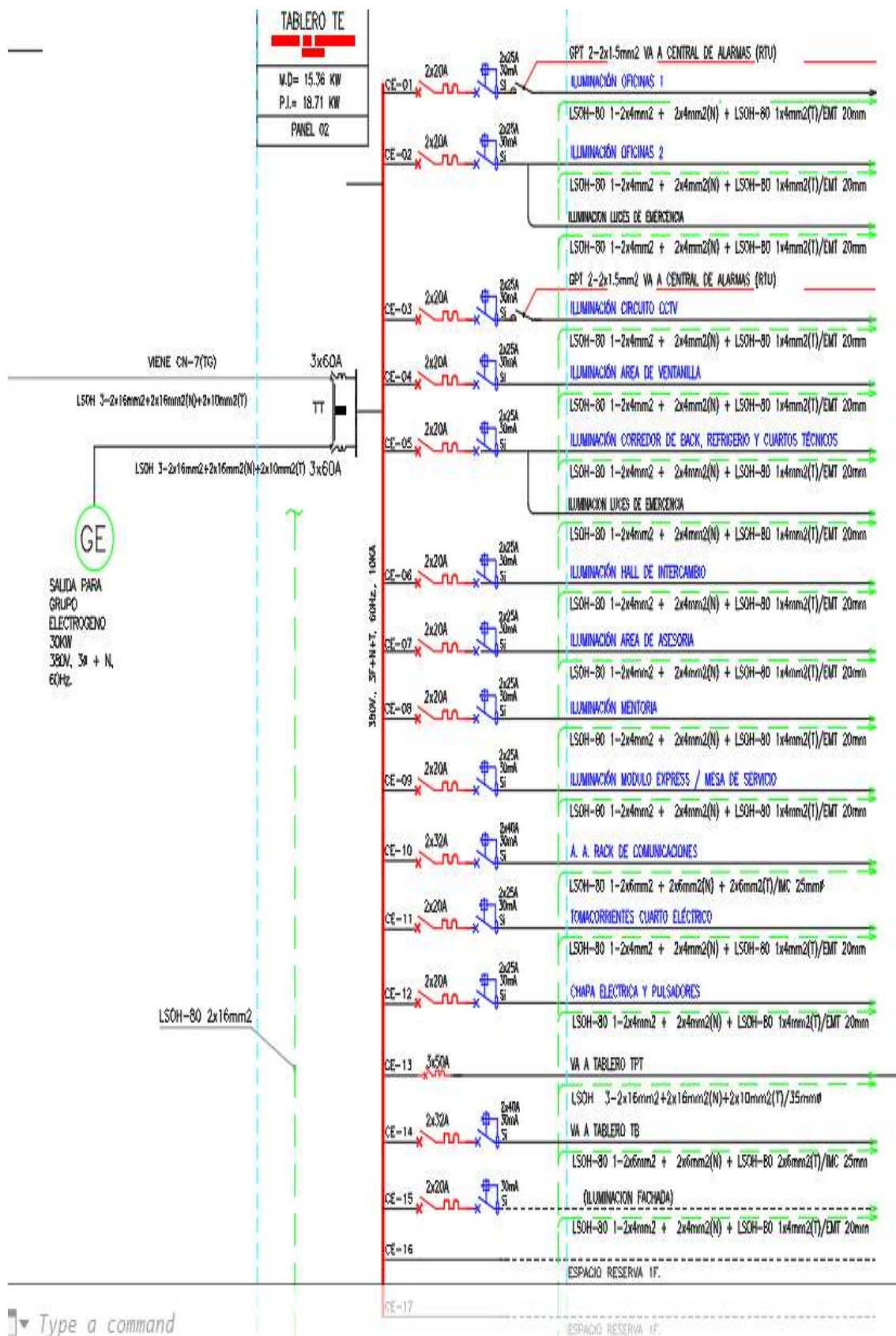


Figura 68 Diagrama unifilar del tablero de distribución TPT, TTP

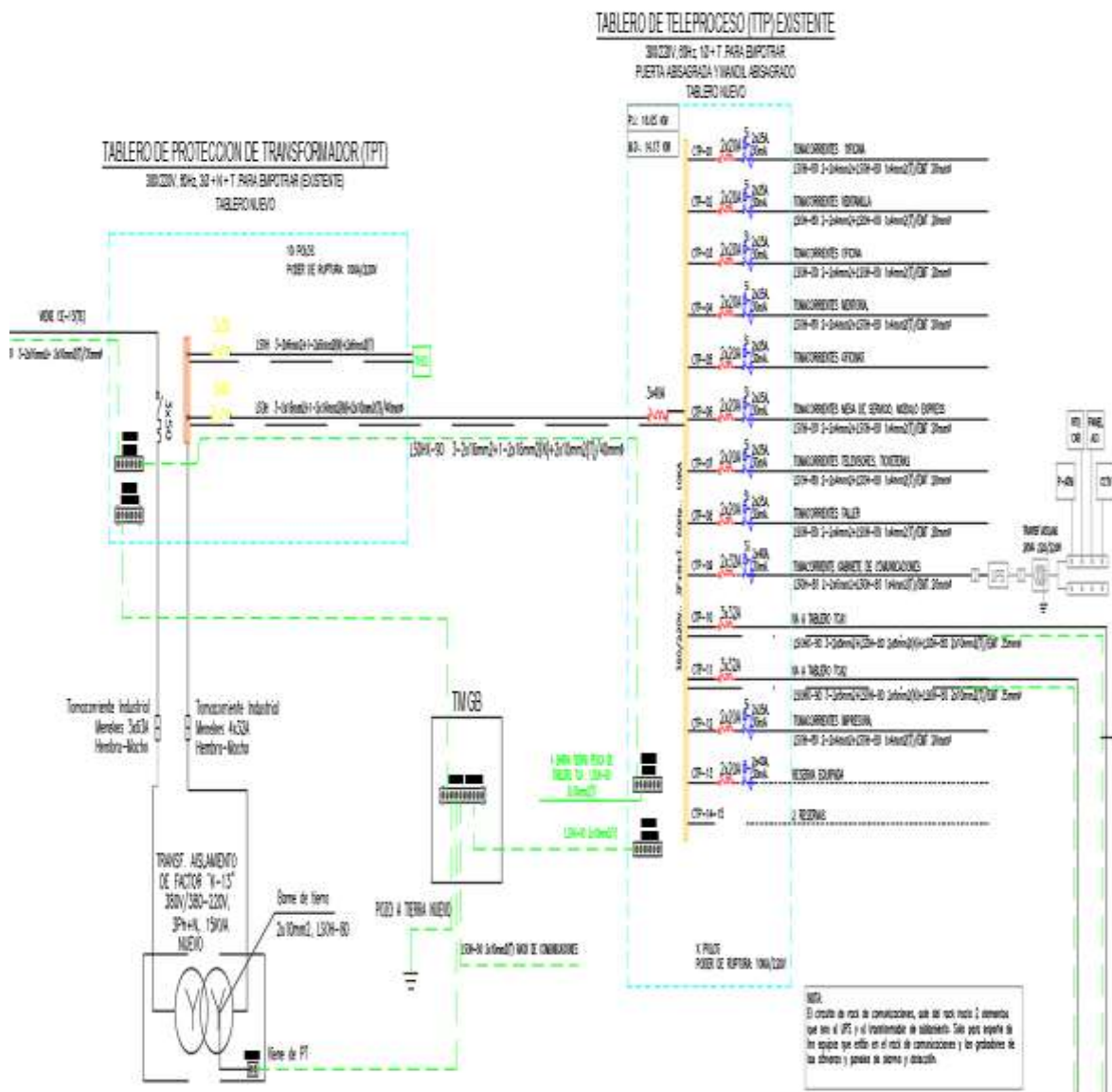


Figura 69 Diagrama unifilar del tablero de distribución TAA

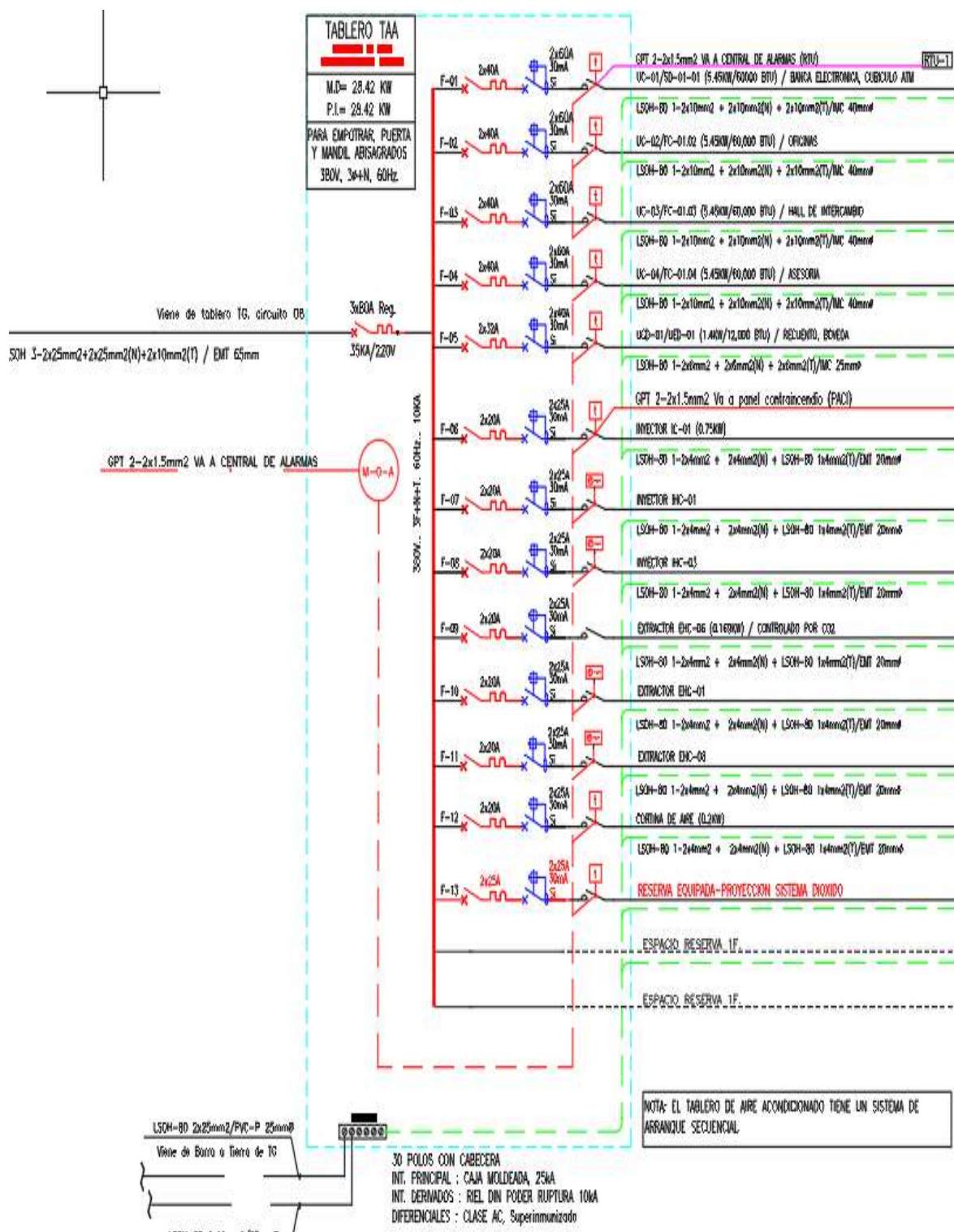


Figura 70 Diagrama unifilar del tablero de distribución TCA1

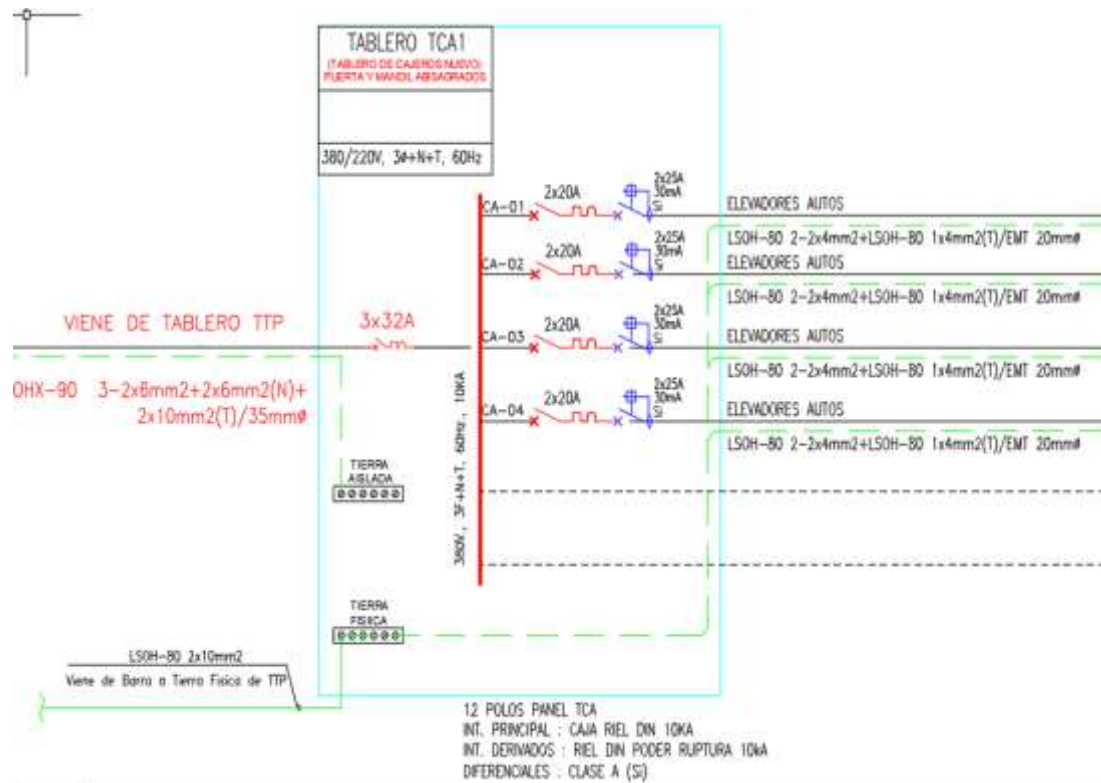
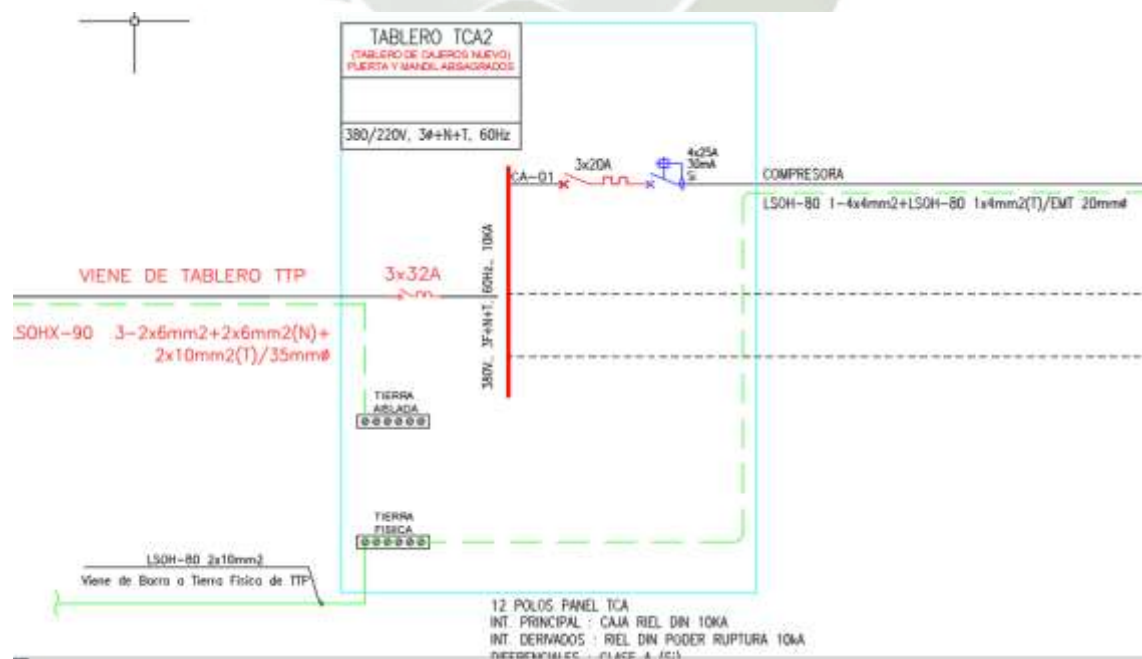
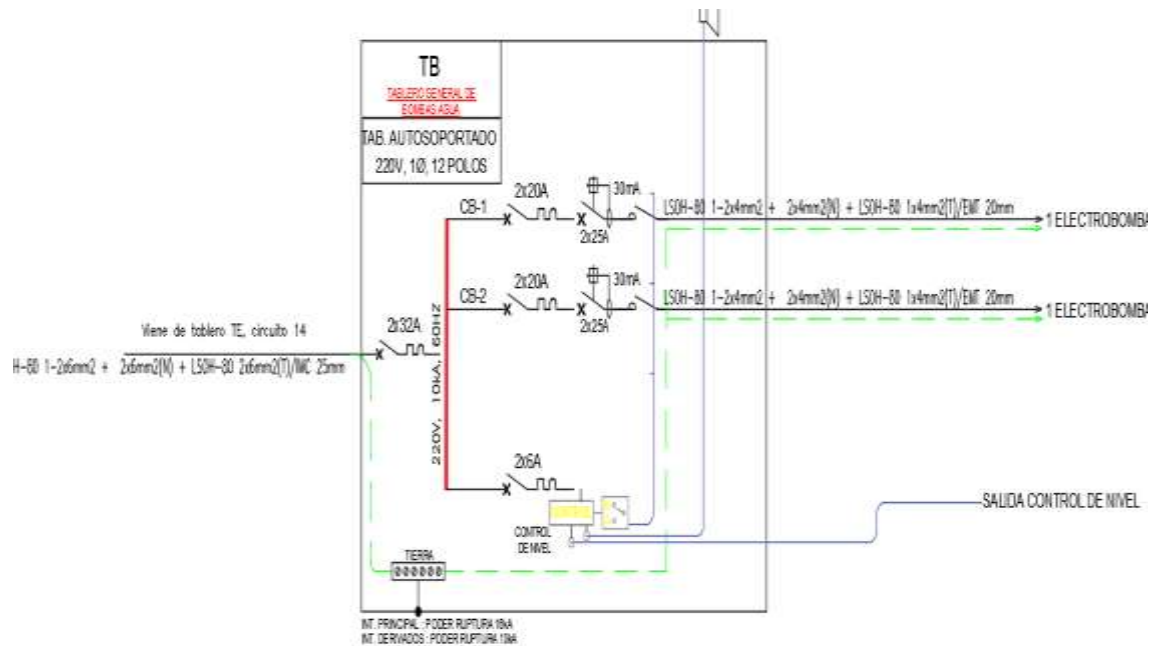


Figura 71 Diagrama unifilar del tablero de distribución TCA2



**Figura 72** Diagrama unifilar del tablero de distribución TB



Para el diseño de los diagramas unifilares se consideró la carga eléctrica de cada circuito, la mayoría de instalaciones serán en tubos Conduit EMT, bandejas metálicas con tapa para la distribución principal, protección con interruptores termomagnéticos, diferenciales para todos los circuitos

### 3. Resultados de la evaluación y recomendaciones en tableros

Con los planos eléctricos y diagramas unifilares, se realizaron los trabajos de modificación y mejora de las instalaciones eléctricas.

De acuerdo al Anexo E de la NTP 370.310; se realizaron las propuestas de mejora plasmados en los planos eléctricos para toda la instalación.

Para el tablero general y todos los tableros de distribución se realizaron el levantamiento de las siguientes observaciones:

*Tabla 25 Levantamiento de observaciones tableros de distribución*

<b>C.N.E. UTILIZACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>ACCIÓN REALIZADA</b>
<b>150.404</b>	Falta implementar la señal de riesgo eléctrico de acuerdo a la Norma DGE PART III SEC 12.	Se implemento
<b>020.024 070.3022</b>	Se constató óxido en el tablero, requiriendo mantenimiento o cambio según C.N.E. 4.7.3.1, 4.10.4.1 y 4.7.2.1.	Se cambió de tablero
<b>020.100.3</b>	La ausencia de un directorio de circuitos debe corregirse, cumpliendo con la norma CNE 2.1.20.	Se implemento
<b>020.202</b>	Se recomienda instalar un mandil de frente muerto que cubra los terminales expuestos de los interruptores de protección, siguiendo CNE 4,10,3,6.	Se implemento
<b>080.010, 080.400</b>	Los Interruptores Termomagnéticos (ITM's) deben adecuarse a la capacidad de corriente de los conductores que protegen, ya sea mediante su reemplazo o ajuste de los conductores, según CNE 3,1,2,2 y 3,5,1,3.	Se cambiaron todos los interruptores
<b>070.3026</b>	Es necesario tapar los espacios de reserva de la placa de frente muerto o mandil durante la instalación, de acuerdo a CNE 4,7,2,3.	Se implemento
<b>060.402.1.h</b>	Se sugiere la instalación de una barra de puesta a tierra en el tablero, conectada al sistema de puesta a tierra, según CNE V 4.10.4.7.	Se implemento
<b>060.814</b>	Conectar los conductores de protección a la barra de tierras es crucial, siguiendo CNE 3.6.10.5.	Se implemento
<b>020.132</b>	la Falta de interruptores diferenciales para todos los circuitos derivados debe corregirse.	Se instaló interruptores diferenciales
<b>060.402.1.h</b>	El tablero debe codificarse según los planos eléctricos presentados, cumpliendo con CNE 2,1,20.	Se implemento
<b>CNE-U 080.010, 080.100, 080.400</b>	Cada interruptor termomagnético debe contar con un circuito eléctrico dedicado, y el tablero debe tener un interruptor general, siguiendo CNE-U 080.010, 080.100 y 080.400.	Se cambió de tablero, considerándose la observación

Tomado de la Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

Tablero TAA, como se puede apreciar en las siguientes fotos se ha levantado todas las observaciones, se instaló un tablero nuevo cumpliendo estrictamente lo propuesto en los diagramas unifilares.

*Figura 73 Estado final del Tablero TAA*



Tablero TPT, como se puede apreciar en las siguientes fotos se ha levantado todas las observaciones, se instaló un tablero nuevo cumpliendo estrictamente lo propuesto en los diagramas unifilares.

**Figura 74** Estado final del Tablero TPT



Tablero TE, como se puede apreciar en las siguientes fotos se ha levantado todas las observaciones, se instaló un tablero nuevo cumpliendo estrictamente lo propuesto en los diagramas unifilares.

*Figura 75 Estado final del Tablero TE*



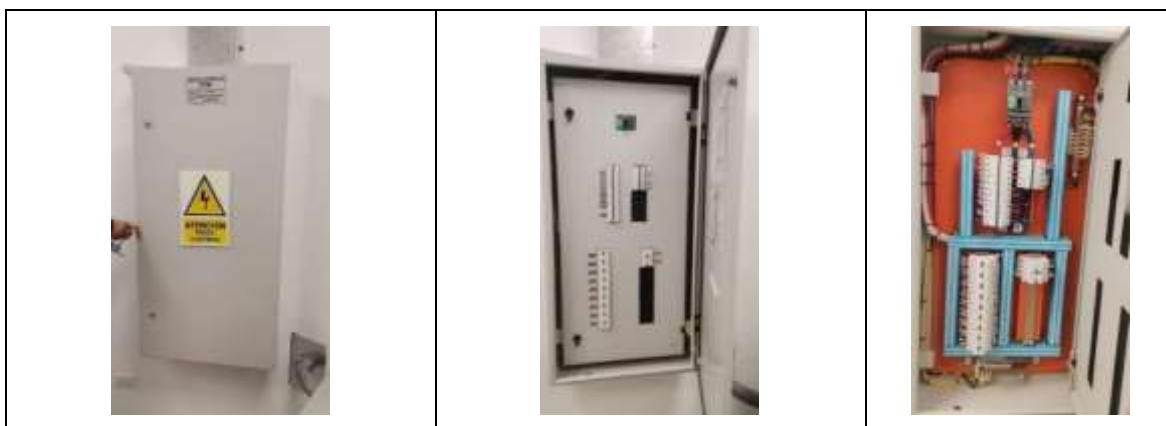
Tablero TG, como se puede apreciar en las siguientes fotos se ha levantado todas las observaciones, se instaló un tablero nuevo cumpliendo estrictamente lo propuesto en los diagramas unifilares.

**Figura 76** Estado final del Tablero TG



Tablero TTP, como se puede apreciar en las siguientes fotos se ha levantado todas las observaciones, se instaló un tablero nuevo cumpliendo estrictamente lo propuesto en los diagramas unifilares.

**Figura 77** Estado final del Tablero TTP



#### 4. Resultados de la evaluación y recomendaciones en cableado

Se ha realizado la ejecución de los planos eléctricos propuestos, cambiándose todos los ductos y cableado, utilizándose ductos metálicos EMT adosados a techo y/o paredes, bandejas eléctricas para los alimentadores y ductos de PVC-P empotrados en piso y/o pared, se ha utilizado conductor libre de halógeno para toda la instalación respetándose el código de color, a continuación, se detallan todas las acciones realizadas para el cumplimiento de la NTP 370.310.

*Tabla 26 Resultados de la evaluación y recomendaciones en cableado*

C.N.E. UTILIZACIÓN	OBSERVACIONES	ACCIÓN REALIZADA
<b>070.212, 070.904</b>	Se deben proteger los conductores eléctricos en ductos de PVC o canaletas, siguiendo las normas CNE 4.1.1.4, 4.5.16, 4.5.17, 4.5.18 y 4.5.20.	Se instalo
<b>030.002, 030.04</b>	La capacidad de corriente de los Conductores debe ser acorde con la corriente del circuito y cumplir con las secciones mínimas establecidas por normativa.	Se implemento
<b>030.010.3</b>	Se identificó la presencia de cable mellizo en circuitos de iluminación externa, recomendándose reemplazarlo por cable unipolar tipo NH80 o NHX90, debidamente protegido en ductos o canaletas, o por conductor NLT, según CNE 4.3.2.6.	Se implemento
<b>070.3002</b>	Los empalmes deben realizarse en cajas de paso debidamente protegidas, siguiendo las normas CNE 2.1.14.2 y 4.1.1.14.	Se implemento
<b>070.112</b>	La conexión de conductores a partes terminales debe asegurarse con una buena conexión, evitando dañar los conductores y utilizando conectores a presión, terminales para conexión soldada o empalmes a terminales flexibles.	Se implemento
<b>070.3002</b>	Se observaron cajas de pase sin tapa, las cuales deben proveerse de tapas de protección según CNE 4.6.2.11.	Se implemento
<b>060.002</b>	Todas las canalizaciones o estructuras metálicas que soporten circuitos o equipos eléctricos deben conectarse al sistema de puesta a tierra, de acuerdo con C.N.E. 4.1.8.	Se implemento

Tomado de la Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

*Figura 78 Ductos, bandejas y cajas de la instalación eléctrica*



## 5. Resultados de la evaluación y recomendaciones en luminarias

Se ha realizado la ejecución de los planos eléctricos propuestos, cambiándose todas las luminarias, a continuación, se detallan todas las acciones realizadas para el cumplimiento de la NTP 370.310.

*Tabla 27 Resultados de la evaluación y recomendaciones en luminarias*

C.N.E. UTILIZACIÓN	OBSERVACIONES	ACCIÓN REALIZADA
170.302	Los aparatos de alumbrado deben estar firmemente instalados, siguiendo las normativas establecidas.	Se implemento
170.318	No deben presentar partes activas expuestas.	Se implemento
020.300	Se debe colocar cintillos de sujeción a los fluorescentes de las luminarias, conforme a C.N.E. 2,1,12.	Se implemento
060.002, 060.400	Las partes conductivas expuestas de aparatos de alumbrado y equipos deben estar puestas a tierra.	Se implemento
2.2.5.4	En los Espacios de trabajo alrededor de los tableros eléctricos debe existir una adecuada iluminación.	Se implemento
170.302	Las tapas de los interruptores deben estar fijas y en buen estado; aquellas que estén rotas deben ser cambiadas, según CNE 2,1,12.	Se implemento
170.324	Se verificó la existencia de interruptores en áreas externas sin protección a la humedad, por lo que se recomienda reemplazarlos por interruptores del tipo adecuado para exteriores, de acuerdo con C.N.E. 5,8,13,2.	Se implemento

Tomado de la Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

*Figura 79 Implementación de luminarias nuevas*



## 6. Resultados de la evaluación y recomendaciones en tomacorrientes

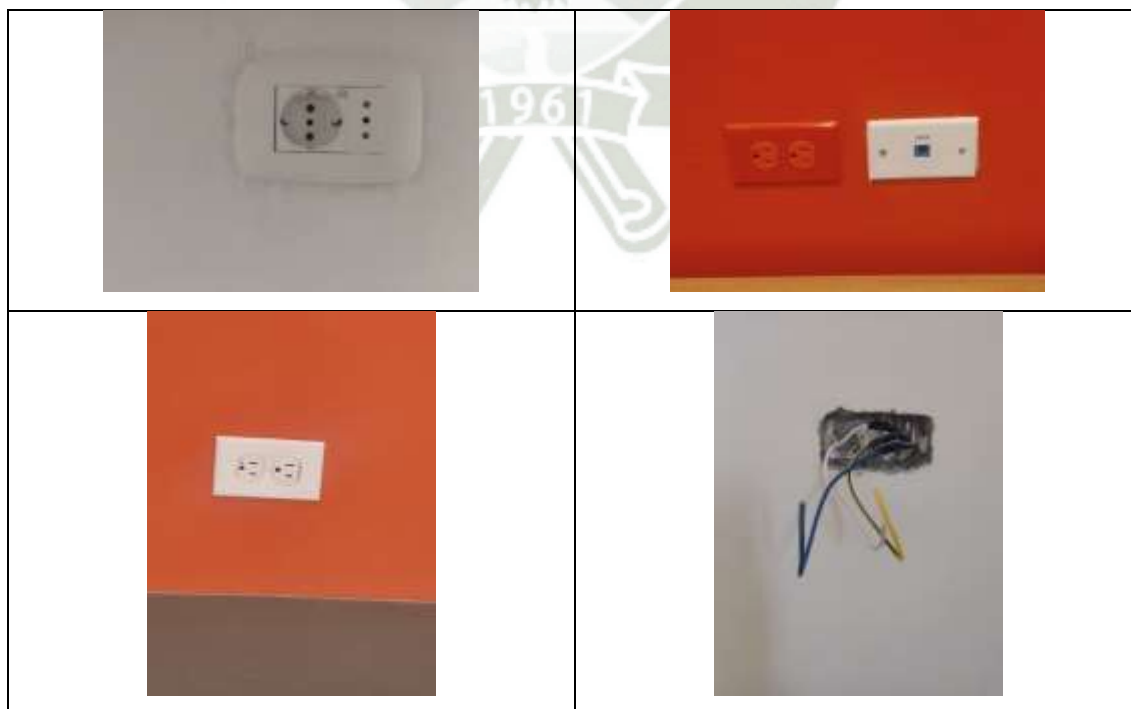
Se ha realizado la ejecución de los planos eléctricos propuestos, cambiándose todos los tomacorrientes del tipo 2P+T, a continuación, se detallan todas las acciones realizadas para el cumplimiento de la NTP 370.310.

*Tabla 28 Resultados de la evaluación y recomendaciones en tomacorrientes*

C.N.E. UTILIZACIÓN	OBSERVACIONES	ACCIÓN REALIZADA
150.700	Los tomacorrientes instalados en las áreas de taller, oficinas, baños y comedor deben ser del tipo de puesta a tierra y conectados al sistema de puesta a tierra, en cumplimiento con la normativa CNE 3,1,1,6.	Se implemento
150.700	La carga de los tomacorrientes debe corresponder a la capacidad de corriente del circuito.	Se verifico
150.700	La carga de las extensiones no debe exceder la capacidad de corriente del tomacorriente.	Se implemento
150.700.1	Se deben reemplazar las tapas de los tomacorrientes que estén rotas y colocar tapas en aquellos que no las tengan, de acuerdo con CNE 2,1,12.	Se implemento
150.700	Los enchufes no deben presentar partes activas expuestas, y su construcción debe ser de frente muerto.	Se implemento
150.708.1	Se deben instalar tomacorrientes apropiados en ambientes húmedos.	Se implemento
150-700.13	Los tomacorrientes para equipos con línea de tierra deben ser del tipo de puesta a tierra y conectados al sistema de puesta a tierra, según CNE 3,1,1,6.	Se implemento

Tomado de la Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

*Figura 80 Implementación de tomacorrientes nuevos 2P+T*



## 7. Resultados de la evaluación y recomendaciones en Equipos eléctricos

Se ha realizado la ejecución de los planos eléctricos propuestos en la mayoría de ítems, en el caso de los equipos eléctricos se cambiaron las electrobombas, a continuación, los equipos de aire acondicionado no se ejecutarán en esta etapa por un tema de costos, y lo elevadores de autos y la compresora estaban en la etapa de cotización aun, se detallan todas las acciones tomadas y realizadas para el cumplimiento de la NTP 370.310.

*Tabla 29 Resultados de la evaluación y recomendaciones en Equipos eléctricos*

C.N.E. UTILIZACIÓN	OBSERVACIONES	ACCIÓN REALIZADA
160.012	Las partes activas expuestas de los motores deben estar protegidas contra contacto accidental.	Se implemento
160.200-300	Los motores y/o electrobombas deben contar con dispositivos de protección contra sobrecargas, los cuales deben ser instalados según la normativa CNE 5.2.3.	Se implemento
060.400-402	Los motores y/o electrobombas de la instalación deben ser conectados al sistema de puesta a tierra, cumpliendo con la normativa CNE 5.2.11.1. según la Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310	Se implemento

*Figura 81 Conexión a equipos eléctricos motores/electrobombas*



## 8. Resultados de la evaluación y recomendaciones en Sistemas de puesta a tierra

Se ha realizado la ejecución de los planos eléctricos propuestos, se cuenta en total con tres pozos a tierra, dos eran existente y se construyó un pozo más, a los pozos existentes se les realizo un mantenimiento con bentonita y thorgel, a continuación, se detallan todas las acciones realizadas para el cumplimiento de la NTP 370.310.

**Tabla 30** Resultados de la evaluación y recomendaciones en Sistemas de puesta a tierra

C.N.E. UTILIZACIÓN	OBSERVACIONES	ACCIÓN REALIZADA
<b>060.204</b> <b>060.806.1</b>	Se deben interconectar al sistema de puesta a tierra todos los sub tableros que así lo requieran, conforme a lo descrito anteriormente, según las normativas CNE 3.6.2, 3.6.3.2, 3.6.6.2, 3.6.6.4.	Se implemento
<b>060.712</b>	Todos los pozos a tierra existentes (PT1, PT2 y PT3) deben contar con un certificado de puesta a tierra y no deben sobrepasar los 25 ohmios, cumpliendo así con el valor mínimo requerido.	Se realizo
<b>060.810-812</b> <b>060.1108</b>	Cada conexión a los pozos a tierra debe tener como mínimo una sección de 10 mm <sup>2</sup> de cobre desnudo.	Se implemento
<b>010.010.3</b>	El Estado de conservación del pozo de puesta a tierra debe ser adecuado.	Se implemento
<b>DGE 11-13-05.</b>	Se verificó que no existe señalización de los pozos a tierra, por lo que se debe señalar adecuadamente los pozos a tierra, de acuerdo con la normativa DGE 11-13-05.	Se implemento

Tomado de la Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

**Figura 82** Caja equipotencial para distribución de la línea de tierra a todos los subtablero, señalización de posos a tierra, mantenimiento de pozos





## 9. Propuesta del plan de mantenimiento de las instalaciones eléctricas en edificaciones del Caso estudio

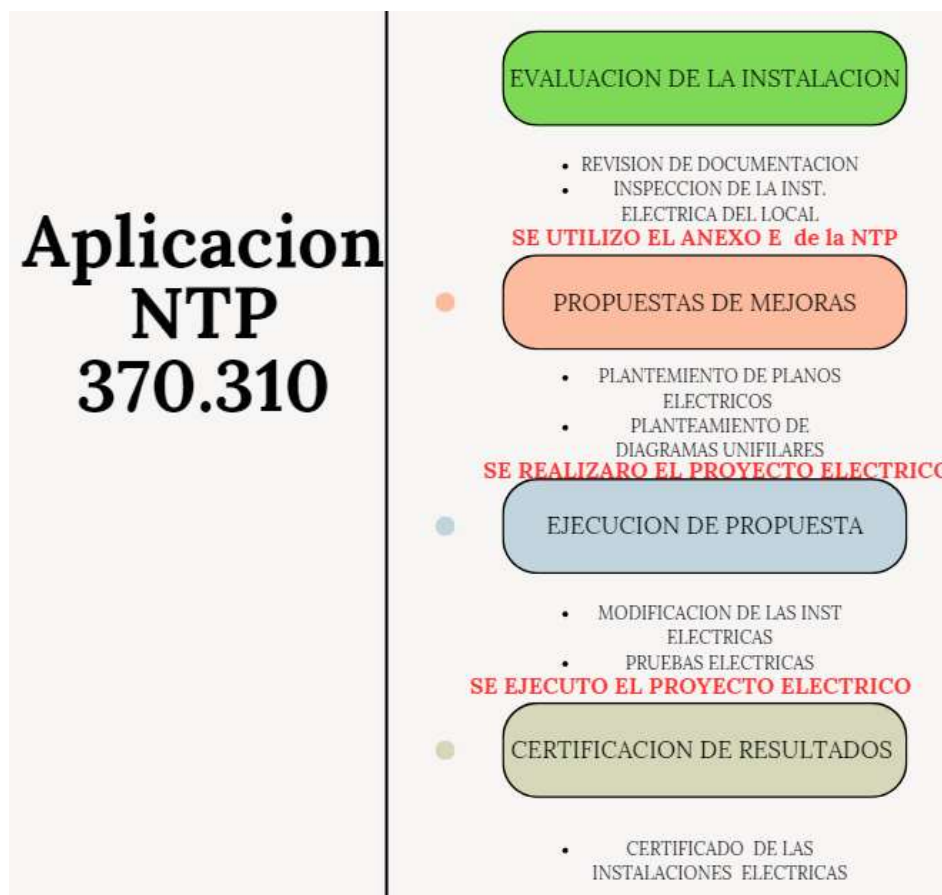
Siguiendo el procedimiento propuesto por la NTP370.310, en los capítulos anteriores se presentó los resultados de la evaluación de las instalaciones eléctricas, y se propuso las mejoras correspondientes plasmados en los diagramas unifilares y planos de las instalaciones eléctricas, dicha propuesta fue implementada por la empresa, ejecutándose al 100% dichos planos, se concluyó con las instalaciones eléctricas, luego de ello se procedió a realizar pruebas necesarias que nos exige la NTP370.310, las que se muestran a continuación:

**Tabla 31** Anexo D de la NTP 370.310

E PROTECCION					
FUSIBLE (CORRIENTE NOMINAL CANTIDAD)	A		PROTECCION DIFERENCIAL (SENSIBILIDAD, CANTIDAD)	mA	
TERMOMAGNETICO (CORRIENTE NOMINAL CANTIDAD)	A		SOBRETENSION (TENSION NOMINAL, CATEGORIA)	kV	
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO MEDIDA:		k $\Omega$	RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA MEDIDA:		$\Omega$

Nota: Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

**Figura 83** Desarrollo del procedimiento para la aplicación de la NTP 370.310



Nota: Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

Entonces a continuación se presentarán los resultados de las mediciones, y luego los certificados correspondientes.

### 9.1. Medición de los sistemas de puesta a tierra

A continuación, se detalla

**Figura 84** Equipo utilizado

#### EQUIPO UTILIZADO

Marca	: <u>Megabras</u>	Tipo	: Digital Automático
Modelo	: <u>MTD-20KWE</u>	Rango	: 0.01-20 <u>KOhmios</u>
Serie	: <u>17D1409</u>	Frecuencia	: 270 Hz / 1470 Hz
Exactitud	: +/-0.5%	Hora	: 10:00 am

Tomado de la Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

**Tabla 32 Normas aplicadas y descripción sistema de pozo a tierra**

**NORMAS APLICABLES**

<p>Código Nacional Eléctrico – Utilización, sección 060 Título Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial.</p> <p><u>NPT 370 052</u>: 1999 Tema - Seguridad eléctrica. Materiales para puesta a tierra.</p> <p><u>NPT 370 053</u>: 1999 Tema - Seguridad eléctrica. Elección de los materiales eléctricos en las instalaciones interiores para puesta a tierra, conductores de protección de cobre.</p> <p><u>NPT 370 054</u>: 1999 Tema - Seguridad eléctrica. Enchufes y tomacorrientes con protección a tierra para uso general. <u>NPT 370 056</u>: 1999 Seguridad eléctrica. Electrodo de puesta tierra</p>
--

**DESCRIPCIÓN SISTEMA DE POZO A TIERRA PAT-1/PAT-2/PAT-3**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configurado por un pozo de tierra, conformado por un electrodo de cobre instalado verticalmente (varilla de cobre 3/4" de diámetro y 2,4 m de largo), Tierra cernida compacta y mezclada con bentonita, conector AB de bronce, y sales electrolíticas, conductor de Cu con aislamiento de 25 <u>mm<sup>2</sup></u>.</li> </ul>
---

Nota: Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

**Tabla 33 Electrodo y conductor de puesta a tierra**

Pozos a tierra	Electrodo de puesta a tierra				Conductor puesta a tierra		Tablero asignado
Identificado	Material	Ø (plg)	L (m)	Tipo de instalación	S (mm <sup>2</sup> )	Color Aislamiento	Tablero eléctrico General
N° 1	Cobre	3/4	2.40	vertical	35	Revestido	

Pozos a tierra	Electrodo de puesta a tierra				Conductor puesta a tierra		Tablero asignado
Identificado	Material	Ø (plg)	L (m)	Tipo de instalación	S (mm <sup>2</sup> )	Color Aislamiento	Sistema Data
N° 2	Cobre	3/4	2.40	vertical	35	Revestido	

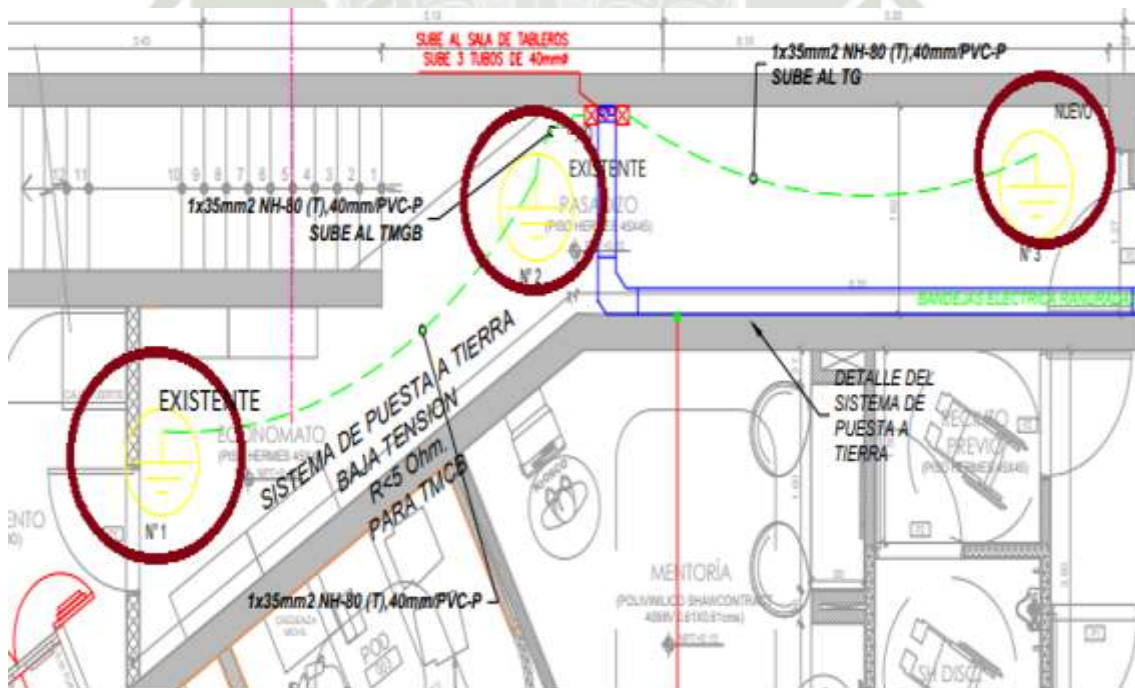
Pozos a tierra	Electrodo de puesta a tierra				Conductor puesta a tierra		Tablero asignado
Identificado	Material	Ø (plg)	L (m)	Tipo de instalación	S (mm <sup>2</sup> )	Color Aislamiento	Sistema Data
N° 3	Cobre	3/4	2.40	vertical	35	Revestido	

Nota: Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

## PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

- Se aplicó el método de Caída de Tensión o Potencial, conocido como Método de los 03 puntos, para obtener los valores en las mediciones. Para evitar carga eléctrica, se desconectó el cable de cobre desnudo del electrodo de cobre antes de realizar las mediciones, asegurando resultados precisos y libres de interferencias eléctricas.
- No fue necesario perforar el concreto, ya que en el lugar se identificaron áreas propicias para establecer contacto directo entre las varillas auxiliares del Telurómetro y el suelo. Esto simplificó el proceso de medición al evitar intervenciones estructurales y garantizar mediciones precisas de resistencia eléctrica sin perturbar el entorno.
- Se empleó el Telurómetro mencionado en el punto 2 para las mediciones. Las distancias entre electrodos fueron específicas: E1-E2 (12 m) y E1-E3 (20 m). Estas distancias fueron determinantes en el proceso de medición para evaluar la resistencia eléctrica del sistema.
- Mediciones de la resistencia obtenidos en el siguiente cuadro

*Figura 85 Valores obtenidos de mediciones de la resistencia*



Se efectuó las mediciones a cada pozo, a continuación, se presenta el certificado con las mediciones efectuadas a los pozos a tierra.

Figura 86 Formato NTP 370.304 Certificado de mediciones a pozos tierra

<b>FORMATO NTP 370.310</b>			
<b>PROTOCOLO DE VERIFICACION :RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA</b>		FECHA: / /	
		REVISIÓN: 01	
<b>PROYECTO</b>	COMERCIO - TALLER	<b>N° CORRELATIVO</b>	
<b>CLIENTE</b>			
<b>SECTOR</b>			
<b>DISCIPLINA</b>	INSTALACIONES ELÉCTRICAS		
<b>FECHA INICIO</b>		<b>FECHA FIN</b>	

POZOS A TIERRA	ELECTRODO PUESTA A TIERRA				CONDUCTOR PUESTA A T.		VALORES	OBSERVACIONES
	IDENTIFICADO	MATERIAL	Ø (plg)	L (m)	TIPO DE INST.	S (mm2)		
POZO N°1 (mantenimiento)	thorgel, bentonita, cobre	1m	3m	vert.	3/4"	amarillo	9.95 Ω	mantenimiento de pozo existente BAJA TENSION
POZO N°2 (mantenimiento)	thorgel, bentonita, cobre	1m	3m	vert.	3/4"	amarillo	2.62 Ω	Data Comunicaciones
POZO N°3 (nuevo)	thorgel, bentonita, cobre	1m	3m	vert.	3/4"	amarillo	3.52 Ω	Data Comunicaciones

**GRÁFICO:**

POZO N°1 -EXISTENTE

POZO N°2 -NUEVO

POZO N°3 - NUEVO

**OBSERVACIONES**

MODELO : MTD20KWe  
SERIE: 1709d14

N° CERTIFICADO DE CALIBRACION : 1857-2022  
MARCA: MEGABRAS

<b>SUPERVISORA ELECTRICA</b>	<b>RESIDENTE DE OBRA</b>	<b>SUPERVISOR DE OBRA</b>
FIRMA	FIRMA	FIRMA
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:



Figura 88 Certificado de calibración del telurómetro



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1857-2022

Página: 2 de 2

Condiciones ambientales:

Temperatura ambiente °C	Humedad Relativa %hr
21.8 °C	35 %

Resultado de las mediciones:

(Resistencia 3 pol)

Rango de Medición	Valor de la Resistencia Patrón (Ω) / (kΩ)	Valor de Indicación Promedio del Equipo (Ω) / (kΩ)	Desviación (Ω) / (kΩ)	Incertidumbre (Ω) / (kΩ)	EMP (±2% lect. ±1%fs)
20.00 Ω	0.9999983	0.99	0.01	0.013	0.22
	1.9999918	1.99	0.01	0.010	0.24
	4.9999917	4.96	0.04	0.013	0.30
	9.9999763	9.91	0.09	0.013	0.40
	14.9999680	14.86	0.14	0.013	0.50
200.0 Ω	19.9998674	19.7	0.3	0.082	2.39
	49.9998436	49.8	0.2	0.082	3.00
	99.9999994	99.8	0.2	0.082	4.00
	149.9998430	149.9	0.1	0.082	5.00
2000 Ω	199.9988719	197	3	0.817	23.94
	499.9961538	499	1	1.041	29.97
	999.9947696	1003	-3	1.292	40.06
	1499.9909235	1510	-10	1.043	50.19
2000 Ω	1.9999961	1.99	0.01	0.008	0.24
	4.9999462	4.97	0.03	0.010	0.30
	9.9998837	9.75	0.25	0.010	0.39
	19.9999714	18.65	1.35	0.018	0.57

Resultados de las mediciones (Voltaje)

Alcance de Indicación (V)	Valor de Referencia (V)	Valor de Indicación del Equipo (V)	Desviación (V)	Incertidumbre (V)
200	20.27	20.6	-0.3	0.11
	50.02	50.9	-0.9	0.26
	100.18	102.8	-2.6	0.76
	190.33	194.3	-4.0	1.15



Tomado de la certificación dada por SERVITECC

Certificado de luces de emergencia, se pudo comprobar el funcionamiento de las luces de emergencia, se verifico que todas encendieran después de desconectar el interruptor termomagnético del circuito de iluminación de cual derivan, y todos encendieron, se comprobó además el estado de la batería permaneciendo encendidas más de 8 horas, por lo que cumple lo establecido en la norma que pide 60 minutos.

**Figura 89** Formato NTP 370.304 Certificado de luces de emergencia

FORMATO NTP 370.304			
<b>PROTOCOLO DE VERIFICACIÓN : LUCES DE EMERGENCIA</b>			FECHA: / /
			REVISIÓN: 01
PROYECTO	COMERCIO-TALLER	N° CORRELATIVO	
DISCIPLINA	INSTALACIONES ELÉCTRICAS		
FECHA INICIO		FECHA FIN	
PLANO REF	IE-03 ILUMINACION		
PLANO DE REFERENCIA: IE-01 DIAGRAMA UNITARIO			
DATOS TÉCNICOS DEL CABLE	MODELO	NHR0	
DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO	MODELO	120W	
EQUIPO LUZ DE EMERGENCIA	CALIBRADOR	PHILIPS LED	
<b>LUCES DE EMERGENCIA</b>			
	AMBIENTE	TIPO	
		COLUMNA O PARED	FCR
<b>PRIMER PISO</b>			
ZONA DE OFICINA COMERCIO	OFICINAS 1	X	BUENO
	OFICINAS 2	X	BUENO
	HALL ZONA DE INTERCAMBIO (ESPACIO DE ESPERA)	X	BUENO
	VENTANILLAS (INGRESO DISCAPACITADO)		BUENO
	TALLER	X	BUENO
	CORREDOR (BACK OFFICE)	X	BUENO
	HALL (BACK OFFICE)	X	BUENO
	REFRIGERIO	X	BUENO
	ZONA DE MENTORIA	X	BUENO
ZONA DE ASESORIA (CIRCULACION)	X	BUENO	
ZONA DE SERVICIO	ESCALERA	X	BUENO
<b>SEGUNDO PISO</b>			
SEGUNDO PISO	ECONOMATO	X	BUENO
	SS.HH HOMBRES	X	BUENO
	SS.HH MUJERES	X	BUENO
	CUARTO TECNICO	X	BUENO
OBSERVACIONES:			
MARCA: PHILIPS LED			
MODELO: 120W			
FIRMA	FIRMA	RESIDENTE DE OBRA	SUPERVISOR DE CALIDAD

## 9.2. Medición de resistencia de aislamiento

### Herramientas y Equipos Necesarios:

Megóhmetro (megger): Un instrumento especializado diseñado para medir la resistencia de aislamiento. Se utilizó el siguiente:

<b>MARCA</b>	<b>FLUKE</b>
<b>Modelo</b>	<b>1507</b>
<b>N° CERTIF. LEI 763- 2023</b>	
<b>TIEMPO DE PRUEBA: 60s</b>	

*Figura 90 Megometro utilizado en las pruebas*



Cables de conexión y accesorios de prueba.

Equipo de seguridad personal: Guantes aislantes, gafas de seguridad, etc.

### Pasos del Procedimiento:

- Des energizar el Equipo/Tableros: El sistema/equipo/tablero deben de estar completamente desconectados y des energizados antes de realizar cualquier prueba.
- Identificación de Puntos de Medición: Identifica los puntos de medición en el equipo o sistema donde se realizarán las pruebas de resistencia de aislamiento. Se realizó la medición de todos los circuitos de los diferentes tableros eléctricos.

- Conexión del Megóhmetro: Conecta el megóhmetro a los puntos de medición utilizando cables de conexión adecuados.
- Establecimiento de la Tensión de Prueba: Se estableció la tensión de prueba en el megóhmetro a un valor de 1KV
- Realización de la Prueba: Se aplica la tensión de prueba y se procedió a realizar la medición la resistencia de aislamiento.
- Registro de los resultados. Se presentarán a continuación los certificados de medición con los valores obtenidos.
- Interpretación de los Resultados: el menor valor obtenido en las pruebas fue de 550 Megaohmios, y la normatividad vigente nos pide mínimo

**Tabla 34** Valores mínimos de la resistencia de aislamiento NTP 370.304

Tensión nominal del circuito (V)	Tensión de ensayo en corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
MBTS <sup>3</sup> MBTP <sup>4</sup>	250	≥ 0,25
Inferior o igual a 500 V, con excepción del caso anterior	500	≥ 0,5
Superior a 500 V	1 000	≥ 1,0

Tomado de Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

La resistencia de aislamiento, medida bajo una tensión de ensayo de un minuto según la tabla, es aceptable si cada circuito, con los instrumentos desconectados, tiene una resistencia igual o superior al valor especificado. Con 550MΩ, superior a 1MΩ, todos los tableros y circuitos cumplen con la normativa establecida.

A continuación, se presentan los certificados por cada tablero

Figura 91 Formato NTP 370.304 Megado de cables TG

<b>FORMATO NTP 370.304</b>													
<b>PROTOCOLO DE VERIFICACIÓN : MEGADO DE CABLES DE TG</b>		FECHA: / /											
		REVISIÓN: #1											
<b>PROYECTO</b>	COMERCIO-TALLER	<b>N° CORRELATIVO</b>											
<b>CLIENTE</b>													
<b>DISCIPLINA</b>	INSTALACIONES ELÉCTRICAS												
<b>FECHA INICIO</b>		<b>FECHA FIN</b>											
<b>PLANO REF</b>	IE 02 ALIMENTADORES												
<b>TABLERO GENERAL TG, 380/220VAC, 3F+N+T, 60hZ.</b>													
CIRCUITO	DESCRIPCION	CALIBRE	AMPERAJE	R-N	S-N	T-N	R-S	R-T	S-T	R-TIERRA	S-TIERRA	T-TIERRA	N-TIERRA
IG	INTERRUPTOR GENERAL	35mm <sup>2</sup>	3x100A	9G0	11G0	10G0	11G0	11G0	10G0	11G0	10G0	9G0	550MΩ
CN-01	TOMACORRIENTE	4mm <sup>2</sup>	1x20A	106MΩ						104MΩ			550MΩ
CN-02	LETREO	6mm <sup>2</sup>	3x32A	11G0	11G0	11G0	11G0	11G0	11G0	11G0	10G0	9G0	550MΩ
CN-03	TOMACORRIENTE ES	4mm <sup>2</sup>	1x20A		11G0						109MΩ		550MΩ
CN-04	ILUMINACION	4mm <sup>2</sup>	1x20A			11G0						11G0	550MΩ
CN-05	ILUMINACION	4mm <sup>2</sup>	1x20A							100MΩ			550MΩ
CN-06	EQUIPOS	4mm <sup>2</sup>	1x20A		11G0						109MΩ		550MΩ
CN-07	TABLERO DE TABLERO DE AIRE ACONDICIONADO	25mm <sup>2</sup>	3x80A	11G0	11G0	11G0	11G0	11G0	11G0	11G0	11G0	11G0	550MΩ
CN-08	RESERVA EQUIPADA	4mm <sup>2</sup>	1x20A										

IMAGENES

MEGOMETRO DIGITAL - FLUKE



<b>OBSERVACIONES:</b>		
MARCA: FLUKE	N° CERT:LEI-763-2023	
MODELO :1507		
<b>FIRMA</b>	<b>RESIDENTE DE OBRA</b>	<b>SUPERVISOR DE CALIDAD</b>

Figura 92 Formato NTP 370.304 Megado de cables TCA-2

FORMATO NTP 370.304															
<b>PROTOCOLO DE VERIFICACIÓN : MEGADO DE CABLES DE TCA-2</b>												FECHA: / /			
												REVISIÓN: 01			
PROYECTO	COMERCIO-TALLER											N° CORRELATIVO			
DISCIPLINA	INSTALACIONES ELÉCTRICAS														
FECHA INICIO												FECHA FIN			
PLANO REF	E-02 ALIMENTADORES														
PLANO DE REFERENCIA: E-01 DIAGRAMA UNITARIO															
DATOS TÉCNICOS DEL CABLE				MODELO		NH88		MARCA		INDICIO		TIPO		UNIPOLAR	
DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO				MODELO		1507		MARCA		FLUKE		FECHA DE CALIBRACION		17/10/2023	
INSULATION TESTER				CALIBRADOR:		INGENIERIA SAC		N° CERTIF. LEI 763-2023		ALCANCE DE ESCALA: 100MM(1-1100)		PRUEBA SEGÚN NTP 370.304			
MEGOMETRO DIGITAL				TENSION		3KV		TIEMPO DE PRUEBA: 60s							
<b>TABLERO TCA2, 380/220VAC, 3F+N+T, 60Hz.</b>															
CIRCUITO	DESCRIPCION	CALIBRE	AMPERAJE	R - N	S - N	T - N	R - S	R - T	S - T	R-TIERRA	S-TIERRA	T-TIERRA	N-TIERRA		
IG	INTERRUPTOR GENERAL	6mm <sup>2</sup>	3x32A	1100	1000	1100	1000	1000	1000	1000	1100	1100	1500V		
CA-01	COMPRESORA	4mm <sup>2</sup>	3x20A	1100			1000			1000			1500V		
OBSERVACIONES:															
MARCA: FLUKE				N° CERT. LEI-763-2023											
MODELO: 1507															
FIRMA				FIRMA				RESIDENTE DE OBRA				SUPERVISOR DE CALIDAD			

Figura 93 Formato NTP 370.304 Megado de cables TCA-1

FORMATO NTP 370.304															
<b>PROTOCOLO DE VERIFICACIÓN : MEGADO DE CABLES DE TCA-1</b>												FECHA: / /			
												REVISIÓN:			
PROYECTO	COMERCIO-TALLER											N° CORRELATIVO			
DISCIPLINA	INSTALACIONES ELÉCTRICAS														
FECHA INICIO												FECHA FIN			
PLANO REF	E-02 ALIMENTADORES														
PLANO DE REFERENCIA: E-01 DIAGRAMA UNIFILAR															
DATOS TÉCNICOS DEL CABLE				MODELO		NH88		MARCA		INDICIO		TIPO		UNIPOLAR	
DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO				MODELO		1507		MARCA		FLUKE		FECHA DE CALIBRACION		17/10/2023	
INSULATION TESTER				CALIBRADOR:		INGENIERIA SAC		N° CERTIF. LEI 763-2023		ALCANCE DE ESCALA: 100MM(1-1100)		PRUEBA SEGÚN NTP 370.304			
MEGOMETRO DIGITAL				TENSION		3KV		TIEMPO DE PRUEBA: 60s							
<b>TABLERO TCA1, 380/220VAC, 3F+N+T, 60Hz.</b>															
CIRCUITO	DESCRIPCION	CALIBRE	AMPERAJE	R - N	S - N	T - N	R - S	R - T	S - T	R-TIERRA	S-TIERRA	T-TIERRA	N-TIERRA		
IG	INTERRUPTOR GENERAL	6mm <sup>2</sup>	3x32A	1100	1000	1100	1000	1000	1000	1000	1100	1100	1500V		
CA-01	ELEVADOR 1	4mm <sup>2</sup>	3x20A	1100			1000			1000			1500V		
CA-02	ELEVADOR 2	4mm <sup>2</sup>	3x20A		1000				1000		1100		1500V		
CA-03	ELEVADOR 3	4mm <sup>2</sup>	3x20A			1100			1100			1100	1500V		
CA-04	ELEVADOR 4	4mm <sup>2</sup>	3x20A	1100			1100			1100			1500V		
OBSERVACIONES:															
MARCA: FLUKE				N° CERT. LEI-763-2023											
MODELO: 1507															
FIRMA				FIRMA				RESIDENTE DE OBRA				SUPERVISOR DE CALIDAD			

Figura 94 Formato NTP 370.304 Megado de cables TTP

FORMATO NTP 370.304			
<b>PROTOCOLO DE VERIFICACIÓN :</b> <b>MEGADO DE CABLES DE TTP (Tablero de Teleproceso)</b>		FECHA: / /  REVISIÓN: 01	
<b>PROYECTO</b>	COMERCIO-TALLER	<b>N° CORRELATIVO</b>	
<b>DISCIPLINA</b>	INSTALACIONES ELÉCTRICAS		
<b>FECHA INICIO</b>		<b>FECHA FIN</b>	
<b>PLANO REF</b>	IE-02 ALIMENTADORES		

PLANO DE REFERENCIA: IE-01 DIAGRAMA UNIFILAR

DATOS TÉCNICOS DEL CABLE	MODELO	Nº80
DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO	MODELO	1507
INSULATION TESTER	CALIBRADOR:	INSTRUMENGENIERIA SAC
MEGOMETRO DIGITAL	TENSION	1KV

MARCA	INDECO	TIPO	UNIPOLAR
MARCA	FLUKE	FECHA DE CALIBRACION	17/10/2023
N° CERTIF. LEI 763-2023		ALCANCE DE ESCALA: 1000V(0.3-1160)	
TIEMPO DE PRUEBA: 6		PRUEBA SEGÚN NTP 370.304	

TABLERO DE TELEPROCESOS TTP, 380/220VAC, 3F+N+T, 60Hz.													
ORTUITO	DESCRIPCION	CAIBRE	AMPERAJE	R - N	S - N	T - N	R - S	R - T	S - T	R-TIERRA	S-TIERRA	T-TIERRA	N-TIERRA
IG	INTERRUPTOR GENERAL	16mm <sup>2</sup>	3x60A	9.360	1160	1160	9060	1060	1060	1060	1160	1160	550MΩ
CTP-01	TOMACORRIENTES	4mm <sup>2</sup>	1x20A	1160			1160			1160			550MΩ
CTP-02	TOMACORRIENTES	4mm <sup>2</sup>	1x20A		1160			1160			1160		550MΩ
CTP-03	TOMACORRIENTES	4mm <sup>2</sup>	1x20A			1160			1160			1160	550MΩ
CTP-04	TOMACORRIENTES	4mm <sup>2</sup>	1x20A	1160			1160			1160			550MΩ
CTP-05	TOMACORRIENTES	4mm <sup>2</sup>	1x20A		9.360			1160			1160		550MΩ
CTP-06	TOMACORRIENTES	4mm <sup>2</sup>	1x20A			1160			1160			1160	550MΩ
CTP-07	TOMACORRIENTES	4mm <sup>2</sup>	1x20A	1160			1060			1060			550MΩ
CTP-08	TOMACORRIENTES	4mm <sup>2</sup>	1x20A		1160			1160			1160		550MΩ
CTP-09	TOMACORRIENTE GABINETE DE TABLERO DE TCC	6mm <sup>2</sup>	1x32A			1160			1160			1160	550MΩ
CTP-10	TABLERO DE TCC	6mm <sup>2</sup>	3x32A	1160	1160	1160	1160	1160	1160	1160	1160	9.360	550MΩ
CTP-11	TABLERO DE TCC	6mm <sup>2</sup>	3x32A	1160	1160	1160	1160	1160	1160	1160	1160	1160	550MΩ
CTP-12	TOMACORRIENTES	4mm <sup>2</sup>	1x20A	1160			1160			1060			550MΩ
CTP-13	RESERVA EQUIPADA	4mm <sup>2</sup>	1x20A		1160			1160			1160		550MΩ

**OBSERVACIONES:**

MARCA: FLUKE  
MODELO: 1507  
N° CERT LEI-763-2023

FIRMA	RESIDENTE DE OBRA	SUPERVISOR DE CALIDAD

Figura 95 Formato NTP 370.304 Megado de cables TE

FORMATO NTP 370.304					
<b>PROTOCOLO DE VERIFICACIÓN :</b> <b>MEGADO DE CABLES DE TE (Tablero de emergencia)</b>				FECHA: / /	
				REVISIÓN: 01	
<b>PROYECTO</b>	COMERCIO-TALLER			<b>N° CORRELATIVO</b>	
<b>DISCIPLINA</b>	INSTALACIONES ELÉCTRICAS				
<b>FECHA INICID</b>				<b>FECHA FIN</b>	
<b>PLANO REF</b>	IE -02 ALIMENTADORES				

<b>DATOS TÉCNICOS DEL CABLE</b>	MODELO	NHSB
<b>DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO</b>	MODELO	1587
<b>INSULACIÓN TESTER</b>	CALIBRADOR:	INSTRUMGENIERIA SAC
<b>MEGOMETRO DIGITAL</b>	TENSION	3KV

<b>TIPO</b>	UNIPOLAR
<b>FECHA DE CALIBRACION</b>	17/10/2023
<b>ALCANCE DE ESCALA: 100V(D.C-110V)</b>	
<b>PRUEBA SEGÚN NTP 370.304</b>	

TABLERO DE EMERGENCIA TE, 380/220VAC, 3F+N+T, 60Hz.													
CIRCUITO	DESCRIPCION	CALIBRE	AMPERAJE	R - N	S - N	T - N	R - S	R - T	S - T	R-TIERRA	S-TIERRA	T-TIERRA	N-TIERRA
IG	INTERRUPTOR GENERAL	16mm <sup>2</sup>	3x60A	1160	1160	1160	2060	1160	1160	1060	1160	1160	550MD
G.E.	GRUPO ELECTROGENO	16mm <sup>2</sup>	3x60A	1160	1160	1160	1160	1160	1160	1160	1160	1160	1160
CE-01	ILUMINACION	4mm <sup>2</sup>	1x20A	1160			1160			1160			550MD
CE-02	ILUMINACION	4mm <sup>2</sup>	1x20A		1160			1160			1160		550MD
CE-02	LUZ DE EMERGENCIA	4mm <sup>2</sup>	1x20A		1160			1160			1060		550MD
CE-03	ILUMINACION	4mm <sup>2</sup>	1x20A			1160			1060			1160	550MD
CE-04	ILUMINACION	4mm <sup>2</sup>	1x20A	1160			1160			1160			550MD
CE-05	ILUMINACION CORREDOR DE BACK	4mm <sup>2</sup>	1x20A		1160			1160			1160		550MD
CE-05	LUZ DE EMERGENCIA	4mm <sup>2</sup>	1x20A		1160			1160			1160		550MD
CE-06	ILUMINACION HALL DE INTERCAMBIO	4mm <sup>2</sup>	1x20A			1160			1160			1160	550MD
CE-07	ILUMINACION AREA DE ASESORIA	4mm <sup>2</sup>	1x20A	9.360			1160			1160			550MD
CE-08	ILUMINACION	4mm <sup>2</sup>	3x60A		1060			1160			1160		550MD
CE-09	MODULO ESPRES ILUMINACION	4mm <sup>2</sup>	3x60A			1160			1060			1160	550MD
CE-10	AA RACK DE COMUNICACIONES	6mm <sup>2</sup>	1x32A	1160			1160			1160			550MD
CE-11	TOMACORRIENTES CUARTO ELECTRNICO	4mm <sup>2</sup>	1x20A		1160			1.560			1160		550MD
CE-12	CHAPA ELÉCTRICA Y PULSADORES	4mm <sup>2</sup>	1x20A			1160			1160			1160	550MD
CE-13	TABLERO TPT	16mm <sup>2</sup>	3x60A	1160	1160	9.360	1160	1160	1160	1160	1160	1160	550MD
CE-14	TABLERO TB	6mm <sup>2</sup>	1x32A		1160			1160			1160		550MD
CE-15	PANEL DEL SISTEMA DICODI	4mm <sup>2</sup>	1x20A			1160			1160			1160	550MD

**OBSERVACIONES:**

MARCA: FLUKE  
MODELO: 1587  
N° CERT: LEI-765-2023

<b>SUPERVISOR ELECTRICA NL</b>	<b>RESIDENTE DE OBRA</b>	<b>SUPERVISOR DE CALIDAD</b>
FIRMA	FIRMA	FIRMA

Figura 96 Formato NTP 370.304 Megado de cables TPT

FORMATO NTP 370.304													
PROTOCOLO DE VERIFICACIÓN : MEGADO DE CABLES DE TPT(Tablero de protección del transformador)										FECHA: / /			
										REVISIÓN: 01			
PROYECTO	COMERCIO-TALLER										N° CORRELATIVO		
DISCIPLINA	INSTALACIONES ELÉCTRICAS										FECHA FIN		
FECHA INICIO													
PLANO NTP	DE 32 ALIMENTADORES												
PLANO DE REFERENCIA: 0-01 DIAGRAMA UNIFAS													
DATOS TÉCNICOS DEL CABLE		MODELO	NMB		MARCA		INDECO		TIPO		LIVRO/AR		
DATOS TÉCNICOS DEL MEGADO		MODELO	3907		MARCA		FLUX		FECHA DE CALIBRACION		12/10/2023		
INSULACION TESTER		CALIBRACION		INSTRUMENTERIA SAC		N° CERT. IIE 769-2023		ALCANCE DE ESCALA:		100V(0.1-2100)			
MCGIMETRO DIGITAL		TENSION		39V		TIEMPO DE PRUEBA: 60s		PRUEBA SEGUN		NTP 370.304			
<b>TABLERO DE PROTECCION AL TRANSFORMADOR TE, 380/380VAC, 3F+N+T, 60Hz.</b>													
CORTURO	DESCRIPCION	CALIBRE	AMPERAJE	B-N	S-N	T-N	B-S	B-T	S-T	A-TIERRA	S-TIERRA	T-TIERRA	N-TIERRA
02	INTERRUPTOR GENERAL	30mm²	400A	1100	1300	1100	1000	1100	1300	1000	1100	1100	500MΩ
	DEL N° AL TRANSFORMADOR	35mm²	150VA	1100	1300	1100	1000	1100	1300	1000	1100	1100	500MΩ
	DEL TRANSFORMADOR AL PANEAL	25mm²	15 EVA	1100	1300	1100	1000	1100	1300	1000	1100	1100	500MΩ
51	FUSIBLE	6mm²	300A	1100	1300	1100	1000	1100	1300	1000	1100	1100	500MΩ
52	ALUM. AL ESTABILIZADOR	35mm²		1100	1300	1100	1000	1100	1300	1000	1100	1100	500MΩ
88	DEL ESTABILIZADOR AL STM DEL N° TPT	25mm²	400A	1100	1300	1100	1000	1100	1300	1000	1100	1100	500MΩ
OBSERVACIONES:													
MARGA FLUX: N° CERT. IIE-769-2023													
MODELO: 3907													
FIRMA				FIRMA				RESIDENTE DE OBRA		SUPERVISOR DE CALIDAD			

Después de haber realizado las mediciones tanto de los sistemas de puesta a tierra y de la resistencia de aislamiento, presentar los valores, y emitir los certificados presentados, podemos certificar toda la instalación eléctrica, de acuerdo al formato del anexo D de la NTP 370.310. Por lo tanto:

Figura 97 Certificado del estado de las instalaciones eléctricas del local

F CERTIFICACIÓN		
DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE PARTIDA ( PROYECTO / MEMORIA TÉCNICA): <b>COMERCIO - TALLER</b>		
CERTIFICADO DE INSPECCIÓN INICIAL:	<b>31/11/2023</b>	N° DE CERTIFICADO:
CERTIFICADO DE INSPECCIÓN PERIÓDICA:	<b>IE001</b>	PROXIMA INSPECCIÓN PERIÓDICA:
		<b>31/11/2024</b>
_____, ingeniero/a, técnico/a, etc., Código N° _____ de _____ <b>CERTIFICA:</b> Que la instalación que se describe en el presente documento ha sido ejecutada de acuerdo con la documentación técnica indicada y que a la instalación se le ha efectuado las verificaciones y pruebas conforme al PNPT 370.310, con las siguientes observaciones: <p style="text-align: center;"><b>LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DEL LOCAL CUMPLE LA NTP 370.310</b></p> _____ _____ Y para que conste, a los efectos oportunos, expido el presente en <p style="text-align: center;"><b>AREQUIPA</b> a <b>31</b> de <b>NOVIEMBRE</b> de <b>2023</b></p> ( Firma y sello ) D.N.I : _____		

Entonces al aplicar la NTP 370.310, nos ha permitido evaluar, emitir un informe de observaciones en los que se detectó defectos muy graves en la instalación existente, los cuales fueron levantados inicialmente con un proyecto de las instalaciones eléctricas y los diagramas unifilares, los cuales fueron ejecutados plenamente en el local, después de lo cual se realizaron las mediciones y certificaciones que nos indica la norma, por lo que el local después de este procedimiento cumple con todas las normas vigentes como el Código Nacional de Electricidad Utilización, Reglamento Nacional de Edificaciones, NTP370.310., NTP370.304; principalmente.

En resumen, para la aplicación de la NTP 370.310, tenemos:

**Evaluación Regular de las instalaciones eléctricas:**

Se realizará inspecciones visuales periódicas (OBLIGATORIO ANUALMENTE) recomendado cada seis meses, de todas las instalaciones eléctricas y se completará el anexo E de la NTP 370.310. Se verificará la integridad de los tableros, luminarias, tomacorrientes, conductores, interruptores, enchufes y otros componentes eléctricos. Y se corregirá cualquier desgaste, daño o corrosión. Además, se tienen que tener los planos eléctricos y diagramas unifilares actualizados. Y la potencia contratada debe coincidir siempre con la máxima demanda del local.

*Tabla 35 Anexo E de la NTP 370.310*

**ANEXO E  
(INFORMATIVO)**

**GUIÁ PARA LA VERIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN  
ELÉCTRICA**

GUIÁ DE LA INSPECCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS			
ITEM	VERIFICACIÓN	CNE V <sup>3)</sup>	CNE <sup>3)</sup>
<b>I TABLERO GENERAL Y TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN<sup>1)</sup></b>			
1.01	El tablero es de un material aprobado y adecuado para el ambiente donde se encuentra.	4.7.3.1, 4.10.4.1, 4.7.2.1	020-024
1.02	El tablero cuenta con guardas, tapas y/o cubiertas que impidan el acceso al interior.	4.10.3.6	020-202
1.03	Cuenta con señalización de seguridad de riesgo eléctrico en la tapa o adjunta a ella.	DGE PART III SEC 12	150-404
1.04	El tablero tiene el directorio de circuitos colocado en un lugar visible e impreso un material adecuado.	2.1.20	020-100 (3)

Nota: Norma Técnica Peruana (NTP) 370.310

De acuerdo a la evaluación según el formato del anexo E, se deben revisar las Conexiones, Inspeccionar y apretar conexiones eléctricas, como terminales y empalmes. Buscar y corregir cualquier calentamiento anormal en las conexiones.

Se deben realizar pruebas al sistema de Emergencia de encendido y tiempo de permanencia.

Además, se verificará del Sistema de Puesta a Tierra, realizando las mediciones pertinentes del sistema de puesta a tierra para garantizar su eficacia y/o corregir cualquier problema de puesta a tierra identificado durante las pruebas. Es decir, se efectuará un mantenimiento al sistema de puesta a tierra en función del valor de la medición. Se verificará la resistencia de aislamiento de los tableros, conductores y equipos, con los instrumentos adecuados y certificados.

### **Propuestas de mejora de las instalaciones eléctricas**

De acuerdo a la evaluación realizada en el ítem anterior, se debe de presentar un plan de trabajo para levantar dichas observaciones, desde cambios, reparaciones, reemplazos de diferentes componentes de las instalaciones eléctricas, y/o una propuesta de cambio mediante planos eléctricos y diagramas unifilares acordes con los cambios en la instalación eléctrica. Entonces de cada observación de la tabla del anexo E de la NTP 370.310, se debe de proceder a levantar cada una de estas observaciones.

### **Ejecución de las propuestas de mejora**

Como se indicó en el punto anterior, se tendrá que hacer una acción específica por cada observación de la tabla del anexo E de la NTP 370.310, modificando parcial o totalmente las instalaciones eléctricas en físico, de acuerdo al requerimiento dichos cambios tendrás que plasmarse exactamente en los planos as build, para futuros cambios.

### **Certificación de resultados**

Después de haber realizado el levantamiento de todas las observaciones, se procederá a realizar todas las mediciones necesarias como la medición de todos los sistemas de puesta a tierra, las mediciones de resistencia de aislamiento y otras que fueran necesarias, como del nivel de tensión en los diferentes puntos o de continuidad, finalmente con todos estos resultados ya se pueden realizar las certificaciones que tiene una duración de un año,

tendremos el certificado de puesta a tierra, certificado de resistencia de aislamiento, certificado de luces de emergencia y certificado de las instalaciones eléctricas.

*Tabla 36* Certificación de resultados

A		TITULAR	
APELLIDOS Y NOMBRES		D.N.I. / R.U.C:	
B			
CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN			
DIRECCIÓN :			NÚMERO TELEFÓNICO
REGIÓN	<b>AREQUIPA</b>	PROVINCIA	<b>AREQUIPA</b>
TIPO DE INSTALACIÓN / USO		CANTIDAD DE PISOS	SUPERFICIE
<b>COMERCIO TALLER</b>		<b>2</b>	<b>761.14</b>
POTENCIA INSTALADA (KW)		POTENCIA CONTRATADA (KW)	TENSIÓN (V)
C			
EMPRESA SUMINISTRADORA DE ENERGIA ELECTRICA			
NOMBRE DE LA EMPRESA SUMINISTRADORA			
<b>SEAL SAC</b>			
D			
EMPRESA INSTALADORA			
APELLIDOS Y NOMBRES/ RAZON SOCIAL			
NOMBRE DEL INSTALADOR			
E			
PROTECCION			
F			
CERTIFICACIÓN			
DOCUMENTACION TÉCNICA DE PARTIDA ( PROYECTO / MEMORIA TÉCNICA):			
<b>COMERCIO - TALLER</b>			
CERTIFICADO DE INSPECCIÓN INICIAL:	<b>31/11/2023</b>	Nº DE CERTIFICADO:	CALIFICACIÓN:
CERTIFICADO DE INSPECCIÓN PERIÓDICA:	<b>IE001</b>	PROXIMA INSPECCIÓN PERIÓDICA:	<b>31/11/2024</b>
<p>_____, ingeniero/a, técnico/a, etc.,</p> <p>Código Nº _____ de _____</p> <p><b>CERTIFICA:</b></p> <p>Que la instalación que se describe en el presente documento ha sido ejecutada de acuerdo con la documentación técnica indicada y que a la instalación se le ha efectuado las verificaciones y pruebas conforme al PNTP 370.310, con las siguientes observaciones:</p> <p style="text-align: center;"><b>LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DEL LOCAL CUMPLE LA NTP 370.310</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Y para que conste, a los efectos oportunos, expido el presente en</p> <p style="text-align: center;"><b>AREQUIPA</b> a <b>31</b> de <b>NOVIEMBRE</b> de <b>2023</b></p> <p>( Firma y sello )</p> <p>D.N.I :</p>			

Entonces de acuerdo a la NTP370.310, y como se explicó en el alcance y limitaciones del presente trabajo, se propone el siguiente programa de mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas únicamente, considerando para todos los ítems una criticidad de 1,

para todos los componentes de la instalación eléctrica, como lo indica dicha NTP, porque siendo instalaciones eléctricas cualquier falla puede generar electrocuciones, cortocircuitos o dejar sin energía la planta. A continuación, se presenta el programa de mantenimiento preventivo según la NTP 370.310.

**Tabla 37** Propuesta programa para el mantenimiento preventivo

ITEM	ACTIVIDADES	CRITICIDAD	CODIGO	AREA	RESPONSABLE	PERIODOS DE MANTENIMIENTO									
						DIARIO	1 MES	3 MESES	6 MESES	1 AÑO	2 AÑOS	3 AÑOS	5 AÑOS	7 AÑOS	
	<b>TABLEROS ELECTRICOS</b>	1			Area de Mant.										
1	Limpieza de Tableros de Distribución con brocha o aspiradora	1			Area de Mant.			X							
2	Calibración de Termomagnéticos	1			Area de Mant.					X					
3	Inspección de tableros de distribución	1			Area de Mant.		X								
4	Pruebas de aislamiento	1			Area de Mant.					X					
5	Identificación de las fases de los cables de alimentación	1			Area de Mant.					X					
6	Medición de voltajes, corrientes, temperaturas y resistencias de puestas a tierra	1			Area de Mant.					X					
7	Inspección de los conductores de puesta a tierra estén bien asegurados, correctamente conectados y que exista continuidad eléctrica entre los cables y la estructura del tablero	1			Area de Mant.					X					
8	Verificación que las características físicas del tablero correspondan a los reportado en el diagrama unifilar	1			Area de Mant.					X					
9	Inspección que no existan daños o piezas flojas (Tornillería en interruptores y barrajes)	1			Area de Mant.					X					
10	Verificación que no exista calentamiento anormal en los conductores de acometida	1			Area de Mant.					X					
11	Inspección de los contactos y limpieza del núcleo de las bobinas de los contactores	1			Area de Mant.					X					
12	Inspección y mantenimiento de los interruptores	1			Area de Mant.				X						
13	Peinado de los cables de los tableros	1			Area de Mant.					X					
14	Verificación de la hermetización de los tableros	1			Area de Mant.					X					
15	Revisión de los directorios de los circuitos y leyendas	1			Area de Mant.					X					
16	Inspección de las señales de peligro y seguridad	1			Area de Mant.					X					
17	Señalización y Rebocar con pintura las puertas de los tableros	1			Area de Mant.					X					
18	Energización eléctrica de tableros y verificación del correcto funcionamiento	1			Area de Mant.					X					
19	Check o revisión en formatos por personal de mantenimiento	1			Area de Mant.					X					
20	Inspección de los cables interiores	1			Area de Mant.					X					
	<b>LUMINARIAS</b>				Area de Mant.										
1	Cambio de Lámparas de luminarias	1			Area de Mant.										
2	Ajuste de accesorios de luminarias	1			Area de Mant.		X								
3	Inspección de Encendido de lámparas	1			Area de Mant.	X									
4	Cambio de equipos de encendido de luminarias	1			Area de Mant.				X						
5	Limpieza por exposición a la suciedad	1			Area de Mant.			X							
6	Verificación del envejecimiento de los componentes	1			Area de Mant.					X					
7	Cambio de luminarias	1			Area de Mant.										
8	Mantenimiento de los soportes de las luminarias	1			Area de Mant.					X					
9	Verificación de la tensión en bomes de las luminarias	1			Area de Mant.					X					
10	Mantenimiento de los conductores de alimentación	1			Area de Mant.					X					

**Tabla 38 Programa de mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas**

ITEM	ACTIVIDADES	CRITICIDAD	CODIGO	AREA	RESPONSABLE	PERIODOS DE MANTENIMIENTO												
						DIARIO	1 MES	3 MESES	6 MESES	1 AÑO	2 AÑOS	3 AÑOS	5 AÑOS	7 AÑOS				
11	Inspección de la corrosión tanto interna como externa de los soportes	1			Area de Mant.													
12	Inspección de la deformaciones de los soportes causado por el viento o choques	1			Area de Mant.													
13	Verificación de los sistemas de regulación del nivel luminoso	1			Area de Mant.													
14	Verificación del funcionamiento y reemplazo de los elementos necesarios	1			Area de Mant.													
<b>TOMACORRIENTES/INTERRUPTORES</b>																		
1	Revisión de la acción mecánica	1			Area de Mant.				X									
2	Verificación de tomacorrientes calientes termografía	1			Area de Mant.					X								
3	Cambio de tomacorrientes quemados	1			Area de Mant.					X								
4	Cambio de tomacorrientes pegados	1			Area de Mant.					X								
5	Inspección de contactos de fase a tierra	1			Area de Mant.					X								
6	Inspección por daños de acción eléctrica	1			Area de Mant.					X								
7	Inspección por daños de terceros	1			Area de Mant.			X										
8	Inspección por mala utilización	1			Area de Mant.		X											
9	Medición de los amperajes de los tomacorrientes	1			Area de Mant.					X								
10	Medición de la tensión y con respecto a tierra	1			Area de Mant.					X								
<b>CONDUCTORES</b>																		
1	Verificación visual de los empalmes y derivaciones	1			Area de Mant.				X									
2	Termografía de los empalmes y derivaciones, conexiones	1			Area de Mant.					X								
3	Medida del nivel de aislamiento	1			Area de Mant.					X								
4	Medida de continuidad de los conductores	1			Area de Mant.					X								
5	Medición en cortocircuito y en vacío	1			Area de Mant.					X								
6	Verificación de la secuencia de fases	1			Area de Mant.					X								
7	Verificación de la sección con la carga	1			Area de Mant.					X								
8	Tomar lecturas de voltajes y corrientes	1			Area de Mant.					X								
<b>PUESTAS A TIERRA</b>											X							
1	Verificación de la condición física del electrodo	1			Area de Mant.					X								
2	Medición de la resistencia de puesta a tierra	1			Area de Mant.					X								
3	Cambio total de los sistemas de puestas a tierra	1			Area de Mant.											X		
4	Revisión de la conexión del electrodo	1			Area de Mant.					X								
5	Limpieza del electrodo en contacto con el conector	1			Area de Mant.				X									
6	Revisión y ajustes	1			Area de Mant.				X									
7	Medición de equipotencialidad -continuidad	1			Area de Mant.					X								
8	Revisión de estructuras de anclaje: aisladores y anclajes	1			Area de Mant.				X									
9	Mantenimiento del sistema de puesta a tierra	1			Area de Mant.					X								
	se añadirá bentonita y gel	1			Area de Mant.					X								
10	Señalización y numeración de posos a tierra	1			Area de Mant.													

*Tabla 39 Programa de mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas -continuación*

ITEM	ACTIVIDADES	CRITICIDAD	CODIGO	AREA	RESPONSABLE	PERIODOS DE MANTENIMIENTO							
						DIARIO	1 MES	3 MESES	6 MESES	1 AÑO	2 AÑOS	3 AÑOS	5 AÑOS
	<b>EQUIPOS ELECTRICOS</b>				Area de Mant								
11	Revisión y mantenimiento de la acción mecánica	1			Area de Mant		X						
12	Verificación de Equipos y terminales con termografía	1			Area de Mant				X				
12	Cambio de terminales quemados	1			Area de Mant					X			
14	Inspección de contactos de las bornas fase y tierra	1			Area de Mant					X			
15	Inspección por daños de acción eléctrica	1			Area de Mant					X			
16	Inspección por daños de terceros	1			Area de Mant			X					
17	Inspección por mala utilización	1			Area de Mant		X						
18	Pruebas de aislamiento	1			Area de Mant					X			
19	Identificación de las fases de los cables de alimentación	1			Area de Mant					X			
20	Medición de voltajes, corrientes, temperaturas y resistencias de puestas a tierra	1			Area de Mant					X			
					Area de Mant					X			
21	Inspección de los conductores de puesta a tierra estén bien asegurados, correctamente conectados y que exista continuidad eléctrica entre los cables y la estructura de los equipos eléctricos	1			Area de Mant				X				
					Area de Mant								
					Area de Mant								
					Area de Mant				X				
22	Verificación que las características físicas del equipo correspondan a los reportado en el diagrama unifilar	1			Area de Mant					X			
					Area de Mant					X			
23	Inspección que no existan daños o piezas flojas	1			Area de Mant								

## CONCLUSIONES

1. Se dio a conocer todos los aspectos, anexos y procedimientos de la Norma Técnica Peruana 370.310 de certificación, seguridad eléctrica y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en edificaciones en las instalaciones eléctricas presentándose las tablas de evaluación de una instalación eléctrica para plantear el plan de mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas acorde a dicha norma.
2. En el capítulo 3, se presentó la evaluación de las instalaciones eléctricas del caso estudio, se aplicó la NTP 370.310 en una caso real, se siguió el procedimiento que nos indica la norma, se inició con una evaluación de las instalaciones eléctricas del Caso Estudio, revisándose desde la acometida, tableros eléctricos, cableado, luminarias, equipos eléctricos y sistemas de puesta a tierra y se verifico el incumplimiento de la normativa vigente NTP, Reglamento Nacional de Edificaciones, Código Nacional de Electricidad – Utilización, las instalaciones se encontraban en pésimas condiciones con un riesgo eléctrico muy alto, con defectos muy graves, además no contaban con planos eléctricos ni diagramas unifilares de los tableros eléctricos, entonces en ese estado de la instalación no era factible proponer un plan de mantenimiento sino un cambio total de las instalaciones eléctricas en mal estado. El local contaba con seis tableros eléctricos de los cuales el 100% incumplía la NTP 370.310, por lo que se replanteo los nuevos diagramas unifilares de los nuevos tableros eléctricos normalizados. El 100% del cableado se encontraba en mal estado, por lo que se tuvo que reemplazar, así como el 100% de las luminarias, tomacorrientes e interruptores.
3. Se elaboro un proyecto reingeniería de instalaciones eléctricas nuevo acorde a los requerimientos reales, equipos eléctricos existentes de la empresa y en cumplimiento de la NTP 370.310. Se realizo un cambio del 100% de las instalaciones eléctricas existentes. Luego de presentado y aprobado el proyecto se ejecutó, se cambiaron todas las instalaciones eléctricas desde los tableros hasta las luminarias, cableado, tomacorrientes, etc. Supervisándose en todo momento que se diera fiel cumplimiento al proyecto para que después no se presente ningún problema en las instalaciones, terminada la instalación se procedió a realizar las pruebas eléctricas que están estipuladas en la NTP 370.310, se presentó finalmente los certificados

correspondientes, las certificaciones tienen una vigencia de un año, el certificado de puesta a tierra, certificado de resistencia de aislamiento de cada uno de los tableros eléctricos y de los conductores de los circuitos derivados, certificado de luces de emergencia y certificado de las instalaciones eléctricas. De acuerdo a los planos eléctricos propuestos se realizó el cálculo eléctrico de cada circuito, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, se consideró las cargas para cada circuito, después de dicho cálculo se procedió a realizar los diagramas unifilares, y se presentó el cálculo eléctrico de lo cual podemos concluir que la potencia contratada es insuficiente, por lo que se indicara al propietario que realice un aumento de su potencia contratada a 50KW, además de acuerdo al horario de trabajo de 7:00am a 18:00pm, es decir hace un consumo de potencia en las horas fuera de punta, por lo que también se deberá realizar el cambio del tipo de tarifa de BT5B Residencial a BT3, con doble medición de energía en horario punta (de 18:00 a 23:00) y fuera de punta (el resto del día). Con lo cual tendrá una disminución en el pago mensual, ya que la tarifa BT5B tiene un mayor costo de KWH energía eléctrica.

4. Se presentó el Plan de mantenimiento preventivo de instalaciones eléctricas según la Norma Técnica Peruana 370.310 de certificación, seguridad eléctrica y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en edificaciones del caso Estudio, pero lo podemos utilizar en cualquier instalación eléctrica de baja tensión. Se le añadió el estudio termográfico como parte del mantenimiento preventivo, dicha prueba no está contemplada en la NTP, pero hoy en día es una prueba muy útil para identificar posibles problemas relacionados con la temperatura en componentes eléctricos, utiliza cámaras termográficas para medir y visualizar las temperaturas de los equipos eléctricos, ayudando a detectar posibles puntos calientes que podrían indicar problemas como conexiones sueltas, desequilibrios de carga, o componentes defectuosos.
5. Se mejoraron las instalaciones eléctricas del caso Estudio en un 100%, ya que se propuso un proyecto reingeniería de instalaciones eléctricas, que cumplen con toda la normatividad vigente, y además se ejecuto dicho proyecto y finalmente se realizaron todas la pruebas eléctricas para comprobar la operatividad y buen estado del sistema eléctrico.

## RECOMENDACIONES

1. Se debe de aplicar de la Norma Técnica Peruana 370.310 de seguridad eléctrica, certificación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas, para todos los locales en funcionamiento, incluido viviendas, ya que presenta unas tablas de evaluación de las instalaciones eléctricas muy detallada, y así se pueda elaborar el mantenimiento más adecuado para dicha instalación.
2. Se debe ejecutar el plan de mantenimiento preventivo propuesto a fin de que las instalaciones nuevas continúen en buen estado de funcionamiento, y si realizan una ampliación de las instalaciones se debe de realizar en base a un proyecto eléctrico, y no de forma solo técnica, que es lo que se encontró inicialmente.
3. Se deberá solicitar un aumento de potencia contratada, puesto que el establecimiento contaba con solo 20 KW, mientras que en el cálculo eléctrico la máxima demanda estaba 49.78KW. Además, también podría ser una buena opción el cambio de suministro a media tensión e instalar una subestación eléctrica particular en la empresa para un ahorro económico en el costo de la tarifa eléctrica.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Albarado, M. D. (2017). *Elaboración de un plan de mantenimiento reventivo de los equipos críticos de las principales subestaciones de la empresa de energía de BOYACÁ S.A. E.S.P.* Bogota: Industrial LTDA.
- Aldana Vitores, A. (2019). *Diseño de Luminarias*. Valencia - España: Universitat Politècnica de València.
- Becerril, D. (2005). *Instalaciones Eléctricas Prácticas*. Mexico: Mexico.
- Bravo, V. &. (2012). *Diseño de mejora en el sistema de mantenimiento preventivo y correctivo para aumentar la disponibilidad de las máquinas*. Guayaquil: UNMG.
- Carrasco, E. (2008). *Instalaciones electricas de baja tension en edificios de*. Madrid: Ed. Tebar.
- CCS. (2022). *Control operacional en tareas de alto riego*. Obtenido de [https://capacitacion.ccs.org.co/capacitacion\\_files/16910860532235\\_2\\_1.pdf](https://capacitacion.ccs.org.co/capacitacion_files/16910860532235_2_1.pdf)
- CELSA. (2016). *Catalogo Capacidad de conductores*. Bogota: CELSA.
- Chapa, J. (2004). *Manual de Instalaciones de Alumbrado y Fotometría*. Mexico D.F.: Edición. Limusa S.A. Balderas.
- Condumex. (2009). *Manual técnico de instalaciones eléctricas en baja tensión*. Mexico: D.f.: Soluciones de comunicación.
- COPCO INGENIERIA. (2023). *Seguridad Eléctrica*. Obtenido de <https://copcoingenieria.com/producto/seguridad-electrica/>
- Cortes, J. &. (2014). *Diseño electrico de la instalacion de un hotel de 5 estrellas*. Mexico: Tebar.
- DayCor ®. (s.f.). *Technology is used to detect Corona Particle Discharge and Arcing on electric grid components*. Technology Distribution.

doble. (2023). Obtenido de <https://www.doble.com/product/pds200/?lang=es>

Duffuaa, S. R. (2009). *Sistemas de mantenimiento, planeación y control*. México D.F. : LIMUSA.

Electric, S. (2000). *Corrección del factor de potencia*. Barcelona: Schneider.

electriceverlin. (2020). Obtenido de

<https://www.electriceverlin.com/mpwt/producto.php?i=468>

Electrosanchis. (06 de 2021). Obtenido de [https://electrosanchis.com/blog/4\\_interruptor-conmutador-o-cruzamiento.html](https://electrosanchis.com/blog/4_interruptor-conmutador-o-cruzamiento.html)

Energetica.coop. (2023). Obtenido de <https://www.energetica.coop/eficiencia-energetica/>

Espinoza Montes, C. A. (2010). *Metodología de investigación tecnológica. Pensando en sistemas*. Huancayo, Perú: Imagen Gráfica SAC.

Gallejos, P. (2014). *Índices del plan de mantenimiento. Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad*. Mexico: Alfaomega .

Garrido, S. G. (2023). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Díaz de Santos.

GEESA. (2012). *Cálculo de campos eléctricos y magnéticos de 50 Hz, evaluación de radio interferencia y ruido audible*. Lima - Peru: Southern Perú.

Geprocem. (2023). *Mantenimiento de instalaciones eléctricas comerciales, industriales y residenciales*. Obtenido de <https://www.geprocem.com/servicios/mantenimiento-y-consultoria/mantenimiento-de-instalaciones-electricas-comerciales-industriales-y-residenciales/detalle>

Gómez, A. (2008). *Análisis y operación de sistemas de energía eléctrica*. Madrid España: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA.

Gutiérrez, A. M. (2009). *Mantenimiento, planeación, ejecución y control*. Mexico: Alfaomefga.

Harper, G. (2005). *El ABC de las Instalaciones Eléctricas Residenciales*. Mexico: Limusa.

Huaman Espinoza, R. E. (2019). *Rediseño del sistema de utilización eléctrica, para equilibrar las cargas en una edificación de villa maría del triunfo - 2019*. Obtenido de

<https://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/737/1/HUAMAN%20E%20SPINOZA%2C%20RUDY%20ERICK.pdf>

Industrial Solutions. (2019). *Protección de Falla a Tierra*. Obtenido de

<https://library.industrialsolutions.abb.com/publibrary/checkout/LAPL0079?TNR=Articles%7CLAPL0079%7CPDF&filename=LAPL0079.pdf>

INELDEC. (2023). Obtenido de <https://ineldec.com/producto/medidor-monofasico-de-energia-electronico/>

INMR. (2018). *INMR*. Obtenido de <https://www.inmr.com/pre-coating-rtv-silicone-glass-disc-insulators/>

INSATECSL. (2021). Obtenido de [https://www.insatecsl.com/termografia\\_electrica.htm](https://www.insatecsl.com/termografia_electrica.htm)

ISSEIN. (s.f.). *Mantenimiento y Capacitación*. Obtenido de <https://www.issein.co/>

leviton. (2018). Obtenido de <https://www.leviton.com/es/products/8310-i>

LUJAN SÁNCHEZ, M. X. (2008). *Optimización de la selectividad mediante aterramiento de sistemas con neutro aislado en la SET Ingenio*. HUANCAYO: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ.

Martinez, A. J. (2020). *Planificación de Mantenimiento en Sistemas Eléctricos*. Quito: PM-SAP.

MATMAX. (2021). Obtenido de <https://www.matmax.es/automaticos-y-diferenciales/productos/schneider-electric/15249-interruptor-diferencial-id-2p-25a-30ma-id-residencial-0017009206>

MEGGER. (2022). Obtenido de <https://csa.megger.com/products/mediciones-en-baja-tension>

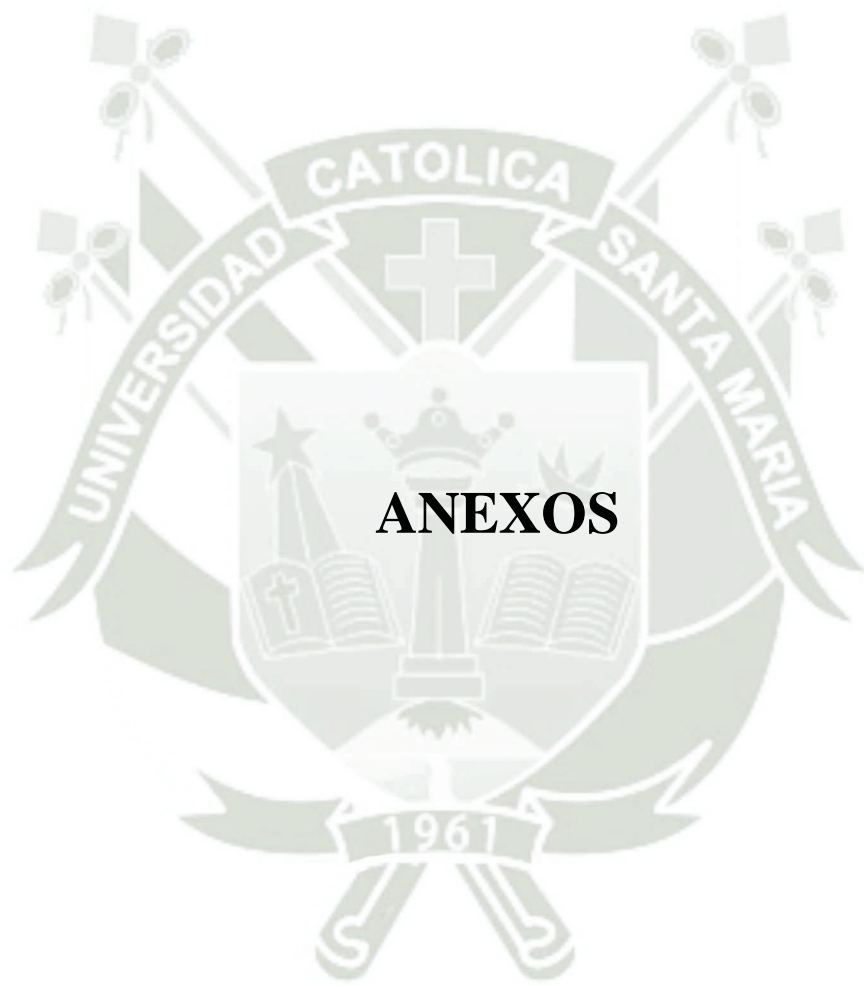
Mendez. (2019). Obtenido de

<https://mendezinternationalgroup.com/main1.php?como1%5B%5D=35039&como2>

%5B%5D=FERRETERIA&como3%5B%5D=&como4%5B%5D=&como5%5B%5D=&como6%5B%5D=

- MINAM. (2012). *Evaluación de radiaciones no ionizantes producidas por los servicios de telecomunicaciones y redes eléctricas en la provincia de Lima*. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/Evaluaci%C3%B3n-de-Radiaciones-No-Ionizantes-producidas-por-los-Servicios-de-Telecomunicaciones.compressed.pdf>
- Minas, M. D. (1999). *Seguridad Eléctrica. Elección de los materiales eléctricos en las instalaciones interiores para puesta a tierra. Conductores de protección de cobre*. Lima-Perú: MINEM.
- MINEM. (2011). *Código Nacional de Electricidad*. Obtenido de <https://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2011/Mayo/05/RM-214-2011-MEM-DM.pdf>
- MINEM. (2013). *SEGURIDAD ELÉCTRICA. Certificación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en edificaciones*. Lima: INDECOPI.
- Monsalve, M. O. (2012). *Coordinación de protección del Alimentador BE-S03 – sistema eléctrico Bellavista Rural*. Lima: UNMSM.
- Mora Gutierrez, A. (2009). *Mantenimiento, planeación, ejecución y control*. Mexico: Alfaomega.
- Moreno, J., Lasso, D., & Fernadez, C. (2016). *Instalaciones Eléctricas Interiores*. Madrid: Ediciones Paraninfo , S A.
- Moreno, N. &. (2009). *Instalaciones eléctricas de baja tension*. Madrid España: Paraninfo.
- Mujal Rosas, R. M. (2002). *Electrotecnia*. Cataluña: Universitat Politècnica.
- Norma Técnica Peruana. (s.f.). *Norma Técnica Peruana 370.310*. Obtenido de <https://1library.co/article/distanciamiento-m%C3%ADnimo-seguridad-seg%C3%BAAn-norma-t%C3%A9cnica-peruana.q2m5g52y>
- OSINERGMIN. (20015). *Garantía de Suministro de Electricidad*. Lima: MINEM.

- OSINERGMIN. (2011). *La medición electrónica de la energía*. Lima Peru: MINEM.
- Pérez Loarca, W. E. (2015). *Manual de aplicación de la norma IEEE Std 81 para líneas y subestaciones*. El Salvador: Universidad de El Salvador.
- Peru, M. d. (2008). *Manual de Sustentacion delCodigo Nacional de electricidad*. Lima: MINEM.
- Proelectrica. (2019). Obtenido de <http://www.proelectrica.net/blog/sistema-de-puesta-a-tierra.html>
- Proelectricos. (2021). Obtenido de <https://proelectricos.com/>
- Reliability. (2016). *Gestión integral de mantenimiento basada en confiabilidad*. Bogota: Atlas.
- Rodriguez, M. (2003). *Diseño de instalación eléctrica de residenciales*. Lima: Proyecto mundo 2000.
- Román, L. (2007). *Proyecto y diseño de instalaciones en media y baja tension para un edificio*. Guayaquil: Universidad catolica de Santiago de Guayaquil.
- Sanz Serrano, J. L. (2009). *Técnicas y procesos en las instalaciones eléctricas en baja y media tensión*. Madrid: Paraninfo.
- Sciadirect. (01 de 02 de 2021). *An overview of acoustic emission inspection and monitoring technology in the key components of renewable energy systems*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S088832702030532X>
- Stevenson, W. D. (2005). *Análisis de sistemas eléctricos de potencia*. Mexico: McGraw-Hill.
- Zobaa, A. F. (2011). *Power quality: Monitoring ,analysis and enhancement. BoD–Books on Demand*. EEUU: PEARSON.



## ANEXO A (INFORMATIVO)

### RESULTADO DE LA VERIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Como resultado de la verificación se emitirá el certificado de inspección, en el cual figurarán los datos de identificación de la instalación y la posible relación de defectos, con su clasificación.

#### A.1 Calificación de la instalación

**A.1.1 Conforme:** Cuando no se determine la existencia de ningún defecto muy grave o grave. En este caso, los posibles defectos leves se anotarán para constancia del titular, con la indicación de que deberá poner los medios para subsanarlos antes de la próxima inspección; Asimismo, podrán servir de base a efectos estadísticos y de control del buen hacer de las empresas instaladoras.

**A.1.2 No conforme:** Cuando se observe, al menos, un defecto. En este caso:

- a) las nuevas instalaciones no podrán entrar en servicio, en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puedan obtener la calificación de favorable.
- b) a las instalaciones ya en servicio se les emitirá certificado negativo.

#### A.2 Clasificación de defectos

Los defectos en las instalaciones se clasificarán en: Defectos muy graves, defectos graves y defectos leves.

### A.2.1 Defecto muy grave

Es todo aquél que la razón o la experiencia determina que constituye un peligro inmediato para la seguridad de las personas o los bienes.

Se consideran defectos muy graves los incumplimientos de las medidas de seguridad que pueden provocar el desencadenamiento de los peligros que se pretendían evitar en relación con los choques eléctricos.

### A.2.2 Defecto grave

Es el que no supone un peligro inmediato para la seguridad de las personas o de los bienes, pero puede serlo al originarse una falla en la instalación. También se incluye dentro de esta clasificación, el defecto que pueda reducir de modo sustancial la capacidad de utilización de la instalación eléctrica.

Dentro de este grupo y con carácter no exhaustivo, se consideran los siguientes defectos graves:

- falta de conexiones equipotenciales, cuando éstas fueran requeridas;
- inexistencia de medidas adecuadas de seguridad contra contactos indirectos;
- falta de aislamiento de la instalación;
- falta de protección adecuada contra cortocircuitos y sobrecargas en los conductores, en función de la intensidad máxima admisible en los mismos, de acuerdo con sus características y condiciones de instalación;
- falta de continuidad de los conductores de protección;
- inexistencia de la puesta a tierra;
- valores elevados de resistencia de tierra en relación con las medidas de seguridad adoptadas.
- defectos en la conexión de los conductores de protección a las masas, cuando estas conexiones fueran preceptivas;
- sección insuficiente de los conductores de protección;

- existencia de partes o puntos de la instalación cuya defectuosa ejecución pudiera ser origen de averías o daños;
- naturaleza o características no adecuadas de los conductores utilizados;
- falta de sección de los conductores, en relación con las caídas de tensión admisibles para las cargas previstas;
- falta de identificación de los conductores "neutro" y "de protección";
- empleo de materiales, aparatos o receptores que no se ajusten a las especificaciones vigentes.
- carencia del número de circuitos mínimos estipulados
- la sucesiva reiteración o acumulación de defectos leves.

### **A.2.3 Defecto leve**

Es todo aquel que no supone peligro para las personas o los bienes, no perturba el funcionamiento de la instalación y en el que la desviación respecto de lo reglamentado no tiene valor significativo para el uso efectivo o el funcionamiento de la instalación.



ANEXO B  
(INFORMATIVO)

NORMAS TÉCNICAS PERUANAS DE LOS  
MATERIALES UTILIZADOS EN LAS INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS

1. NTP 370.052 “Seguridad Eléctrica–Materiales que constituyen el pozo de puesta a tierra”.
2. NTP 370.053 “Seguridad Eléctrica – Elección de Materiales eléctricos en las instalaciones interiores para puesta a tierra. Conductores de Protección de cobre”.
3. NTP 370.055 “Seguridad Eléctrica–Sistema de puesta a tierra. Glosario de términos”.
4. NTP 370.056 “Seguridad Eléctrica–Electrodos de cobre para puesta a tierra”.
5. NTP 370.252 “Conductores eléctricos-Cables aislados con Cloruro de polivinilo para tensiones hasta e inclusive 450/750 V”.
6. NTP 370.301 “Instalaciones eléctricas en edificios-Selección e instalación de equipos eléctricos. Capacidad de corriente nominal de conductores en canalizaciones”.
7. NTP 370.302 “Instalaciones eléctricas en edificios-Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones”.
8. NTP 370.303 “Instalaciones eléctricas en edificios-Protección para garantizar la seguridad. Protección contra choques eléctricos”
9. NTP 370.304 “Instalaciones eléctricas en edificios-Verificación inicial previa a la puesta en servicio”
10. NTP 370.305 “Instalaciones Eléctricas en Edificios-Protección para garantizar la seguridad. Protección contra los efectos térmicos”.
11. NTP 370.306 “Instalaciones Eléctricas en Edificios-Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las sobrintensidades”.

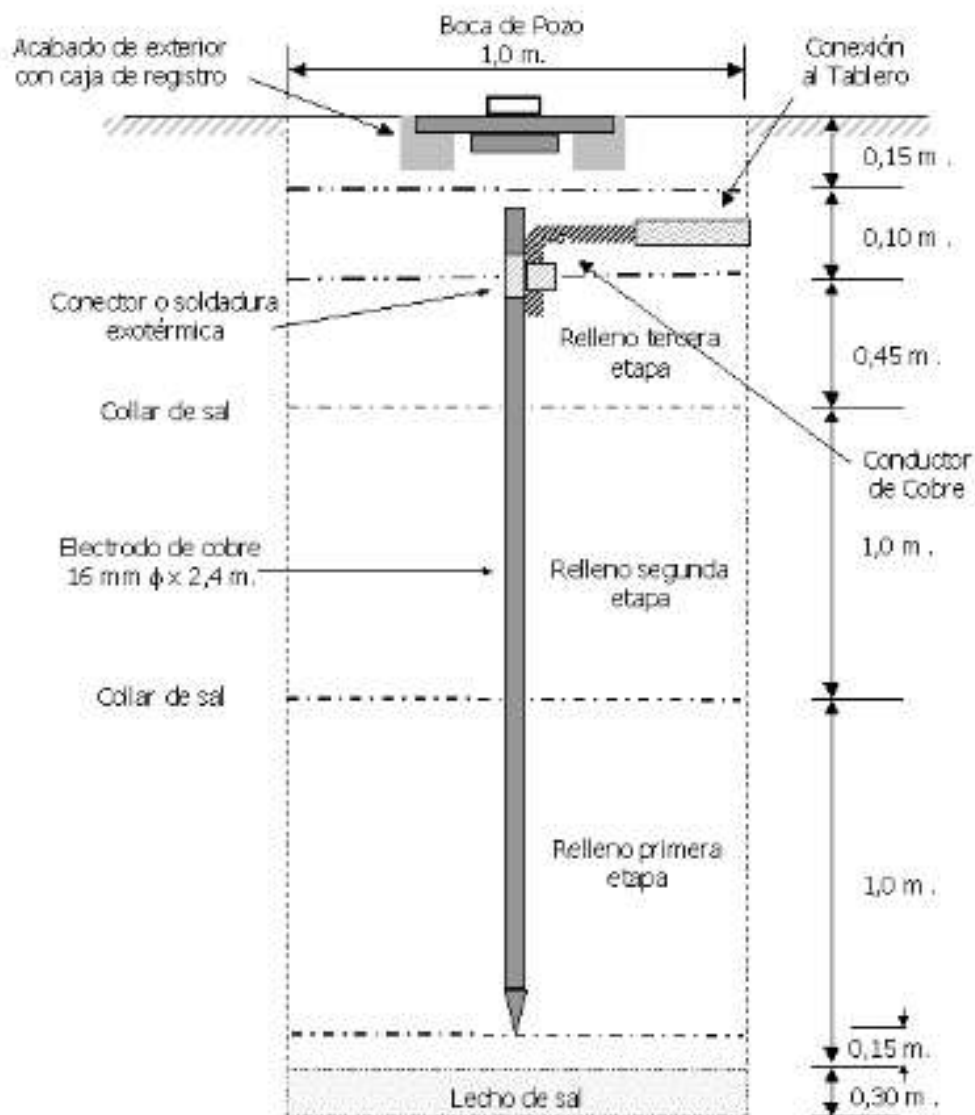
© INDECOPI 2013 – Todos los derechos son reservados

12. NTP IEC 60884-1 Enchufes y tomacorrientes para uso doméstico y propósitos similares. Parte 1: Requerimientos generales
13. NTP-IEC 60669 “Interruptores para instalaciones eléctricas fijas domésticas y similares. Parte 1: Requisitos Generales”.
14. NTP IEC 60898 Interruptores automáticos para protección contra sobrecorrientes en instalaciones domésticas y similares. Parte 1: Interruptores automáticos para operación con c.a.
15. NTP IEC 61008-1 Interruptores automáticos para actuar por corriente residual (interruptores diferenciales), sin dispositivo de protección contra sobrecorrientes, para uso doméstico y similares. Parte 1: Reglas generales
16. NTP IEC 61009-1 Interruptores automáticos para actuar por corriente residual (interruptores diferenciales), con dispositivo de protección contra sobrecorrientes incorporado, para uso doméstico y similares. Parte 1: Reglas generales
17. NTP IEC 60529 Grados de protección proporcionados por las envolventes. (Código IP)
18. NTP IEC 62262 Grados de protección proporcionados por los envolventes de equipos eléctricos contra los impactos mecánicos externos. (Código IK)



### ANEXO C (INFORMATIVO)

#### EJEMPLO DE ESQUEMA DE PUESTA A TIERRA VERTICAL (referencial)



ANEXO E  
(INFORMATIVO)

GUIÁ PARA LA VERIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN  
ELÉCTRICA

<b>GUIÁ DE LA INSPECCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>			
<b>ITEM</b>	<b>VERIFICACIÓN</b>	<b>CNE V <sup>2)</sup></b>	<b>CNE <sup>3)</sup></b>
<b>1 TABLERO GENERAL Y TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN <sup>1)</sup></b>			
1.01	El tablero es de un material aprobado y adecuado para el ambiente donde se encuentra.	4.7.3.1, 4.10.4.1, 4.7.2.1	020-024
1.02	El tablero cuenta con guardas, tapas y/o cubiertas que impidan el acceso al interior.	4.10.3.6	020-202
1.03	Cuenta con señalización de seguridad de riesgo eléctrico en la tapa o adjunta a ella.	DGE PART III SEC 12	150-404
1.04	El tablero tiene el directorio de circuitos colocado en un lugar visible e impreso un material adecuado.	2.1.20	020-100 (3)
1.05	El número y capacidad de los interruptores termo magnéticos de protección son los indicados en el proyecto y corresponden con la capacidad de los conductores que protegen.	3.1.2.2, 3.5.1.3	080-010, 080-104 y 080-400
1.06	El número y capacidad de los interruptores diferenciales son los indicados en el proyecto.		020-132
1.07	Los espacios de reserva tienen tapa.	4.7.2.3	070-3026
1.08	El tablero cuenta con una barra de tierra y está conectada a tierra. Así como las partes metálicas no activas del tablero están conectadas a la barra.	4.10.4.7	060-402 (1) h)
1.09	La sección de los conductores de protección cumple la norma	3.6.10.5	060-812 y 060-814
1.10	Existe suficiente espacio alrededor del tablero con el objeto de permitir una rápida y segura manipulación y mantenimiento.	2.1.15, 4.10.2.5	020.308
1.11	Otras verificaciones		
<b>2 INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS NO INCORPORADOS EN TABLEROS ELÉCTRICOS</b>			
2.01	El interruptor cuenta con envoltorio de protección de material aprobado y adecuado para el ambiente donde se encuentra.	4.9.1.3, 4.9.1.4	080-108
2.02	Si la caja de protección es metálica ¿Tiene conexión a tierra?	4.9.1.12	060-402 (1) h)
2.03	La capacidad de corriente del interruptor corresponde con la capacidad de corriente de los conductores que protege.	3.5.1.3	080-010, 080-104 y 080-400
2.04	Otras verificaciones		
<b>3 CABLEADO Y LAS CANALIZACIONES</b>			
3.01	El tipo de conductor utilizado es el adecuado.	4.1.1.4	030-006 y 070.902
3.02	Los conductores deberán estar protegidos contra las influencias externas.	4.5.16, 4.5.17, 4.5.18 y 4.5.20	070-904

<b>GUÍA DE LA INSPECCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>			
<b>ITEM</b>	<b>VERIFICACIÓN</b>	<b>CNE V<sup>20</sup></b>	<b>CNE<sup>20</sup></b>
3.03	La capacidad de corriente de los conductores corresponde a la corriente del circuito y cumple con las secciones mínimas.	3.2.2, 4.2.3	030-002 y 030-004
3.04	La sección de los conductores de control del alumbrado es no menor de 1.5 mm <sup>2</sup> .	4.2.1.4	030-002
3.05	En el alumbrado fijo no se ha instalado conductores flexibles de tipo mellizo.	4.3.2.6	030-010 (3)
3.06	Los conductores en ambientes húmedos y/o corrosivos son del tipo adecuado.	4.2.1.7, 4.2.1.8	030.006 y 070.100
3.07	Los empalmes han sido ejecutados en cajas de paso y están unidos con dispositivos apropiados para el uso o con soldadura de bronce, soldadura de arco o soldadura blanda con un metal o aleación fusible.	2.1.14.2, 4.1.1.14	070-112 y 070-3002
3.08	La conexión de conductores a partes terminales están asegurados con una buena conexión sin dañar a los conductores utilizando conectores a presión, terminales para conexión soldada, o empalmes a terminales flexibles.	2.1.14.1	070-112
3.09	Las cajas de paso tienen tapa.	4.6.2.11	020-202 y 070-3004
3.10	Las canalizaciones metálicas están conectadas a tierra.	4.1.1.8	060.300
<b>4 TOMACORRIENTES Y ENCHUFES</b>			
4.01	Los tomacorrientes instalados son del tipo normalizado con puesta a tierra y están conectados al sistema de puesta a tierra.	5.8.13.1	150-700
4.02	La capacidad de corriente de los tomacorrientes corresponde a la capacidad de corriente del circuito.	3.1.2.3	150-700 y 150-702
4.03	Las tapas de tomacorrientes están fijadas con sus respectivos tornillos de fijación, no presentan rajaduras o están rotas.		020.202
4.04	La carga de las extensiones no excede la capacidad de corriente del tomacorriente.	3.1.2.3	
4.05	Los enchufes no presentan partes activas expuestas y su construcción es de frente muerto.	5.8.13.1.d	
4.06	Cuenta con tomacorrientes apropiados para exposición a la intemperie o ambientes húmedos.	5.8.13.2	150-708 (1)
4.07	Los tomacorrientes instalados en baños y lavanderías que están a una distancia de hasta 3 m de la fuente de agua están protegidos por interruptores diferenciales.	5.8.13.2	150.700 (13) y 150-702 (14)
<b>5. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</b>			
5.01	Las instalaciones eléctricas tienen puesta a tierra.	3.6.2, 3.6.3.2, 3.6.6.2, 3.6.6.4	060-100
5.02	La sección del conductor de puesta a tierra es la adecuada.	3.6.10.4	060-812 y 060-814
5.03	Estado de conservación del pozo de puesta a tierra es adecuado.	2.1.3, 2.1.12	010-010 (3) y 060-712
5.04	Cuenta con certificado de medición la resistencia firmado por	9.1, 3.6.9.3	010-010 (3) y

<b>GUÍA DE LA INSPECCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>			
<b>ITEM</b>	<b>VERIFICACIÓN</b>	<b>CNE V <sup>2)</sup></b>	<b>CNE <sup>2)</sup></b>
	un ingeniero electricista o mecánico electricista y la medida es menor o igual a 25 Ohmios.		060-712
<b>5. ILUMINACIÓN Y LUMINARIAS</b>			
6.01	Los aparatos de alumbrado están firmemente instalados.	2.1.12, 5.8.6.1	170-302
6.02	Los fluorescentes cuentan con cubiertas protectoras o cintillos de sujeción.	2.1.12	020-300
6.03	Los aparatos de alumbrado no presentan partes activas expuestas.	5.8.2	020-202 y 170-300
6.04	Las partes conductoras expuestas de aparatos de alumbrado y de equipos están puestas a tierra.	5.8.7.2 a	060-402 (3)
6.05	Se ha empleado conductores para el alambrado de los aparatos de alumbrado, de una sección mínima de 0.75 mm <sup>2</sup> .	5.8.8.2	170-404
6.06	Existe adecuada iluminación en los espacios de trabajo alrededor de los tableros eléctricos.	2.2.5.4	020-314
6.07	Las tapas de los interruptores están fijas con sus respectivos tornillos de fijación, no presentan rajaduras o están rotas.	2.1.12	020-202 y 070-3002
6.08	Los aparatos de alumbrado que se encuentren en ambientes húmedos o expuestos son del tipo adecuado.	5.8.3	170-324
<b>7. ALUMBRADO DE EMERGENCIA <sup>2)</sup></b>			
7.01	Las luces de emergencia se encuentran operativas.	7.1.1.3	240-100
7.02	Los tomacorrientes se encuentran en una posición apropiada (la distancia del tomacorriente al equipo no será mayor a 1.5 m).		240-304 (1)
<b>8. MOTORES ELÉCTRICOS <sup>2)</sup></b>			
8.01	Las partes activas expuestas de motores están protegidas contra contacto accidental.	5.2.10.1	160-012
8.02	Cuenta con dispositivos de protección contra sobrecargas o fallas en el arranque.	5.2.3	160-200 y 160-300
8.03	Los armazones de los motores eléctricos estacionarios están conectados firmemente a tierra.	5.2.11.1	060-400 y 060-402
8.04	La bomba de agua contra incendios tiene alimentación independiente.	RNC S.224	370-204 (1)
8.05	La capacidad de corriente de los alimentadores del equipo de aire acondicionado <sup>2)</sup> corresponde a la carga.	3.2.2	030-002 y 030-004
<b>9. ASCENSORES, MONTACARGAS, ESCALERAS MECÁNICAS <sup>2)</sup></b>			
9.01	La capacidad de corriente de los alimentadores corresponde a la carga.	3.2.2	200-010
9.02	La carcasa del ascensor, montacargas, escaleras mecánicas está conectada a tierra.	3.6.2, 5.9.2.8	200-046 y 200-048
9.03	Cuentan con constancia de operatividad y mantenimiento refrendada por un profesional de la especialidad.	2.1.12, 9.1	010-010 (3)
<b>10. GRUPO ELECTRÓGENO <sup>2)</sup></b>			
10.01	El área del Grupo Electrogenero está señalizada.	DGE PART III SEC 12, SUM 110.A.1	DGE PART III SEC 12, CNE-S 110-A1

GUIÁ DE LA INSPECCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS			
ITEM	VERIFICACIÓN	CNE V <sup>2)</sup>	CNE <sup>3)</sup>
10.02	El Tablero de Control y el de Transferencia tiene señal de seguridad de riesgo eléctrico.	DGE PART III SEC 12, SUM 110.A.1	150-404
10.03	El grupo electrógeno está conectado a tierra.	3.6.6.2 b	060-400 y 060-402 (1) g)

NOTAS:  
 En todos los apartados es posible incorporar verificaciones adicionales, se recomienda que estas verificaciones se basen en la reglamentación correspondiente y se indique las mismas en el informe respectivo, especialmente cuando existan defectos que definan una **no conformidad**.  
 1) Se debe desarrollar uno por cada tablero existente.  
 2) Se aplicará en los edificios multifamiliares en donde se encuentren estas facilidades.  
 3) Las subestaciones eléctricas en edificios multifamiliares son propiedad de la distribuidora por ello no se realizará la inspección de las mismas.  
 4) La aplicación de las reglas del Código Nacional de Electricidad debe ser realizada de acuerdo a la edición vigente en el momento del diseño de la instalación. En la columna correspondiente se indica el apartado o la regla del documento de referencia.

