



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO**

**DISEÑO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y  
ACONDICIONAMIENTO DE HORNO  
ELÉCTRICO EN FABRICA DBW ADVANCED  
FIBER TECHNOLOGIES**

**PARA OBTENER TÍTULO PROFESIONAL  
DE:**

**INGENIERÍA EN ELECTROMECÁNICA**

**PRESENTA:**

**TANYA SUYURI MONTIEL ZAVALA**

**NOMBRE DEL ASESOR:**

**MC. BENJAMÍN DARÍO RAMÍREZ ANGULO**



**APIZACO, TLAX., ENERO 2026**



Tzompantepec, Tlaxcala, **10/octubre/2025**

Oficio No. MM-608/2025

**Asunto: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.**

**CECILIA YARELLY ARREGUIN LARA**  
**JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**  
**P R E S E N T E**

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

|                      |                                                                                                                      |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alumno (a):          | TANYA SUYURI MONTIEL ZAVALA                                                                                          |
| Carrera:             | INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA                                                                                           |
| No. De Control:      | 15370483                                                                                                             |
| Nombre del Proyecto: | "DISEÑO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y ACONDICIONAMIENTO DE HORNO ELÉCTRICO EN FABRICA DBW ADVANCED FIBER TECHNOLOGIES". |
| Producto:            | TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.                                                               |

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

**ATENTAMENTE**

*Excelencia en Educación Tecnológica®*  
*Pensar para Servir, Servir para Triunfar®*

**JORGE AGUILAR VÁZQUEZ**  
**JEFE DEL DEPTO. DE METAL-MECÁNICA**



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
TECNOLÓGICO NACIONAL  
DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO  
DEPARTAMENTO DE  
METAL MECÁNICA

**BENJAMÍN DARÍO RAMÍREZ ANGULO**  
**ASESOR**

c.p.- Archivo.  
JAV\*petry.



**2025**  
Año de  
**La Mujer**  
**Indígena**





**Educación**  
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



**Instituto Tecnológico de Apizaco**  
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, **10/Noviembre/2025**

**TANYA SUYURI MONTIEL ZAVALA**  
**EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**  
**CON NÚMERO DE CONTROL 15370483.**  
**P R E S E N T E.**

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **"DISEÑO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y ACONDICIONAMIENTO DE HORNO ELÉCTRICO EN FABRICA DBW ADVANCED FIBER TECHNOLOGIES"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

#### **AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN**

Debiendo entregar **1 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

**ATENTAMENTE**

*Excelencia en Educación Tecnológica®*  
*Pensar para Servir, Servir para Triunfar®*

**CECILIA YARELY ARREGUÍN LARA**  
**JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**



ccp. Archivo  
CYAL/Gsc\*



**2025**  
Año de  
**La Mujer**  
**Indígena**

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,  
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010  
Ext. 304, e-mail: [dep\\_titulacion@apizaco.tecnm.mx](mailto:dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx) | [apizaco.tecnm.mx](http://apizaco.tecnm.mx)



## AGRADECIMIENTOS

En conclusión de esta etapa importante de mi vida, quisiera comenzar agradeciendo a mi tutor de proyecto, MC.Benjamin Dario Ramirez Angulo, cuya experiencia, paciencia y apoyo fueron sumamente importantes para la realización y conclusión de este trabajo. Su confianza en mí me impulso a seguir adelante. Como siguiente agradecer a la empresa DBW ADVANCED FIBER TECHNOLOGIES, quienes me brindaron la oportunidad de realizar mi proyecto, lo cual ha sido una excelente experiencia para mi desarrollo profesional, su confianza ha sido clave para el desarrollo de este proyecto y guía para mi comienzo profesionalmente.

Como ultimo y muy importante, a mi familia ya que confiaron en que terminaría esta etapa de mi vida con éxito en especial a mi padre Antonio Montiel Ramírez (fallecido), ya que el nunca permitió que me retirara de la carrera en su lecho de muerte. Tomando mucho más valor a esta etapa la cual me hubiera gustado compartir y agradecer con mucho cariño y amor. Siempre me brindo apoyo en cada tarea y desvelo en mi camino universitario, lo cual quedo inmensamente agradecida. A mi esposo que me ayudo a no dejar mis sueños a un lado y a que retomara y concluyera esta etapa de mi vida, que por años deje a atrás, te lo agradezco de todo corazón.

Y sobre todo quisiera agradecerme infinitamente por confiar en mí misma en esta etapa, ya que todo se puede, si crees y confías en ti mismo.

## RESUMEN

Para la elaboración del proyecto se realizó un análisis previo de la estructura con la finalidad de realizar un bosquejo tomando en cuenta la fábrica anterior y que contenga el mismo prediseño dicho por los clientes de la fábrica DBW. Después del previo análisis se ubicaron los hornos eléctricos y la ubicación del extractor de aire para sacar los gases que expulsaran los hornos. Todo lo mencionado anteriormente será realizada bajo la norma NOM-001-SEDE-2018, para la aprobación de la unidad verificadora.

La empresa se instalará en Xicoténcatl 1 donde las condiciones de la instalación eléctrica son muy pequeñas ya que la nave esta acondicionada para una bodega de almacenaje con pequeñas cargas. Es por este motivo que se le dio seguimiento a esta instalación eléctrica ya que poseía una irregularidad muy grande, además se realizaron modificaciones constantes, para su mejoramiento y el ingreso de líneas de producción.

Se realizó un diseño de mejoramiento a la bodega y a su iluminación.

Como paso importante se realiza la modificación a la estructura para poder instalar los hornos eléctricos ya que la bodega no estaba diseñada para hornos eléctricos, primero se escucharon las peticiones del cliente (DBW) donde se indicó que quería que los hornos estuvieran colocados en la misma posición que su fábrica anterior ubicada en Puebla, realizando un prediseño con los planos anteriores de la fábrica y acondicionando hasta llegar a su diseño final.

Tomando en cuenta la ventilación de la zona ya que la bodega tampoco contaba con demasiada ventilación así que se realizó una pequeña modificación en el techo. Así como, la colocación de extractores con una capacidad de 29.82 kw para que la extracción de gases sea la correcta para 13 hornos eléctricos.

## **INDICE**

|          |                                                         |           |
|----------|---------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Introducción .....</b>                               | <b>11</b> |
| 1.1      | Objetivo general .....                                  | 11        |
| 1.2      | Objetivo específico.....                                | 12        |
| 1.3      | Justificación del proyecto .....                        | 12        |
| 1.4      | Alcances y Limitaciones .....                           | 13        |
| 1.5      | Cronograma y descripción de las actividades.....        | 14        |
| 1.6      | Información de la empresa .....                         | 15        |
| 1.7      | Características del área en la que se participo.....    | 16        |
| <b>2</b> | <b>Marco teórico .....</b>                              | <b>17</b> |
|          | Energía .....                                           | 17        |
|          | Voltaje.....                                            | 17        |
|          | Corriente .....                                         | 17        |
|          | Potencia .....                                          | 18        |
| 2.1      | Descripción de instalaciones eléctricas .....           | 18        |
| 2.1.1    | Seguridad.....                                          | 18        |
| 2.1.2    | Eficiencia.....                                         | 19        |
| 2.1.3    | Accesibilidad .....                                     | 19        |
| 2.1.4    | Clasificación de instalación eléctrica .....            | 19        |
| 2.1.5    | Nivel de voltaje .....                                  | 19        |
| 2.1.6    | Lugar de instalación eléctrica .....                    | 19        |
| 2.2      | Elementos que constituye una instalación eléctrica..... | 20        |
| 2.2.1    | Acometida.....                                          | 20        |
| 2.2.2    | Equipo de medición .....                                | 20        |
| 2.2.3    | Interruptores .....                                     | 20        |
| 2.2.4    | Interruptores generales .....                           | 21        |
| 2.2.5    | Interruptores derivados.....                            | 21        |
| 2.2.6    | Interruptores termomagnéticos .....                     | 22        |
| 2.2.7    | Arrancador .....                                        | 22        |
| 2.2.8    | Transformador .....                                     | 23        |
| 2.2.9    | Tableros .....                                          | 24        |
| 2.2.10   | Estaciones o puntos de control .....                    | 25        |
| 2.2.11   | Salidas para alumbrado y contactos .....                | 25        |
| 2.2.11   | Tierras o neutro en una instalación eléctrica .....     | 25        |
| 2.2.12   | Interconexiones.....                                    | 27        |
| 2.2.13   | Simbología.....                                         | 29        |
| 2.2.14   | Conductores eléctricos.....                             | 33        |
| 2.2.15   | Canalizaciones .....                                    | 35        |

|            |                                                                                              |            |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>2.3</b> | <b>Esquemas eléctricos</b>                                                                   | <b>40</b>  |
| 2.3.1      | Esquema multifilar                                                                           | 40         |
| 2.3.2      | Esquema unifilar                                                                             | 40         |
| 2.3.3      | Esquema de distribución en planta (o topográfico)                                            | 41         |
| <b>2.4</b> | <b>Pasos para el proyecto y dimensiones de una instalación eléctrica</b>                     | <b>42</b>  |
| 2.4.1      | Ejemplo del diseño y dimensionamiento de una instalación eléctrica                           | 42         |
| 2.4.2      | Preparación de planos                                                                        | 43         |
| 2.4.3      | Disposición de las protecciones: esquema unifilar                                            | 50         |
| <b>2.5</b> | <b>Red de distribución</b>                                                                   | <b>53</b>  |
| <b>2.6</b> | <b>Hornos industriales</b>                                                                   | <b>55</b>  |
| 2.6.1      | Partes de un horno                                                                           | 55         |
| 2.6.2      | Tipos de hornos                                                                              | 58         |
| 2.6.2.1    | Hornos horizontales                                                                          | 58         |
| 2.6.2.2    | Horno de cubilote                                                                            | 59         |
| 2.6.2.3    | Horno de reverbero                                                                           | 59         |
| 2.6.2.4    | Horno de crisol                                                                              | 60         |
| 2.6.2.5    | Horno de arco eléctrico                                                                      | 60         |
| 2.6.2.6    | Horno por arco de plasma                                                                     | 61         |
| 2.6.2.7    | Hornos eléctricos                                                                            | 61         |
| <b>3</b>   | <b>Desarrollo</b>                                                                            | <b>66</b>  |
| <b>3.1</b> | <b>Metodología</b>                                                                           | <b>66</b>  |
| <b>3.2</b> | <b>Identificación y ubicación del área y maquinaria de trabajo</b>                           | <b>67</b>  |
| 3.2.1      | Requisitos solicitados para el diseño de la instalación eléctrica por la unidad verificadora | 68         |
| 3.2.2      | Descripción general de la bodega al inicio del proyecto                                      | 70         |
| 3.2.3      | Identificación de la maquinaria                                                              | 72         |
| <b>3.3</b> | <b>Investigación de carga para implementar la instalación eléctrica</b>                      | <b>77</b>  |
| 3.3.1      | Cuadro de cargas y consumo total                                                             | 79         |
| 3.3.2      | Diagrama unifilar general del consumo                                                        | 80         |
| <b>3.4</b> | <b>Diseño de instalación eléctrica en general</b>                                            | <b>81</b>  |
| 3.4.1      | Adaptación y soluciones de la nave                                                           | 82         |
| 3.4.2      | Diseño de la instalación eléctrica concluida                                                 | 86         |
| <b>3.5</b> | <b>Montaje de instalación eléctrica y montaje de estructura</b>                              | <b>87</b>  |
| 3.5.1      | Montaje de la canalización general y seguridad                                               | 87         |
| 3.5.2      | Operación segura                                                                             | 88         |
| 3.5.3      | Sistema de puesta a tierra y conexiones a tierra de los equipos                              | 97         |
| 3.5.4      | Plano general de puesta a tierra de los equipos                                              | 98         |
| 3.5.5      | Uniones a tierra                                                                             | 99         |
| 3.5.6      | Toma de tierras                                                                              | 99         |
| 3.5.7      | Bornes de puesta a tierra                                                                    | 99         |
| <b>3.6</b> | <b>Diseño y planos para el montaje tablero principal</b>                                     | <b>106</b> |
| 3.6.1      | Plano general                                                                                | 109        |

|            |                                                                                   |            |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>3.7</b> | <b>Supervisión y diseño de planos para el montaje del transformador principal</b> | <b>110</b> |
| 3.7.1      | Precauciones de seguridad .....                                                   | 112        |
| 3.7.2      | Maniobras .....                                                                   | 113        |
| 3.7.3      | Inspección del transformador y almacenamiento .....                               | 114        |
| 3.7.4      | Diseño de la instalación del transformador principal. ....                        | 115        |
| 3.7.5      | Preparación de puesta a servicio .....                                            | 120        |
| 3.7.5.1    | Conexiones en baja tensión .....                                                  | 123        |
| 3.7.5.2    | Conexión de alta tensión. ....                                                    | 124        |
| 3.7.5.3    | Inspección de instalación de los electrodos de puesta a tierra.....               | 125        |
| <b>3.8</b> | <b>Acondicionamiento de los hornos eléctricos .....</b>                           | <b>127</b> |
| 3.8.1      | Capacidad.....                                                                    | 128        |
| 3.8.2      | Temperatura de trabajo.....                                                       | 128        |
| 3.8.3      | Energía calorífica.....                                                           | 129        |
| 3.8.4      | Cámara principal.....                                                             | 130        |
| 3.8.5      | Cámara secundaria .....                                                           | 131        |
| 3.8.6      | Ventiladores de aire extractores.....                                             | 134        |
| 3.8.6.1    | Montaje de la ventilación de los extractores .....                                | 136        |
| 3.8.7      | Tablero de control para hornos eléctricos .....                                   | 138        |
| 3.8.8      | Planos de la estructura de los hornos eléctricos y posicionamiento .....          | 140        |
| <b>4</b>   | <b>Resultados finales.....</b>                                                    | <b>141</b> |
| <b>5</b>   | <b>Conclusiones .....</b>                                                         | <b>147</b> |
| <b>6</b>   | <b>Bibliografías .....</b>                                                        | <b>148</b> |

## INDICE DE IMÁGENES

|                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Imagen 1.1</b> Cronograma de actividades .....                                                                                                                                                                       | 14 |
| <b>Imagen 1.2</b> Croquis macro localización de ubicación de la empresa DBW .....                                                                                                                                       | 15 |
| <b>Imagen 1.3</b> Croquis de ubicación de empresa DBW.....                                                                                                                                                              | 16 |
| <b>Imagen 2.1</b> Formulación para energía (Boylestad, 2004). .....                                                                                                                                                     | 17 |
| <b>Imagen 2.2</b> Diagrama unifilar desde la acometida hasta el tablero general (Campero, 1977) .....                                                                                                                   | 21 |
| <b>Imagen 2.3</b> Representación unifilar de un arrancador (Campero, 1977) .....                                                                                                                                        | 23 |
| <b>Imagen 2.4</b> Elementos de circuitos (Campero 1977) .....                                                                                                                                                           | 29 |
| <b>Imagen 2.5</b> A subestaciones, tierras y pararrayos (Campero 1977) .....                                                                                                                                            | 29 |
| <b>Imagen 2.6</b> B Subestaciones, tierras y pararrayos (Campero 1977) .....                                                                                                                                            | 29 |
| <b>Imagen 2.7</b> A Operación, protección y control (Campero 1977) .....                                                                                                                                                | 29 |
| <b>Imagen 2.8</b> B Operación protección y control (Campero 1977) .....                                                                                                                                                 | 30 |
| <b>Imagen 2.9</b> C Operación, protección y control (Campero 1977) .....                                                                                                                                                | 30 |
| <b>Imagen 2.10</b> D Operación, protección y control (Campero 1977) .....                                                                                                                                               | 30 |
| <b>Imagen 2.11</b> E Operación, protección y control (Campero 1977) .....                                                                                                                                               | 30 |
| <b>Imagen 2.12</b> F Operación, protección y control (Campero 1977) .....                                                                                                                                               | 31 |
| <b>Imagen 2.13</b> G Operación, protección y control (Campero 1977) .....                                                                                                                                               | 31 |
| <b>Imagen 2.14</b> Alumbrado y contacto (Campero 1977) .....                                                                                                                                                            | 31 |
| <b>Imagen 2.15</b> Ducteria y alimentadores (Campero 1977) .....                                                                                                                                                        | 31 |
| <b>Imagen 2.16</b> simbología de elementos básicos para una instalación (Campero, 1977) .....                                                                                                                           | 32 |
| <b>Imagen 2.17</b> Tipos de conductores (MANUEL CABELLO, 2014) .....                                                                                                                                                    | 34 |
| <b>Imagen 2.18</b> Coeficiente térmico positivo- conductores B) coeficiente térmico negativo -semiconductor.....                                                                                                        | 35 |
| <b>Imagen 2.19</b> Tubos corrugados (MANUEL CABELLO, 2014) .....                                                                                                                                                        | 36 |
| <b>Imagen 2.20</b> Tubo anillado de plástico (MANUEL CABELLO, 2014) .....                                                                                                                                               | 37 |
| <b>Imagen 2.21</b> Tubo metálico flexible con y sin recubrimiento (MANUEL CABELLO, 2014) .....                                                                                                                          | 37 |
| <b>Imagen 2.22</b> Tubo rígidos de PVC y metálicos (MANUEL CABELLO, 2014) .....                                                                                                                                         | 38 |
| <b>Imagen 2.23</b> Tubo y manguito de unión para canalizaciones enterradas (MANUEL CABELLO, 2014) .....                                                                                                                 | 38 |
| <b>Imagen 2.24</b> Récores, maguito y casquillo (MANUEL CABELLO, 2014) .....                                                                                                                                            | 39 |
| <b>Imagen 2.25</b> Curva y codo de 90 grados, enchufables (MANUEL CABELLO, 2014) .....                                                                                                                                  | 39 |
| <b>Imagen 2.26</b> Esquema multifilar de un punto de luz accionado por interruptor (MANUEL CABELLO, 2014) ...                                                                                                           | 40 |
| <b>Imagen 2.27</b> Esquema unifilar de dos circuitos de parte de un cuadro general de mando y protección.<br>(MANUEL CABELLO, 2014) .....                                                                               | 40 |
| <b>Imagen 2.28</b> Esquema de distribución en planta o topográfico de una vivienda (MANUEL CABELLO, 2014) ..                                                                                                            | 41 |
| <b>Imagen 2.29</b> Plano de referencia (COLLAVINO, 2007) .....                                                                                                                                                          | 43 |
| <b>Imagen 2.30</b> gabinetes y medidores (COLLAVINO, 2007) .....                                                                                                                                                        | 44 |
| <b>Imagen 2.31</b> Plano planta baja, tablero principales y medidores (COLLAVINO, 2007) .....                                                                                                                           | 45 |
| <b>Imagen 2.32</b> Ejemplo de posibles ubicaciones de bocas de iluminación en los distas habitaciones de la<br>vivienda (COLLAVINO, 2007) .....                                                                         | 46 |
| <b>Imagen 2.33</b> Ejemplo de posibles ubicaciones de bocas de iluminación en los distas habitaciones de la<br>vivienda (COLLAVINO, 2007) .....                                                                         | 46 |
| <b>Imagen 2.34</b> Ejemplo de posibles ubicaciones de bocas de iluminación en los distas habitaciones de la<br>vivienda (COLLAVINO, 2007) .....                                                                         | 47 |
| <b>Imagen 2.35</b> Planta con la ubicación de los interruptores de iluminación y sus interruptores (COLLAVINO,<br>2007) .....                                                                                           | 48 |
| <b>Imagen 2.36</b> Planta con la ubicación de los interruptores para toma corrientes (COLLAVINO, 2007 .....                                                                                                             | 49 |
| <b>Imagen 2.37</b> planta donde se quedan registrados los pasos de sección, números de los conductores,<br>determinación del diámetro de cañería los circuitos, toma de corriente de uso especial (COLLAVINO, 2007). 50 |    |
| <b>Imagen 2.38</b> Esquema unifilar del tablero de edificio de propiedad horizontal (COLLAVINO, 2007) .....                                                                                                             | 51 |

|                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Imagen 2.39</b> Tabla de referencias .....                                                                                | 52 |
| <b>Imagen 2.40</b> Red de distribución (JOSE LUIS SANZ SERRANO, 2009).....                                                   | 54 |
| <b>Imagen 2.41</b> horno vertical por TAV VACUUM FURNACES SPA (AGUSTO, 2021) .....                                           | 58 |
| <b>Imagen 2.42</b> Horno horizontal TAV VACUUM FURNACE (AGUSTO, 2021) .....                                                  | 58 |
| <b>Imagen 2.43</b> Hornos metalúrgicos (AGUSTO, 2021).....                                                                   | 59 |
| <b>Imagen 2.44</b> Horno reverbero (AGUSTO, 2021) .....                                                                      | 59 |
| <b>Imagen 2.45</b> Horno estacionario crisol (AGUSTO, 2021) .....                                                            | 60 |
| <b>Imagen 2.46</b> Horno de arco eléctrico (AGUSTO, 2021).....                                                               | 60 |
| <b>Imagen 2.47</b> Horno de plasma (AGUSTO, 2021) .....                                                                      | 61 |
| <b>Imagen 2.48</b> estructura de horno eléctrico (PACHECO, 2021) .....                                                       | 62 |
| <b>Imagen 2.49</b> Circuito interno del tablero de control (PACHECO, 2021) .....                                             | 63 |
| <b>Imagen 2.50</b> Ingresos de quemadores de hornos eléctricos (PACHECO, 2021) .....                                         | 64 |
| <b>Imagen 2.51</b> Pulsador de encendido de tablero de control de hornos eléctricos (PACHECO, 2021).....                     | 64 |
| <b>Imagen 3.1</b> Base de hornos eléctricos .....                                                                            | 67 |
| <b>Imagen 3.2 a</b> Diario oficial reglas para realizar un proyecto, UNIDAD VERIFICADORA .....                               | 68 |
| <b>Imagen 3.3 b</b> Diario oficial UNIDAD VERIFICADORA .....                                                                 | 69 |
| <b>Imagen 3.4</b> Plano base, en el que se trabajara las modificaciones entregado por la empresa. ....                       | 70 |
| <b>Imagen 3.5</b> Break de instalación de la nave inicial .....                                                              | 71 |
| <b>Imagen 3.6</b> Estructura de hornos eléctricos con bases. ....                                                            | 72 |
| <b>Imagen 3.7</b> Placa de datos de componente para horno eléctricos (Turbina) .....                                         | 73 |
| <b>Imagen 3.8</b> Placa de datos de extractor para acondicionamiento de hornos eléctricos .....                              | 73 |
| <b>Imagen 3.9</b> Empacadora .....                                                                                           | 74 |
| <b>Imagen 3.10</b> Tablero de control para hornos eléctricos .....                                                           | 74 |
| <b>Imagen 3.11</b> Extractor para acondicionamiento de hornos eléctricos .....                                               | 75 |
| <b>Imagen 3.12</b> Maquina MOD6.1.....                                                                                       | 75 |
| <b>Imagen 3.13</b> Cuadro de cargas marzo 2020 .....                                                                         | 79 |
| <b>Imagen 3.14</b> Cuadro de carga totales .....                                                                             | 79 |
| <b>Imagen 3.15</b> Diagrama unifilar de cargas inicio marzo 2020 .....                                                       | 80 |
| <b>Imagen 3.16</b> Diagrama Unifilar de cargas totales .....                                                                 | 80 |
| <b>Imagen 3.17</b> Diagrama finalizado de toda la instalación eléctrica .....                                                | 81 |
| <b>Imagen 3.18</b> Primera propuesta de ubicación de tablero QD logic.....                                                   | 82 |
| <b>Imagen 3.19</b> Ubicación final del tablero principal QD logic. ....                                                      | 82 |
| <b>Imagen 3.20</b> Siglas y simbología de plano general de la instalación eléctrica.....                                     | 83 |
| <b>Imagen 3.21</b> Plano general, ubicación de charolas principales. ....                                                    | 84 |
| <b>Imagen 3.22</b> Plano general, ubicación de tubo conduit color naranja.....                                               | 85 |
| <b>Imagen 3.23</b> Plano general concluido. ....                                                                             | 86 |
| <b>Imagen 3.24</b> Detalle numero 1 plano del diseño para el montaje de canalización. ....                                   | 89 |
| <b>Imagen 3.25</b> Ejemplo de colocación y montaje del detalle 1 instalación de canalización.....                            | 89 |
| <b>Imagen 3.26</b> Detalle numero 6 Plano de la instalación de tubo Conduit (entre viguetas, estructura de la nave)<br>..... | 90 |
| <b>Imagen 3.27</b> Montaje de tubo Conduit y los ramales para conexiones de máquinas adicionales .....                       | 91 |
| <b>Imagen 3.28</b> Detalle número 1, plano para el montaje de los dos tipos de charola y estructura. ....                    | 92 |
| <b>Imagen 3.29</b> Detalle número 4, plano para la instalación de charolas en estructura de la nave. ....                    | 92 |
| <b>Imagen 3.30</b> Detalle número 4, Ejecutado .....                                                                         | 93 |
| <b>Imagen 3.31</b> Finalización de la canalización para la alimentación de los hornos. ....                                  | 94 |
| <b>Imagen 3.32</b> Finalización de la canalización para la alimentación de los hornos .....                                  | 94 |
| <b>Imagen 3.33</b> Detalle número 3, Plano de colocación correcta de charola .....                                           | 95 |
| <b>Imagen 3.34</b> Ejecución del detalle número 3, instalación de canaletas .....                                            | 95 |
| <b>Imagen 3.35</b> Detalle número 2, plano para alimentaciones de tableros de control para hornos eléctricos....             | 96 |

|                                                                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Imagen 3.36</b> Ejecución de detalle número 2, para alimentación de hornos eléctricos .....                                                 | 96  |
| <b>Imagen 3.37</b> Detalle de puente de vigueta o conexiones a tierra en estructura .....                                                      | 97  |
| <b>Imagen 3.38</b> Plano número 6 conexiones de tierras y neutrales en equipos y maquinarias.....                                              | 98  |
| <b>Imagen 3.39</b> Detalle B puente seccionador de tierra, colocación adecuada de conductor de tierra y borne principal.....                   | 100 |
| <b>Imagen 3.40</b> Plano de colocación correcta de conexión de conductores en extractores.....                                                 | 100 |
| <b>Imagen 3.41</b> Plano de conexión de tablero Q D logic en estructura de nave.....                                                           | 101 |
| <b>Imagen 3.42</b> Plano de conexión de control de horno eléctrico.....                                                                        | 101 |
| <b>Imagen 3.43</b> Plano de conexión de maquinaria MOD 6.1.....                                                                                | 102 |
| <b>Imagen 3.44</b> Plano de conexión de tierra a nave, compresor .....                                                                         | 102 |
| <b>Imagen 3.45</b> Plano de conexiones de bornes y tierra para texturizadores.....                                                             | 103 |
| <b>Imagen 3.46</b> Plano de conexiones de bornes y tierras para empacadoras .....                                                              | 103 |
| <b>Imagen 3.47</b> Detalle A de conexión de tierras para tableros de control .....                                                             | 104 |
| <b>Imagen 3.48</b> Colocación correcta DETALLE A, conexión de tierras para tableros de control.....                                            | 104 |
| <b>Imagen 3.49</b> Detalle B puente seccionador de tierras.....                                                                                | 105 |
| <b>Imagen 3.50</b> Detalle C puente para tierras .....                                                                                         | 105 |
| <b>Imagen 3.51</b> Plano general detalle Numero 5.1 Conexión subterránea de tablero QD LOGIC.....                                              | 106 |
| <b>Imagen 3.52</b> Conexión de tablero QD Logic, vista planta, ejecución de registro y cuadro de montaje.....                                  | 107 |
| <b>Imagen 3.53</b> Excavación para tuberías subterráneas de transformador y tablero QD Logic.....                                              | 107 |
| <b>Imagen 3.54</b> Tablero QD logic, .....                                                                                                     | 108 |
| <b>Imagen 3.55</b> Ejecución de detalle Numero 5.1 Conexión subterránea de tablero QD LOGIC.....                                               | 108 |
| <b>Imagen 3.56</b> Detalle número 5, colocación e instalación de tablero QD logic y tableros para transformadores de capacidades pequeñas..... | 109 |
| <b>Imagen 3.57</b> Detalle número 5.1 Vistas frontal, vista planta, vista lateral de la instalación de tablero principal .....                 | 109 |
| <b>Imagen 3.58</b> Transformador principal capacidad 1000 kVA .....                                                                            | 110 |
| <b>Imagen 3.59</b> Especificaciones y tabla de datos del transformador a trabajar. ....                                                        | 111 |
| <b>Imagen 3.60</b> Transformador principal.....                                                                                                | 113 |
| <b>Imagen 3.61</b> Plano general de instalación de transformador principal .....                                                               | 115 |
| <b>Imagen 3.62</b> Plano vista frontal de transformador principal .....                                                                        | 115 |
| <b>Imagen 3.63</b> Detalles de registros para instalación de transformador principal .....                                                     | 116 |
| <b>Imagen 3.64</b> Planos de la base del interruptor para transformador .....                                                                  | 117 |
| <b>Imagen 3.65</b> Vista en corte lateral de conexión de transformador .....                                                                   | 118 |
| <b>Imagen 3.66</b> Vista en planta de conexión de transformador principal .....                                                                | 118 |
| <b>Imagen 3.67</b> Vista lateral de transformador y base para colocación.....                                                                  | 119 |
| <b>Imagen 3.68</b> Terreno en donde se meterá máquina para realizar conexiones subterráneas.....                                               | 120 |
| <b>Imagen 3.69</b> Montaje de transformador y tuberías de conexiones .....                                                                     | 121 |
| <b>Imagen 3.70</b> Base y registro para montaje de transformador, colocado base al plano general.....                                          | 121 |
| <b>Imagen 3.71</b> Montaje de transformador a base y conexión. ....                                                                            | 122 |
| <b>Imagen 3.72</b> Longitud de cable para conexión de transformador .....                                                                      | 123 |
| <b>Imagen 3.73</b> Conexión de alta tensión para transformador .....                                                                           | 124 |
| <b>Imagen 3.74</b> Vista en planta de dique de concreto .....                                                                                  | 125 |
| <b>Imagen 3.75</b> Conexión de electrodos .....                                                                                                | 126 |
| <b>Imagen 3.76</b> Plano de conexión para electrodos .....                                                                                     | 126 |
| <b>Imagen 3.77</b> Estructura de horno eléctrico (para su habilitación) .....                                                                  | 127 |
| <b>Imagen 3.78</b> Visualización de mezclas de fibras de vidrio.....                                                                           | 128 |
| <b>Imagen 3.79</b> Elementos para restructuración y conexión de los hornos eléctricos .....                                                    | 129 |
| <b>Imagen 3.80</b> Cámara principal de hornos eléctricos .....                                                                                 | 130 |
| <b>Imagen 3.81</b> Cámara secundaria desmontada .....                                                                                          | 131 |

|                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Imagen 3.82</b> Tuberías sueltas sin instalar .....                                                | 132 |
| <b>Imagen 3.83</b> Tuberías restauradas y soldadas para montaje .....                                 | 132 |
| <b>Imagen 3.84</b> Tuberías montadas para sus conexiones .....                                        | 133 |
| <b>Imagen 3.85</b> Conexión de tuberías y protecciones térmicas para hornos eléctricos .....          | 133 |
| <b>Imagen 3.86</b> Extractores para acondicionamiento de hornos eléctricos .....                      | 134 |
| <b>Imagen 3.87</b> Conexión de extracción de gases y ventilación.....                                 | 135 |
| <b>Imagen 3.88</b> Montaje final de extractores. ....                                                 | 136 |
| <b>Imagen 3.89</b> Montaje y soldadura para base de extractor .....                                   | 137 |
| <b>Imagen 3.90</b> base finalizada para extractor .....                                               | 137 |
| <b>Imagen 3.91</b> Tablero de control de horno eléctrico.....                                         | 139 |
| <b>Imagen 3.92</b> Conexión de componentes de tableros de control de hornos eléctricos.....           | 139 |
| <b>Imagen 3.93</b> Plano de colocación de hornos eléctricos .....                                     | 140 |
| <b>Imagen 3.94</b> Ubicación de compresores para acondicionamiento de hornos eléctricos.....          | 140 |
| <b>Imagen 4.1</b> Maquinaria y equipos.....                                                           | 141 |
| <b>Imagen 4.2</b> Ubicación y limitaciones de los hornos eléctricos.....                              | 142 |
| <b>Imagen 4.3</b> Canalización finalizada con conexiones de hornos eléctricos y operando.....         | 142 |
| <b>Imagen 4.4</b> Conexión final de maquinaria.....                                                   | 143 |
| <b>Imagen 4.5</b> Conexión final de empacadoras .....                                                 | 143 |
| <b>Imagen 4.6</b> Conexiones en proceso hornos eléctricos .....                                       | 144 |
| <b>Imagen 4.7</b> Montaje de hornos eléctrico.....                                                    | 144 |
| <b>Imagen 4.8</b> Conexión finales del montaje de hornos eléctricos.....                              | 145 |
| <b>Imagen 4.9</b> Conexiones finales de acondicionamiento de hornos eléctricos.....                   | 145 |
| <b>Imagen 4.10</b> Conexión finales de montaje de hornos eléctricos con sus respectivos ramales ..... | 146 |
| <b>Imagen 4.11</b> Elementos de extracciones de gases .....                                           | 146 |

## INDICE DE TABLAS

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1</b> Datos oficiales de los equipos a trabajar ..... | 76 |
| <b>Tabla 2</b> Tabla de datos inicio marzo 2020 .....          | 77 |
| <b>Tabla 3</b> Cargas totales .....                            | 78 |

# 1 Introducción

El presente trabajo tiene como finalidad el diseño de la instalación eléctrica dando a conocer los métodos utilizados para su construcción, así como, los elementos necesarios como simbología y elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica, desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilicen, entre ellos se encuentran tableros de control para los hornos eléctricos, empacadoras, texturizadoras, embobinadoras con sus dispositivos de control manuales, contactos y luminarias.

Las instalaciones eléctricas pueden ser abiertas (conductores visibles), aparentes (en ductos o tubos), o ahogadas (en techos o pisos) , esto dependerá del diseño de la instalación y del cliente y bajo la norma NOM-001-SEDE-2018 para instalaciones eléctricas, dando las posibles soluciones a las necesidades del cliente y el acondicionamiento de los hornos eléctricos ya que la bodega donde se instaló la empresa DBW no está acondicionada para hornos eléctricos lo cual se llevara a cabo un acondicionamiento factible y sin riesgos para los operadores.

## 1.1 Objetivo general

Diseñar la instalación eléctrica de la fábrica DBW de todos sus componentes, así como, el acondicionamiento e instalación de hornos eléctricos, para una carga inicial de 436.7 kW.

En dicho proyecto se implementó el diseño de distintos componentes importantes para una instalación adecuada como adaptaciones de la nave, diseño de la instalación en general, supervisión de montaje de canalización para dicha instalación, supervisión y diseño de montaje del transformador principal y como puntos finales montaje y diseño de instalación de tableros principales y diagrama unifilar.

Para el acondiciona los hornos eléctricos para fundición de fibra de vidrio, con ello se lleva a cabo el montaje y reconstrucción del mismo, como es el montaje de cámaras principales, cámaras secundarias y su ventilación con extractores, realizando así un plano estructural de dicho componente y con este último concepto se concluye satisfactoriamente el proyecto.

## 1.2 Objetivo especifico

- Identificar las necesidades del cliente y la empresa.
- Analizar cargas de inicio y cargas a futuro.
- Realizar el plano de la nave y donde se ubicará la maquinaria.
- Diseñar y supervisar el montaje de la instalación transformador principal
- Diseñar y supervisión de Instalación los tableros principales.
- Diseñar la instalación eléctrica y diseño del acondicionamiento de los hornos.
- Rehabilitación de los equipos de los hornos eléctricos
- Rehabilitación de tablero para control de encendido en hornos eléctricos.
- Diseñar y ubicar los hornos eléctricos.

## 1.3 Justificación del proyecto

El presente proyecto trata de la implementación y diseño de la instalación eléctrica y el acondicionamiento a hornos eléctrico bajo la norma NOM-001-SEDE-2018 ya que la empresa DBW se ubicaba en Puebla y se hará un traslado a Xicoténcatl 1, Tetla de la Solidaridad, motivo por el cual la empresa necesitara el diseño de la instalación eléctrica y el acondicionamiento de los hornos eléctricos por lo cual es necesario justificar todo lo mencionado para la aprobación de la UNIDAD VERIFICADORA para una conexión exitosa por CFE. Este nuevo centro de trabajo debe de cumplir con la normativa vigente en materia de seguridad y ley de prevención de riesgos laborales. Trata de garantizar que los puestos de trabajo e instalaciones de la empresa no constituyen ningún riesgo para los trabajadores, ya que se diseñó la instalación eléctrica se adaptó la bodega y a las características anteriores de la fábrica de Puebla. No sólo se trata de mejorar la formación en Seguridad en la empresa, sino de garantizar, para cada uno de los trabajadores, la formación e información adecuada a los riesgos de su puesto de trabajo, así como la adopción de medidas correctas.

El presente proyecto es el resultado de un trabajo de aplicación real desarrollada de la instalación eléctrica y sus adaptaciones de los hornos eléctricos.

## 1.4 Alcances y Limitaciones

### Alcances

En el comienzo del presente proyecto se realizaron ciertas modificaciones para acondicionar una bodega de almacenaje en una fábrica, para lo cual se realizaron una serie de actividades que se describirán a continuación:

- Identificación y ubicación de área y maquinaria
- Medición general de la nave
- Investigación de carga de trabajo
- Diagrama unifilar de toda la carga eléctrica
- Diseño de la instalación eléctrica general y adaptaciones
- Planos generales de la canalización para la instalación eléctrica
- Planos generales de puestas a tierras
- Diseño y planos del montaje de tablero principal
- Diseño y supervisión del montaje del transformador principal
- Acondicionamiento de los hornos eléctricos
- Planos de la estructura de los hornos eléctricos

### Limitaciones

El análisis y cálculo de cargas se realizó como parte de un proyecto preliminar, por tanto, los datos ya se tienen definidos y cualquier situación de falla o daño por estos datos, ya queda fuera del alcance del presente proyecto, como datos preliminares se tiene:

- Análisis de cargas
- Cálculos de cargas totales
- Conexiones de instalación eléctrica
- Presupuesto total de materiales utilizados
- Conexión de tablero principal
- Conexión de transformador principal
- Evaluación de subsuelo para conexión de transformador principal

Así como la conexión de todos los equipos ya que la instalación concluida es con una carga de 436.7 KW que se concluyó para marzo 2020 su carga total del proyecto finalizado con una carga de 738.67 Kw, la cual ya no se participara.

## 1.5 Cronograma y descripción de las actividades

En la imagen 1.1, se desglosan las actividades realizadas en el siguiente proyecto.

|                                                                                                                         |                                                                                   |                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|  <b>TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO</b> | <b>Cronograma de actividades</b>                                                  | Código: <b>TecNM-APIZACO-LI-PO-05-04</b> |
|                                                                                                                         | Referencia a las Normas ISO 9001:2015 5.3; ISO 1400:2015 5.3 e ISO 45001:2018 5.3 | Revisión: <b>2</b>                       |
|                                                                                                                         |                                                                                   | Página <b>1 de 2</b>                     |

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO**  
**SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA**  
**DEPARTAMENTO: METAL-MECÁNICA**  
**SEGUIMIENTO DE PROYECTO DE RESIDENCIAS PROFESIONALES**

ESTUDIANTE: Tanya Suyuri Montiel Zavala

No. DE CONTROL 15370483

NOMBRE DEL PROYECTO: Diseño de instalación eléctrica y acondicionamiento de horno eléctrico en fabrica DBW Advanced Fiber Technologies.

EMPRESA: FS INGENIERIA

ASESOR EXTERNO: ING. Oswaldo Flores Sánchez

ASESOR INTERNO: MC. Benjamin Darío Ramírez Angulo

PERIODO DE REALIZACIÓN: 29/01/20 – 29/05/20

| ACTIVIDAD                                                                                                          |   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| Identificación de las necesidades del cliente y la empresa.                                                        | P |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|                                                                                                                    | R |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| Identificación y ubicación del área y maquinaria de trabajo                                                        | P |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|                                                                                                                    | R |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| Investigación de cargas para la implementación de Instalaciones eléctricas, requisitos para el diseño de la misma. | P |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|                                                                                                                    | R |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| Diseño de la instalación eléctrica, adaptaciones y soluciones de montaje de canalización y cableado.               | P |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|                                                                                                                    | R |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| Supervisión de montajes de componentes principales para instalación eléctrica                                      | P |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|                                                                                                                    | R |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| Realización de planos para el acondicionamiento los hornos Eléctricos.                                             | P |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|                                                                                                                    | R |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| Acondicionamiento de los hornos eléctricos, estructura y montaje de tableros de hornos eléctricos.                 | P |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|                                                                                                                    | R |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| OBSERVACIONES                                                                                                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |

**Imagen 1.1 Cronograma de actividades**

## 1.6 Información de la empresa

FS Ingeniería FerreElectric, es una empresa dedicada a realizar instalaciones eléctricas y servicios a distintas empresas con esto se tomó el proyecto de una instalación en general para la fábrica mencionada a continuación.

### DBW Advanced Fiber Technologies

Empresa dedicada a realizar piezas aislantes de ruido y calor por medio de fibra de vidrio, venta de fibra de vidrio por paquetes.

La fibra d vidrio está compuesta de numerosos filamentos poliméricos basados en dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ), lo cual ayuda a reducir los niveles de ruido y de calor por medio de los micro filamentos de los polímeros que conforman el plástico reforzado con vidrio, que es denominada ( fibra de vidrio) ya que este material se conoce como aislante.

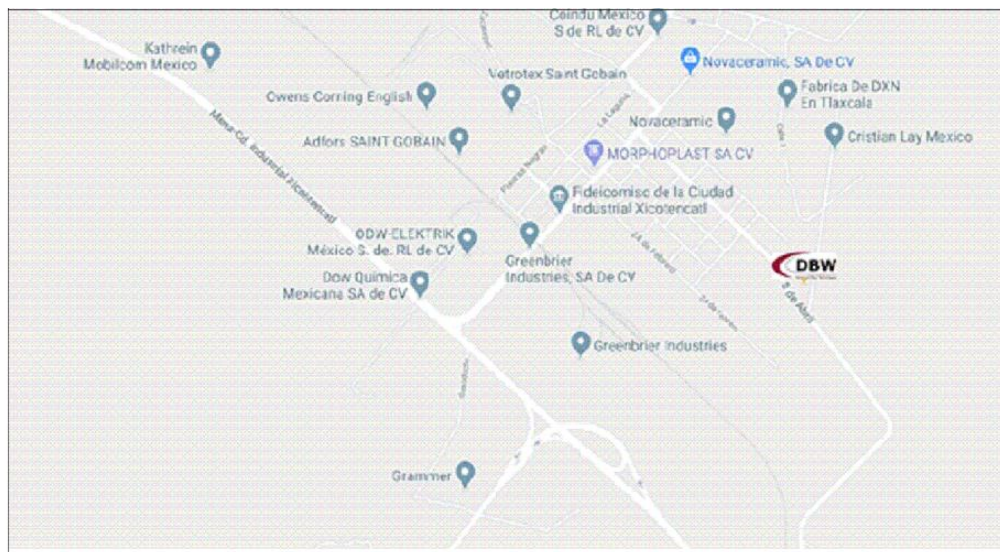
### Ubicación

Nombre de la empresa: FSIngenieria. Empresa dedicada a realizar servicios a empresas externas.

Nombre de la empresa a trabajar: *DBW ADVANCED FIBER TECHNOLOGIES.*"

Domicilio: 2 de abril, Manzana 12, Carretera a Huamantla, Cuidad Industrial Xicoténcatl 1, Tetla de la Solidaridad Tlaxcala, en la imagen 1.2 se muestra la ubicación de la empresa

En la imagen 1.2, se observa la ubicación de la empresa, macro localización



*Imagen 1.2 Croquis macro localización de ubicación de la empresa DBW*

[illegible]

## 2 Marco teórico

### Energía

La energía (W) perdida o ganada por cualquier sistema se determinada, como la potencia que se mide en watt (o Joules por segundo) el tiempo en segundo (Boylestad, 2004), la unidad de energía es el watt-segundo o joule. Sin embargo, el watt-segundo es una cantidad demasiado pequeña para la mayoría de los propósitos prácticos, por lo que el watt-hora (wh y el kilowat-hora (KwH)) se definen por las ecuaciones que se muestran en la imagen 2.1.

$$\text{Energía (Wh)} = \text{potencia (W)} \times \text{tiempo (h)}$$
$$\text{Energía (kWh)} = \frac{\text{potencia (W)} \times \text{tiempo (h)}}{1000}$$

*Imagen 2.1 Formulación para energía (Boylestad, 2004).*

### Voltaje

El voltaje es una señal de cuánta energía se encuentra involucrada en el movimiento de una carga entre dos puntos en un sistema eléctrico (BOYLESTAD, 2004) o. Y de forma inversa, mientras mayor sea el nivel de voltaje de una fuente de energía tal como en una batería, más energía se encontrará disponible para mover cargas a través del sistema. Por tanto, será muy importante recordar que:

*Una diferencia de potencial o voltaje siempre se mide entre dos puntos en el sistema. Al cambiar cualquier punto puede cambiar la diferencia de potencial entre los dos puntos bajo análisis.*

### Corriente

Cuando los átomos pierden sus electrones libres, adquieren una carga neta positiva y se les denomina iones positivos (BOYLESTAD, 2004). Los electrones libres se encuentran listos para moverse dentro de estos iones positivos y abandonar el área general del átomo padre, mientras que los iones positivos únicamente oscilan en una posición fija media. Por esta razón,

*el electrón libre es el portador de carga en un alambre de cobre o en cualquier otro conductor sólido de electricidad.*

## Potencia

La potencia es una indicación de cuánto trabajo (conversión de energía de una forma a otra) puede efectuarse en una cantidad específica de tiempo, esto es, una tasa de trabajo realizado. (BOYLESTAD, 2004)

Por ejemplo, un motor grande tiene más potencia que un motor pequeño porque puede convertir más energía eléctrica en energía mecánica en el mismo periodo. Como la energía convertida se mide en Joules (J) y el tiempo en segundos (s), la potencia se mide en joules /segundo (J/s).

con la energía  $W$  medida en Joules y el tiempo segundo. A lo largo del texto, la abreviatura para energía ( $W$ ) puede ser distinguida de la usada para watt ( $W$ ) por que una está en cursivas mientras la otra no. De hecho, todas las variables en la sección de cd se escriben en cursivas mientras que las unidades aparecen en tipo romano.

La potencia puede ser entregada o absorbida según sea la polaridad del voltaje y la dirección de la corriente. Para todas las fuentes de voltaje de CD, la potencia está siendo entregada por la fuente si la corriente tiene la dirección que aparece en la figura 4.13(a). Observe que la corriente tiene la misma dirección establecida por la fuente en una red de una sola fuente. Si la dirección de la corriente y la polaridad son como se muestran en la figura 4.13 (b) debido a una red multifuente, la batería estará absorbiendo tanta potencia como cuando esté siendo cargada.

### 2.1 Descripción de instalaciones eléctricas

Se le llama instalación eléctrica al conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilizan (CAMPERO, 1977). Entre estos elementos se incluyen: tableros, interruptores, transformadores, bancos de capacitores, dispositivos sensores, dispositivos de control local o remoto, cables, conexiones, contactos, canalizaciones y soportes.

Las instalaciones eléctricas pueden ser abiertas (conductores visibles), aparentes (en ductos o tubos), ocultas (dentro de paneles o falsos plafones), o ahogadas (en muros, techos o pisos).

Una instalación eléctrica debe distribuir la energía eléctrica a los equipos conectados de una manera segura y eficiente. Además, debe ser económica, flexible y de fácil acceso.

#### 2.1.1 Seguridad

Una instalación segura es aquella que no representa riesgos para los usuarios ni para los equipos que alimenta o que están cerca.

Existen muchos elementos que pueden utilizarse para proteger a las personas que trabajan cerca de una instalación eléctrica, entre otros: la conexión a tierra de todas las partes metálicas que están accesibles, la inclusión de mecanismos que impidan que la puerta de un tablero pueda abrirse mientras éste se encuentre energizado, la colocación de tarimas de madera y hule en los lugares donde se operen interruptores y, en general, elementos que impidan el paso (letreros, candados, alambradas, etc.).

En relación con la seguridad de los equipos, debe hacerse un análisis técnico-económico para determinar la inversión en protecciones para cada equipo. Por ejemplo, para un equipo que represente una parte importante de la instalación y que sea muy costoso no deberá limitarse la inversión en protecciones

#### 2.1.2 Eficiencia

El diseño de una instalación debe hacerse cuidadosamente para evitar consumos innecesarios, ya sea por pérdidas en los elementos que la constituyen o por la imposibilidad para desconectar equipos o secciones de alumbrado mientras éstos no se estén utilizando.

#### 2.1.3 Accesibilidad

Una instalación bien diseñada debe tener las previsiones necesarias para permitir el acceso a todas aquellas partes que pueden requerir mantenimiento. Por ejemplo, espacios para montar y desmontar equipos grandes y pasillos en la parte posterior de los tableros, entre otros.

También se entiende por accesibilidad el que se cuente con todos los elementos que permitan entender el diseño de la instalación, es decir, la especificación completa y todos los planos y diagramas necesarios.

#### 2.1.4 Clasificación de instalación eléctrica

Las instalaciones eléctricas se clasifican de diferentes formas. A continuación, se detallan las relativas al nivel de voltaje y al ambiente del lugar de instalación, aunque podrían señalarse otras: por su duración (temporales y definitivas), por su modo de operación normal y de emergencia) o por su construcción (abierta, aparente y oculta).

#### 2.1.5 Nivel de voltaje

De acuerdo con el nivel de voltaje se pueden tener los siguientes tipos de instalación:

- a) Instalaciones no peligrosas. Cuando su voltaje es igual o menor que 12 volts.
- b) Instalaciones de baja tensión. Cuando el voltaje con respecto a tierra no excede 750 volts.
- c) Instalación de media tensión. Aunque no existen límites precisos, podría considerarse un rango entre 1000 y 15000 volts; sin embargo, algunos autores incluyen todos los equipos hasta de 34 kV. En media tensión es muy común encontrar instalaciones con motores de más de 200 hp que operan con un voltaje de 4160 V entre fases y 2400 V entre fase y neutro.
- d) Instalaciones de alta tensión. Cuando los voltajes son superiores a los mencionados anteriormente

#### 2.1.6 Lugar de instalación eléctrica

Las instalaciones eléctricas también pueden clasificarse en normales y especiales, según el lugar donde se ubiquen:

- a) Las instalaciones normales pueden ser interiores o exteriores. Las que están a la intemperie deben tener los accesorios necesarios (cubiertas, empaques y sellos) para evitar la penetración del agua de lluvia aún en condiciones de tormenta.

b) Se consideran instalaciones especiales aquéllas que se encuentran en áreas con ambiente peligroso, excesivamente húmedo o con grandes cantidades de polvo no combustible.

En lugares muy húmedos debe asegurarse una buena protección contra la corrosión y los aislantes deben ser del tipo adecuado para esas condiciones. En los casos donde existen polvos no combustibles, deben utilizarse medios para evitar la acumulación de dicho polvo (extractores y/o cubiertas), dado que puede impedir la operación normal de la instalación, ya sea dificultando la disipación del calor y/o produciendo trayectorias indeseables de corriente.

## 2.2 Elementos que constituye una instalación eléctrica

Se presenta una descripción general de los elementos más comúnmente encontrados en una instalación eléctrica (CAMPERO, 1977). La intención es familiarizar al lector con la terminología y los conceptos que serán utilizados en los capítulos siguientes. Dicha descripción incluye tanto las funciones como las características más importantes de los elementos de las instalaciones eléctricas. Los autores comentan y amplían las definiciones contenidas en las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas (NTIE 1981), sobre todo en lo que se refiere a criterios de selección y especificación. Sin embargo, no se pretende detallar casos particulares ni cubrir todas las posibles combinaciones o arreglos. Al final del capítulo se presentan los símbolos más utilizados en planos de instalaciones eléctricas.

### 2.2.1 Acometida

Por acometida se entiende el punto donde se hace la conexión entre la red, propiedad de la compañía suministradora, y el alimentador que abastece al usuario. La acometida también puede entenderse como la línea (aérea o subterránea) que por un lado entronca con la red eléctrica de alimentación y por el otro tiene conectado el sistema de medición. En las terminales de entrada de la acometida normalmente se colocan apartarrayos para proteger la instalación y el equipo contra ondas de alto voltaje, ya sea de origen atmosférico o por maniobras de conexión o desconexión en la red de suministro.

### 2.2.2 Equipo de medición

Por equipo de medición se entiende aquél, propiedad de la compañía suministradora, que se coloca en la acometida de cualquier usuario con el propósito de cuantificar el consumo de energía eléctrica de acuerdo con las condiciones del contrato de compra venta. Este equipo está sellado y debe estar protegido contra agentes externos, y colocado en un lugar accesible para su lectura y revisión.

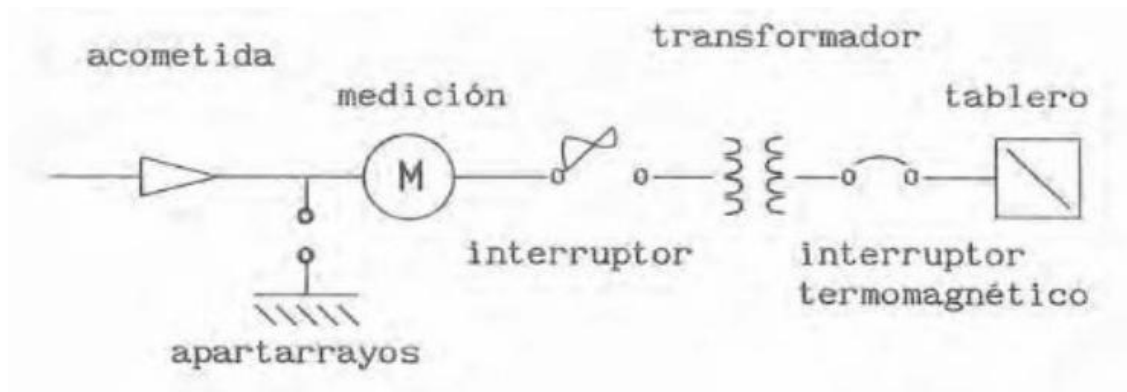
El equipo de medición puede conectarse a través de un juego de cuchillas que permitan que la compañía suministradora verifique su funcionamiento y, en caso necesario, haga la calibración correspondiente sin interrumpir el servicio al usuario.

### 2.2.3 Interruptores

Un interruptor es un dispositivo que está diseñado para abrir o cerrar un circuito eléctrico por el cual está circulando una corriente. Puede utilizarse como medio de o es conexión o desconexión y, si está provisto de los dispositivos necesarios, también puede cubrir la función de protección contra sobrecargas y/o cortocircuitos

#### 2.2.4 Interruptores generales

Se le denomina interruptor general o principal al que va colocado entre la acometida (después del equipo de medición) y el resto de la instalación se muestra en la imagen 2.2 y que se utiliza como medio de desconexión y protección del sistema o red suministradora



*Imagen 2.2 Diagrama unifilar desde la acometida hasta el tablero general (Campero, 1977)*

Este interruptor debe ser de fácil acceso y operación, de tal forma que en caso de emergencia permita desenergizar la instalación rápidamente; debe proteger a toda la instalación y a su equipo, por lo que debe ser capaz de interrumpir las corrientes de cortocircuito que pudieran ocurrir en la instalación del consumidor.

Dependiendo del tipo de instalación, el interruptor general o principal puede ser alguno de los siguientes dispositivos: caja con cuchillas y fusibles, interruptor termomagnético, cortacircuitos o interruptor de potencia (en aire, al vacío, en algún gas o en aceite). También se acostumbra llamarles interruptores generales a los que controlan toda la alimentación de un tablero, de un centro de control de motores (definido más adelante), o de una zona de una instalación

#### 2.2.5 Interruptores derivados

Los interruptores eléctricos llamados derivados son aquellos que están colocados para proteger y desconectar alimentadores de circuitos que distribuyen la energía eléctrica a otras secciones de la instalación o que energizan a otros tableros.

Por ejemplo, una instalación residencial normalmente tiene el medidor conectado a un interruptor general de navajas (medio de desconexión) y fusibles (medio de protección). Del interruptor se alimenta a un tablero de donde se derivan, por lo general, dos circuitos a través de interruptores termomagnéticos, mejor conocidos en México con el nombre de bréiquers (del inglés breakers).

### 2.2.6 Interruptores termomagnéticos

Uno de los interruptores más utilizados y que sirve para desconectar y proteger contra sobrecargas y cortocircuitos es el termomagnético. Se fabrica en gran variedad de tamaños, por lo que su aplicación puede ser como interruptor general o derivado. Su diseño le permite soportar un gran número de operaciones de conexión y desconexión, lo que lo hace muy útil en el control manual de una instalación. Tiene un elemento electrodinámico con el que puede responder rápidamente ante la presencia de un cortocircuito. Para la protección contra sobrecarga se vale de un elemento bimetálico. Resulta conveniente mencionar aquí que este elemento bimetálico -no puede proteger los motores asíncronos de tipo jaula de ardilla, debido a que su constante de tiempo no es suficientemente grande para permitir la corriente de arranque, ya que su calibración poco precisa. Por esta razón la conexión y protección de estos motores se lleva a cabo mediante arrancadores (descritos a continuación).

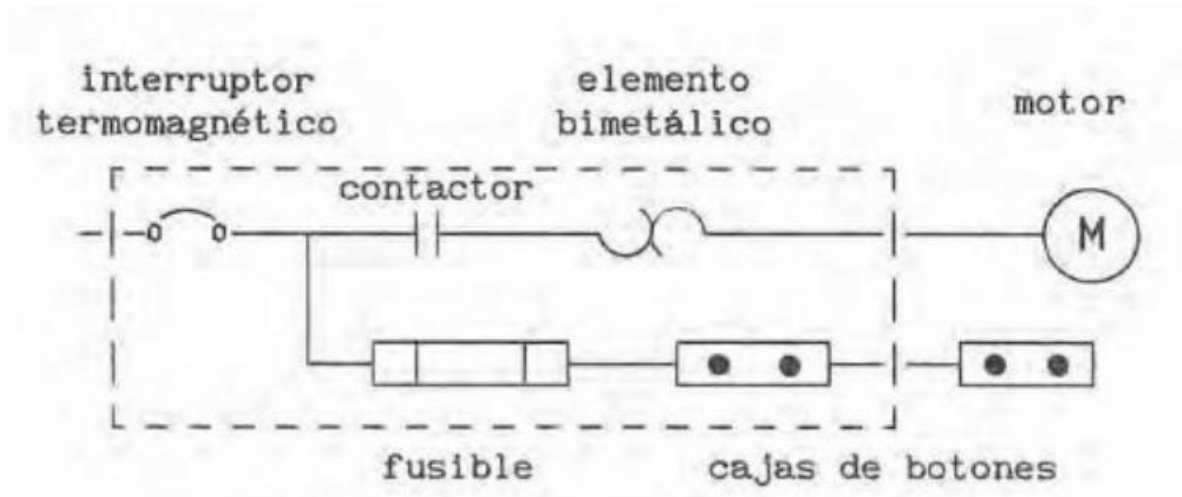
### 2.2.7 Arrancador

Se conoce como arrancador al arreglo compuesto por un interruptor, ya sea termomagnético o de navajas (cuchillas) con fusibles, un contactor electromagnético y un relevador bimetálico. El contactor consiste básicamente de una bobina con un núcleo de hierro que cierra o abre un juego de contactos al energizar o desenergizar la bobina.

Las ventajas de esta combinación son varias:

- a) Se dispone del interruptor (de navajas o termomagnético) para la desconexión y conexión (total) del arrancador.
- b) Debido a que el funcionamiento de la bobina requiere de una corriente relativamente baja, el arranque y paro del motor puede hacerse a control remoto.
- c) La protección contra cortocircuito puede lograrse con el interruptor termomagnético o con los fusibles del interruptor de navajas.
- d) Para la protección contra sobrecarga se utilizan relevadores con elementos bimetálicos que actúan sobre el circuito de la bobina y abren el contactor. Estos bimetálicos tienen constantes térmicas grandes que permiten sobrecargas instantáneas (arranque de motores), y se fabrican en capacidades o calibraciones específicas para motores de tamaños comerciales.
- e) Un arrancador puede tener: botones para restablecer los disparos por sobrecarga; botones para arranque, paro y prueba; luces indicadoras de varios tipos; tabllillas de terminales para conectar el motor y la(s) unidad(es) de control remoto y otros elementos de control.
- f) El arreglo del arrancador se puede lograr en unidades compactas que facilitan el trabajo del proyectista, del instalador, del operador y del encargado de mantenimiento (sobre todo si los arrancadores son del tipo enchufable o "drawout").

En la imagen 2.3 se muestra la representación unifilar de un arrancador, donde se muestran los elementos más importantes en el diagrama.



*Imagen 2.3 Representación unifilar de un arrancador (Campero, 1977)*

#### 2.2.8 Transformador

El transformador eléctrico es un equipo que se utiliza para cambiar el voltaje de suministro al voltaje requerido (CAMPERO, 1977). En instalaciones grandes (o complejas) pueden necesitarse varios niveles de voltajes, lo que se logra instalando varios transformadores (normalmente agrupados en subestaciones). Por otra parte, pueden existir instalaciones cuyo voltaje sea el mismo que tiene la acometida y por lo tanto no requieran de transformador.

Importancia del neutro del transformador en transformaciones trifásicas (RAS, 1991)

El neutro es fundamental para las supresiones de armónicas en sistema estrella- estrella. Pero, además de esa función, en sistemas estrella- estrella, estrella-delta o delta-estrella, y aun en algún delta-delta, el neutro también da las siguientes ventajas:

1. Es una trayectoria para las corrientes de desequilibrio debidas a cargas desbalanceadas.
2. Es un medio por el cual se puede suministrar servicios eléctricos dual: tanto de tensión trifásica mayor para mayores cargas de potencia o motores, como menor de fase para cargas de alumbrado y de aplicaciones domésticas.
3. Es el medio por el que las tensiones de fase, a través de cargas o transformadores conectados en estrella, se balancea con respecto a las tensiones de línea.

Una carga trifásica conectada en estrella se conecta con el neutro para cualquier desbalanceo de corrientes de fase no desequilibre las tensiones de fase.

### 2.2.9 Tableros

Se entiende por tablero un gabinete metálico donde se colocan instrumentos, interruptores, arrancadores y/o dispositivos de control. El tablero es un elemento auxiliar (en algunos casos obligatorios) para lograr una instalación segura, confiable y ordenada.

#### Tablero general

El tablero general es aquél que se coloca inmediatamente después del transformador en la imagen 2.2. se muestra el diagrama de lo contiene un interruptor general. El transformador se conecta a la entrada del interruptor y a la salida de éste se conectan barras que distribuyen la energía eléctrica a diferentes circuitos a través de interruptores derivados

#### Centro de control de motores

En instalaciones industriales, general en aquellas donde se utilizan varios motores, los arrancadores se agrupan en tableros compactos conocidos como centros de control de motores. Dependiendo del número de arrancadores o circuitos derivados y de la distancia entre ellos y el tablero general, puede ser necesario incluir un interruptor general. Los arrancadores normalmente se conectan al interruptor utilizando barras de cobre, lo que permite lograr un arreglo limpio en el interior del tablero.

#### Tablero de distribución o derivados

Cada área de una instalación está normalmente alimentada por uno o varios tableros derivados. Estos tableros pueden tener un interruptor general, dependiendo de la distancia al tablero de donde se alimenta y del número de circuitos que alimente. Contienen una barra de cobre para el neutro y 1, 2 ó 3 barras conectadas a las fases respectivas (directamente o a través del interruptor general). Normalmente, a las barras de las fases se conectan interruptores termomagnéticos de 1, 2 ó 3 polos, dependiendo del número de fases que se requieran para alimentar los circuitos derivados. Estos últimos a su vez alimentan: unidades de alumbrado, salidas para contactos o equipos especiales (que a su vez pueden estar provistos con dispositivos de arranque y protección)

#### Motores y equipos accionados por motores

Los motores se encuentran al final de las ramas de una instalación y su función es transformar la energía eléctrica en energía mecánica. Cada motor debe tener su arrancador propio.

Los motores tipo jaula de ardilla o de inducción (que son los que se encuentran más comúnmente en las instalaciones) son motores eléctricos asíncronos, es decir, su velocidad varía con la aplicación de carga y es siempre menor a la de sincronismo. La característica que les da este nombre es el tipo de devanado del rotor formado por barras conductoras interconectadas con anillos (en cortocircuito) cuyo diseño es muy parecido a una jaula de ardilla. Estos motores son económicos, pero tienen la desventaja de requerir una corriente muy alta en el momento del arranque (6 a 7 veces la de plena carga o nominal)

## 2.2.10 Estaciones o puntos de control

En esta categoría se clasifican las estaciones de botones para control, o elementos del proceso como: limitadores de carrera o de par, indicadores de nivel, de temperatura, de presión, entre otros. (CAMPERO, 1977) Todos estos equipos manejan corrientes que por lo general son bajas comparadas con las de los elementos activos de una instalación. Es importante hacer notar la necesidad de calcular los alimentadores de control, ya que de lo contrario pueden presentarse graves problemas. Por ejemplo, un contactor grande que se alimenta con baja tensión a través de varios puntos de control de una nave de producción puede resultar con una caída de voltaje tan grande que el electroimán respectivo no tenga la fuerza suficiente para actuar.

## 2.2.11 Salidas para alumbrado y contactos.

Las unidades de alumbrado, al igual que los motores, están al final de la instalación y son consumidores que transforman la energía eléctrica en energía luminosa y generalmente también en calor. Los contactos sirven para alimentar diferentes equipos portátiles y van alojados en una caja donde termina la instalación fija. En ambos casos el proyectista debe asegurarse que la instalación eléctrica tenga la especificación necesaria para que la caída de voltaje esté por abajo de la permitida, que el alimentador quede protegido contra fallas y sobrecargas y que el usuario esté protegido contra electrocución.

## 2.2.11 Tierras o neutro en una instalación eléctrica

En virtud de que no existe acuerdo al respecto de las definiciones que incluyen los términos tierra y neutro, a continuación, se presentan las utilizadas por los autores:

a) Tierra. Desde el punto de vista eléctrico, se considera que el globo terráqueo tiene un potencial de cero (o neutro); se utiliza como referencia y como sumidero de corrientes indeseables. Sin embargo, puede suceder que por causas naturales (pre-sencilla cercana de nubes o descargas atmosféricas) o artificiales (falla eléctrica en una instalación) una zona terrestre tenga en forma temporal una carga eléctrica negativa o positiva con respecto a otra zona (no necesariamente lejana). Por esta razón pueden aparecer corrientes en conductores cuyos extremos estén en contacto con zonas de potenciales distintos.

b) Resistencia a tierra. Este término se utiliza para referirse a la resistencia eléctrica que presenta el suelo (tierra) de cierto lugar. El valor de la resistencia a tierra debe estar dentro de ciertos límites dependiendo del tipo de instalación.

c) Toma de tierra. Se entiende que un electrodo enterrado en el suelo con una terminal que permita unirlo a un conductor es una toma de tierra. Este electrodo puede ser una barra o tubo de cobre, una varilla o tubo de fierro y en general cualquier estructura que

esté en contacto con la tierra y que tenga una resistencia a tierra dentro de ciertos límites.

d) Tierra remota. Se le llama así a una toma de tierra lejana al punto que se esté considerando en ese momento. Su definición es útil ya que puede utilizarse como referencia en caso de que fluyan corrientes entre la instalación y esa toma de tierra.

e) Sistema de tierra. Se llama sistema de tierra a la red de conductores eléctricos unidos a una o más tomas de tierra y provistos de una o varias terminales a las que pueden conectarse puntos de la instalación. El sistema de tierra de una instalación se diseña en función de: el nivel de voltaje, la corriente de cortocircuito, la superficie que ocupa la instalación, la probabilidad de explosión y/o incendio, la resistencia a tierra, la humedad y la temperatura del suelo.

En una industria pueden existir varios sistemas de tierra independientes: para la subestación y equipo de fuerza (motores), para el sistema de pararrayos (que puede o no estar interconectado con el primero) y para instrumentos, computadoras y equipos de transmisión o recepción de señal. Deben respetarse ciertas separaciones entre las tomas de tierra de cada sistema para evitar interferencias. Los conductores que se conecten a los diferentes sistemas deberán estar aislados y protegidos desde la conexión. En la práctica ningún sistema de tierra es perfecto, ya que se requeriría que los conductores que lo forman y el suelo tuvieran una resistencia cero.

f) Conexión a tierra. La unión entre un conductor y el sistema de tierra es una conexión a tierra.

g) Tierra física. Se dice que un conductor se conecta a una tierra física cuando se une sólidamente a un sistema de tierra, que a su vez está directamente conectado a la toma de tierra (sin que exista entre ellos más impedancia que la de los conductores).

Se puede considerar que el potencial de una tierra física se mantiene prácticamente constante, aunque exista un flujo de corriente entre este punto y la toma de tierra.

h) Neutro aislado. Se denomina así al conductor de una instalación que está conectado a tierra a través de una impedancia (resistiva o inductiva). La función de esta impedancia es limitar la corriente de cortocircuito que circularía por el conductor, o las partes del equipo que estén conectadas a tierra, y disminuir así los posibles daños. Por ejemplo, en un motor de 1500 hp con neutro sólidamente conectado a tierra, la corriente de falla entre fase y tierra podría ser de hasta 10000 amperes, iría acompañada de una pequeña explosión y lo más probable es que las laminaciones del rotor y estator se dañen junto con los conductores. En cambio, se puede calcular el valor de una impedancia que, colocada entre el neutro del transformador (aislado)

y la toma de tierra (o el sistema de tierra), impida que la corriente pase de cierta magnitud. El IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) recomienda que esta corriente sea de 600 amperes. Esta protección se logra colocando en la línea del neutro un relevador de corriente que detecta la falla y manda una señal para desconectar el interruptor correspondiente. La instalación de esta protección es compleja y requiere de un cálculo muy preciso de los valores de la corriente de cortocircuito y de la selección y especificación de los elementos.

i) Neutro del generador. Se le llama así al punto que sirve de referencia para los voltajes generados en cada fase. En sistemas equilibrados y bajo circunstancias de operación normales, la diferencia de potencial entre el neutro del generador y la tierra física del lugar donde está instalado es cero.

j) Neutro de trabajo. Es aquél que se requiere para la conexión de un consumidor alimentado por una sola fase. La sección transversal del conductor de este neutro y de la fase deben ser iguales, ya que conducen la misma corriente.

k) Neutro conectado sólidamente a tierra. Este tipo de conexión se utiliza generalmente en instalaciones de baja tensión para proteger a las personas contra el peligro de electrocución. En el caso de que se presente una falla de aislamiento entre un conductor energizado y una parte metálica desnuda se produce un cortocircuito y actúa la protección que des energiza al circuito respectivo.

L) Neutro de un sistema. Es un potencial de referencia de un sistema que puede diferir del potencial de tierra y que puede no existir físicamente. Por ejemplo, en una interconexión de transformadores tipo delta no existe un neutro físico, aunque sí un neutro de referencia.

M) Neutro flotante. Se le llama así al neutro de una instalación que no se conecta a tierra. Dependiendo de las condiciones de operación puede existir una diferencia de potencial entre este neutro y tierra.

#### 2.2.12 Interconexiones

Para la interconexión de una instalación pueden utilizarse alambres (conductor de varios hilos) o cables (de un solo hilo) de cobre o aluminio. Estos pueden estar colocados a la vista, en ductos, tubos o charolas. Excepto en el caso de líneas aéreas, los conductores siempre deberán estar cubiertos con una capa de material aislante, el cual determina 1 a temperatura máxima de operación. El empalme de conductores o la conexión de éstos alas terminales de los equipos debe hacerse de manera que se garantice un contacto

uniforme y no existan defectos que representen una disminución de la sección. Lo más recomendable es que todas las conexiones queden accesibles. En caso que estén dentro de tuberías o ductos deben proveerse las cajas o registros necesarios, sobre todo en las conexiones de salida hacia los equipos de la instalación. Las tuberías que se utilizan para proteger a los conductores pueden ser metálicas (de pared gruesa o delgada) o de materiales plásticos no combustibles (rígidas o flexibles). También se utilizan ductos (metálicos) cuadrados o charolas, que son estructuras metálicas de tipo escalera colocadas vertical u horizontalmente donde se fijan los conductores. El soporte de todos estos elementos debe ser rígido y su colocación debe hacerse de acuerdo con criterios de funcionalidad, estética, facilidad de mantenimiento economía.

### 2.2.13 Simbología

Las imágenes del 2.4 al 2.15, se presentan algunos de los símbolos más comúnmente usados en los diagramas unifilares de instalaciones eléctricas que facilitan la comunicación entre los instaladores y proyectistas.

|                                                         |      |
|---------------------------------------------------------|------|
| Resistencia fija                                        |      |
| Reactancia inductiva                                    |      |
| Reactancia capacitiva fija (condensador)                |      |
| Impedancia                                              |      |
| Pila                                                    |      |
| Motores y generadores                                   |      |
| - Motor de corriente alterna, alterna, jaula de ardilla | M    |
| - Generador de corriente alterna                        | G    |
| - Motor síncrono                                        | M.S. |

Imagen 2.4 Elementos de circuitos (Campero 1977)

|                                          |  |
|------------------------------------------|--|
| Acometida                                |  |
| Cuchilla de separación                   |  |
| Interruptor con fusibles o cortacircuito |  |
| Interruptor en aceite, gas o vacío       |  |
| Transformador de potencial               |  |

Imagen 2.5 A subestaciones, tierras y pararrayos (Campero 1977)

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Transformador de corriente     |  |
| Conexión a tierra              |  |
| Varilla para conexión a tierra |  |
| Apartarrayos                   |  |
| Punta de pararrayos            |  |

Imagen 2.6 B Subestaciones, tierras y pararrayos (Campero 1977)

|                                        |  |
|----------------------------------------|--|
| Tablero o centro de control de motores |  |
| Elemento térmico bimetálico            |  |
| Elemento fusible                       |  |
| Elemento electromagnético              |  |
| Interruptor termomagnético             |  |

Imagen 2.7 A Operación, protección y control (Campero 1977)



Imagen 2.8 B Operación protección y control (Campero 1977)

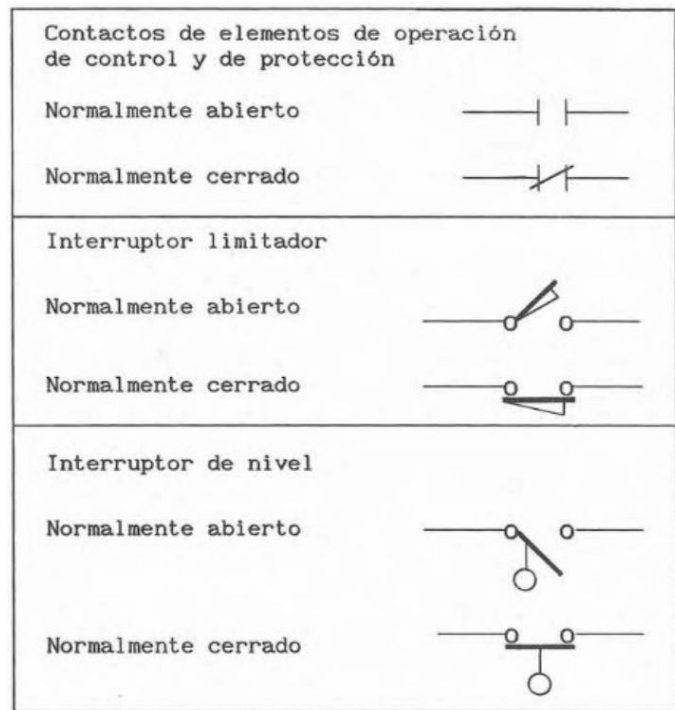


Imagen 2.9 C Operación, protección y control (Campero 1977)

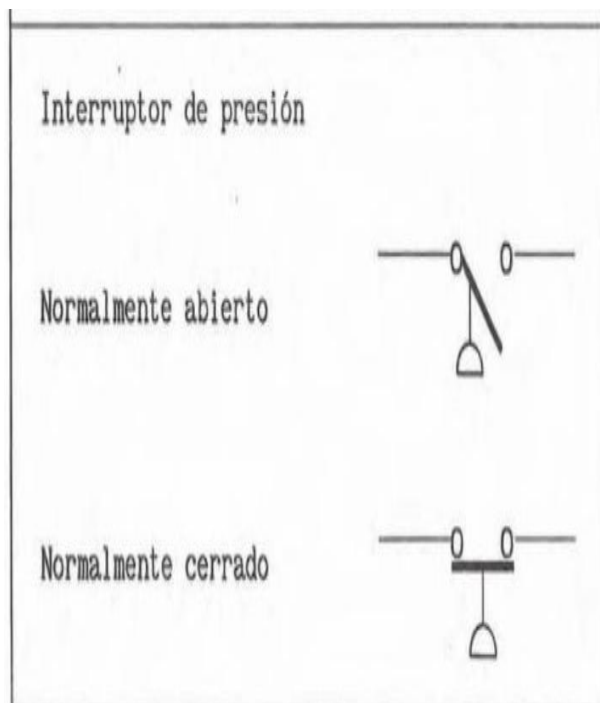


Imagen 2.10 D Operación, protección y control (Campero 1977)

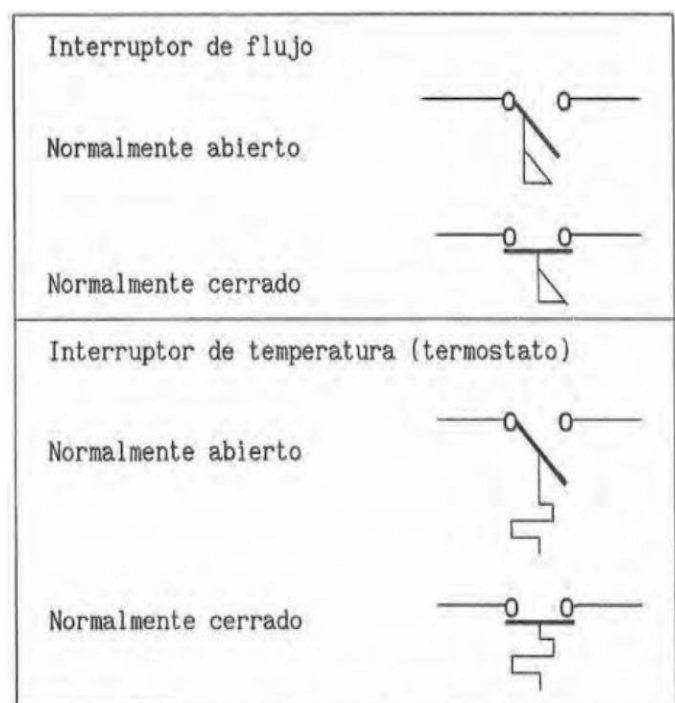


Imagen 2.11 E Operación, protección y control (Campero 1977)



Imagen 2.12 F Operación, protección y control (Campero 1977)

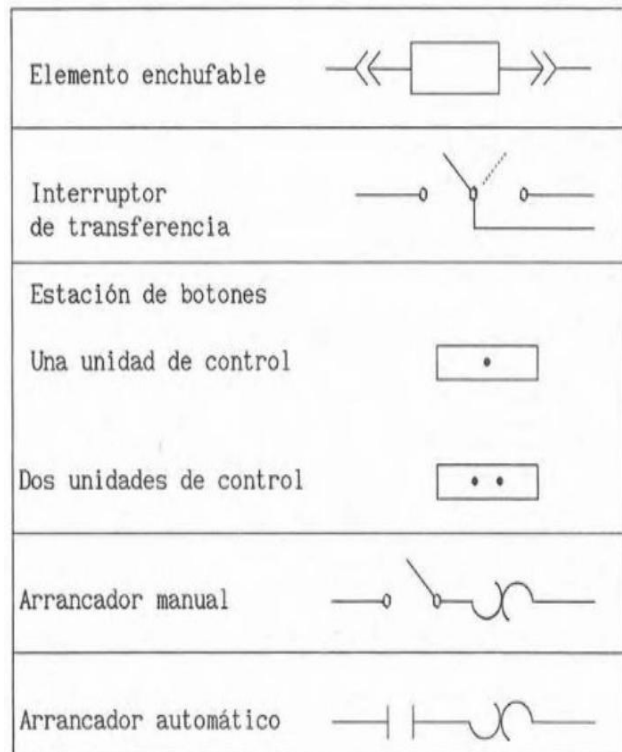


Imagen 2.13 G Operación, protección y control (Campero 1977)

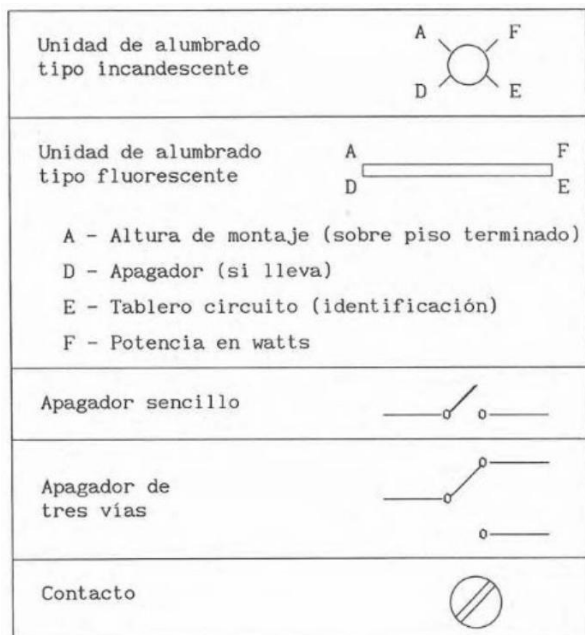


Imagen 2.14 Alumbrado y contacto (Campero 1977)



Imagen 2.15 Ducteria y alimentadores (Campero 1977)

En la imagen 2.9 se muestra los elementos básicos para una instalación, este tipo de simbología son utilizados para realizar planos en CAD. (CAMPERO, 1977)



|                                                       |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                       |  |
| Amperímetro                                           | A                                                                                   |
| Medidor de demanda máxima                             | D                                                                                   |
| Frecuencímetro                                        | F                                                                                   |
| Indicador de pérdidas a tierra                        | DI                                                                                  |
| Miliampérmetro                                        | MA                                                                                  |
| Ohmetro                                               | OHM                                                                                 |
| Fasómetro                                             | NF                                                                                  |
| Medidor de factor de potencia                         | FP                                                                                  |
| Sincronoscopio                                        | S                                                                                   |
| Varhorímetro                                          | VARH                                                                                |
| Vóltmetro                                             | V                                                                                   |
| Voltampérmetro                                        | VA                                                                                  |
| Voltampérmetro reactivo                               | VAR                                                                                 |
| Wattmetro                                             | W                                                                                   |
| Watthorímetro                                         | WH                                                                                  |
| Dispositivo de medición de la compañía suministradora | M                                                                                   |

*Imagen 2.16 simbología de elementos básicos para una instalación (Campero, 1977)*

#### 2.2.14 Conductores eléctricos

La finalidad de un conductor es transportar la energía eléctrica procedente de los generadores hasta los receptores. (MANUEL CABELLO, 2014) La resistencia final que ofrece una línea conductora en una instalación depende de varios factores, tales como el tipo de material, la sección, la longitud, la intensidad que circula por el conductor y la temperatura.

##### Los conductores se fabrican de dos formas.

Unipolares: constituidos por un único hilo conductor recubierto de un material aislante en su versión más simple, o bien un único conductor recubierto por un material aislante, pantallas, protecciones mecánicas y cubierta, en su versión más compleja polares.

Multipolares (mangueras): compuesto por varios conductores, recubiertos con un material aislante y una cubierta en su versión más sencilla, o bien varios conductores, igualmente recubierto por un material aislante, cubiertas de separación, pantallas, protecciones metálicas y cubiertas exterior, en su versión más compleja.

##### Materiales de los conductores

Los materiales utilizados como conductores en las instalaciones eléctricas son dos: el cobre (Cu) y el aluminio (Al). Ambos ofrecen una resistividad (oposición al paso de la corriente) relativamente baja en comparación con otros materiales: aunque no solo materiales con resistividad más baja, si lo más empelados por motivo económico.

La resistividad de estos materiales es: para el cobre (Cu)  $0.017 (\Omega \cdot \text{mm}^2)/\text{m}$  y para el aluminio (Al)  $0.028 (\Omega \cdot \text{mm}^2)/\text{m}$  a una  $T^\circ$  de  $20^\circ\text{C}$ . Como podemos apreciar, el cobre es un mejor conductor que el aluminio; sin embargo, su costo es mayor, motivo por el cual el aluminio es el empleado principalmente por las compañías de distribución de energía, y el cobre en líneas de distribución de las instalaciones interiores.

La conductividad (k): este término se emplea para el cálculo de la sección de los conductores y se calcula como la inversa de la resistividad, siendo de  $1/0.017 = 56/\Omega \cdot \text{mm}^2$  para el cobre y de  $1/0.028 = 35.7/\Omega \cdot \text{mm}^2$  para el aluminio a  $20^\circ\text{C}$ , pero un conductor ofrece una mayor oposición al paso de corriente a medida que esta aumenta: como consecuencia de este fenómeno, la resistividad aumenta y la conductividad disminuye.

Debido al calentamiento de los conductores por el paso de corriente a través de ellos, es evidente que la temperatura del conductor frecuentemente va a estar alejada de los  $20^\circ\text{C}$ : por ello, en ausencia de cálculo más precisos y según marca la Norma UNE-HD 60.346-5-52:2014, para el cálculo de secciones lo adecuado es utilizar valores de conductividad a la máxima temperatura a la que el conductor va a trabajar, que depender del materia de aislamiento del mismo, existiendo dos grandes grupos: PVC (Termoplástico e incluye a los denominados también a los más libres de halógenos Z1) y XLPE/ EPR (termoestables y gomas).

## Constituciones un conductor

Los conductores los podemos distinguir de varias formas:

Por el número de hilos, siendo estos

Unipolares: en su versión más básica, están compuestos por un solo conductor recubierto de material aislante.

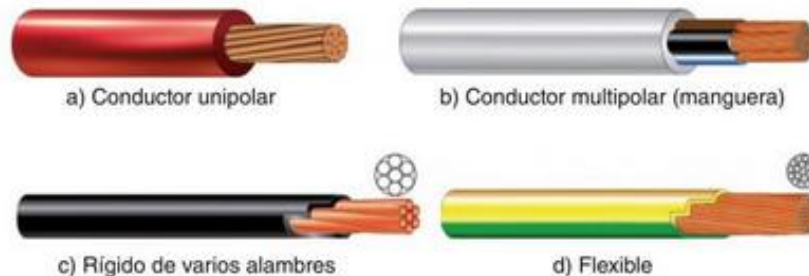
Multipolares (mangueras): en su versión más básica, están constituidos por varios conductores recubiertos de un aislamiento y una cubierta que cubre el conjunto de conductores y que, hace la función de protección contra agentes atmosféricos, corrosión, etc.

Por su forma constructiva. Siendo estos:

Regidos: compuestos de un único hilo, o bien varios alambres de un determinado grosor.

Flexibles: compuesto por una gran cantidad de alambres, de forma que, para una misma sección, cuanto mayor sea la cantidad de alambres que forma el conductor, mayor será su flexibilidad.

En la imagen 2.17 se muestra los diferentes tipos de conductores descritos con anterioridad



*Imagen 2.17 Tipos de conductores (MANUEL CABELLO, 2014)*

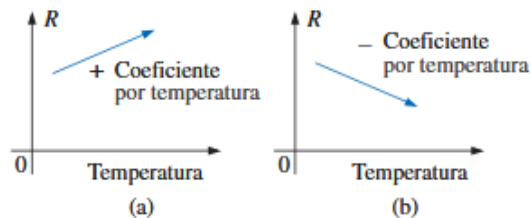
## Efecto de temperatura en conductores

La temperatura tiene un efecto considerable sobre la resistencia de conductores, semiconductores y aislantes.

### Conductores

Los conductores tienen un número abundante de electrones libres, y cualquier introducción de energía térmica tendrá poco impacto en el número total de portadores libres. De hecho, la energía térmica sólo aumentará la intensidad del movimiento aleatorio de las partículas dentro del material y hará más difícil que se establezca un flujo general de electrones en cualquier dirección. El resultado es que:

Para buenos conductores, un aumento en la temperatura resultará en un aumento en el nivel de resistencia. En consecuencia, los conductores tienen un coeficiente térmico de resistencia positivo, como se observa en la imagen 2.18, se muestra el coeficiente de temperaturas de conductores dependiendo de si es positivo o negativo.



*Imagen 2.18 Coeficiente térmico positivo- conductores B) coeficiente térmico negativo -semiconductor.*

### Semiconductores

En los semiconductores, un aumento de temperatura impartirá cierta energía térmica al sistema que resultará en un aumento en el número de portadores libres para conducción en el material. El resultado es que:

Para materiales semiconductores, un aumento de temperatura resultará en una disminución en el nivel de resistencia. En consecuencia, los semiconductores tienen coeficientes térmicos de resistencia negativos.

### Aislantes

Igual que en los semiconductores, un aumento de temperatura resultará en una disminución en la resistencia de un aislante. El resultado es un coeficiente térmico de resistencia negativo.

### 2.2.15 Canalizaciones

Denominados canalizaciones a todos aquellos elementos encargados de soportar el conductor, entre ellos podemos distinguir: (MANUEL CABELLO, 2014) canalización bajo tubo, en bandejas, cables fijos sobre pared, conductor sobre canaletas o molduras, en huecos de la construcción, etc.

#### Canalizaciones bajo tubos

Podemos distinguir diferentes tipos de canalización bajo tubo:

**Montaje empotrado:** cuando los tubos se encuentran embebidos en la construcción en paredes, techos o suelos.

**Montaje superficial:** cuando los tubos se encuentran fijados sobre paredes y techos.

**Montaje al aire:** cuando los tubos en todo o partes de su trayecto se encuentran sin fijación.

**Montaje enterrado:** cuando los tubos se encuentran enterrados en zanjas.

Así mismo podemos clasificarlos principalmente como flexibles o rígidos, de forma que los primeros no necesitan ninguna herramienta ni proceso para adaptarse a las diferentes curvas, al contrario que los rígidos que necesitan de un proceso para conseguir el curvado para su adaptación a las superficies de la instalación. Los conductores bajo tubo deben tener una tensión nominal de aislamiento de 450/750 V o de 0,6/1 kV. Los tipos de tubos utilizados en las instalaciones eléctricas son los siguientes:

#### Tubos corrugados y corrugados de doble capa

Estos tubos se construyen a base de materiales plásticos generalmente de PVC y son de tipo flexible, ambos son utilizados en exclusividad en montaje empotrado debido a su baja resistencia mecánica, la diferencia entre el corrugado y corrugado de doble capa es su resistencia mecánica, los de doble capa, gracias a su refuerzo, ofrecen una resistencia mecánica mayor que los corrugados. La utilización de uno u otro depende de su instalación, por ejemplo, para tubos empotrados en construcciones bajo ladrillos o rasillas, la elección más idónea es la de corrugados, sin embargo, si estos van bajo suelo o embebidos en hormigón, los más idóneos son los de doble capa. Ambos poseen un estriado que les proporciona una fuerte fijación sobre los materiales de obra en los cuales quedan empotrados, en la imagen 2.19 se muestran los dos tipos de tubo, corrugado y corrugado de doble capa.



*Imagen 2.19 Tubos corrugados (MANUEL CABELLO, 2014)*

#### Tubos anillados de plástico (tubos helicoidales)

Este tipo de tubo, también, se denomina tubo elecplas, estos tubos son de tipo flexible construido principalmente de PVC. Hay dos factores importantes que los diferencian de los anteriores, su resistencia mecánica y su modo de instalación. Debido a su mayor grado de resistencia mecánica se utilizan en montaje superficial, principalmente en ambientes industriales para la canalización de conductores desde los cuadros de mando y protección a las diferentes máquinas. En la imagen 2.20, se observa un tubo anillado de plástico.



*Imagen 2.20 Tubo anillado de plástico (MANUEL CABELLO, 2014)*

### Tubos anillados metálicos flexibles

Estos tubos son de tipo flexible y se construyen de acero galvanizado, pudiendo distinguirse dos tipos: con o sin recubrimiento plástico. Ambos ofrecen una alta resistencia mecánica, la diferencia entre ambos es que los que poseen recubrimientos de plástico ofrecen una mayor protección contra agentes atmosféricos, corrosión, etc. Se utilizan en montaje al aire y superficial, igual que los anteriores, en ambientes industriales donde por las circunstancias de la instalación se requieren tubos flexibles con un alto grado de protección mecánica. Si, por ejemplo, éstos van a estar expuestos en una caseta depuradora de piscina en la que existe un gran grado de corrosión (p.e. cloro) y humedad, la elección más idónea sería la utilización de tubo con recubrimiento. En la imagen 2.21 se muestra un ejemplo de tubo metálico flexible.



*Imagen 2.21 Tubo metálico flexible con y sin recubrimiento (MANUEL CABELLO, 2014)*

### Tubos rígidos de plástico (Tubo H)

Estos tubos se construyen a base de materiales plásticos, generalmente de PVC, y se utilizan en montaje superficial, ofreciendo como característica principal una buena resistencia mecánica, así mismo como una excelente protección contra agentes atmosféricos y corrosión. En la imagen 2.22 se muestra ejemplo básico de un tubo rígido de pvc

### Tubos rígidos metálicos

Estos tubos ofrecen una alta resistencia mecánica y son utilizados en montaje superficial principalmente en ambientes industriales como, por ejemplo, un taller de construcciones metálicas donde los tubos pueden estar expuestos a fuertes impactos debido al riesgo de apoyo de vigas, y otros materiales metálicos. También su uso es obligatorio en locales de características especiales, tales como local es con riesgo de incendio y explosión. Estos tubos se fabrican de acero galvanizado o laminado y aleaciones de aluminio.

### Tubos enterrados

Este tipo de tubos son de tipo corrugado de doble pared, contruidos de materiales plásticos y están diseñados para soportar grandes presiones de compresión una vez enterrados en zanjas. A diferencia de los otros tubos, sus cajas de registro se denominan arquetas, éstas pueden ser prefabricadas con materiales de obra al cual se le coloca un marco y tapa de fundición, o bien enteramente arquetas rectangulares de materiales termoplásticos con tapa ciega de alta resistencia.



*Imagen 2.22 Tubo rígidos de PVC y metálicos (MANUEL CABELLO, 2014)*

### Accesorios para tubos

Son todos aquellos elementos que permiten la unión de tubos, conexión a las cajas y cuadros, curvas, etc., éstos son los siguientes: Manguitos, racores y casquillos: Los manguitos permiten la unión entre dos tubos. Los racores permiten la unión de los tubos a las cajas de registro, cuadros de distribución, o maquinas. Tanto los racores como manguitos pueden ser enchufables o roscados. En el caso de tubos anillados, éstos son enchufables, y en el caso de tubos rígidos pueden ser enchufables o roscados. Los casquillos son de tipo roscado, muy útiles para unir dos tubos anillados en la imagen 2.23 y 2.24 se muestran ejemplo de accesorios para tubos.



*Imagen 2.23 Tubo y manguito de unión para canalizaciones enterradas (MANUEL CABELLO, 2014)*



*Imagen 2.24 Récores, maguito y casquillo (MANUEL CABELLO, 2014)*

**Adaptadores de rosca y tapones:** Los adaptadores de rosca permiten adaptar una rosca métrica a PG, y viceversa. Los tapones se utilizan para cegar y asegurar la estanqueidad en cualquier agujero abierto de una caja de registro, cuadro o caja de un receptor.

**Codos y curvas:** La diferencia entre ambos es que mientras los codos son de tipo rígido permitiendo realizar curvas de 90° en los tubos, las curvas son flexibles permitiendo realizar una curva a medida. Se construyen de materiales plásticos o metálicos de tipo enchufable o roscado.

### Curvado de tubos

Cuando no se emplean accesorios de curvado existen diferentes métodos para realizar la curva: el curvado en caliente para tubos de PVC y el curvado mediante corvaduras neumáticas y eléctricas para tubos metálicos. Curvado en caliente para tubos de PVC rígidos: consiste en aplicar calor al tubo hasta obtener la curva deseada utilizando un soplete o bien una pistola de aire caliente. El curvado de tubos rígidos de PVC en caliente se muestra en la figura 2.25. El proceso se realiza sujetando el tubo con la mano en ambos extremos donde se va a realizar la curva, y otro operario procede a utilizar el soplete o la pistola de aire caliente inyectando calor al tubo a una cierta distancia, siendo ésta la suficiente para que el tubo se ablande pero no llegue a quemarse, de forma que el operario que sujeta el tubo realiza la curva requerida. Siempre que se realiza una curva, el diámetro interior disminuye, para corregir esto antes de que el tubo se enfríe, se puede presionar sobre el tubo con ayuda de una esponja humedecida en agua.



*Imagen 2.25 Curva y codo de 90 grados, enchufables (MANUEL CABELLO, 2014)*

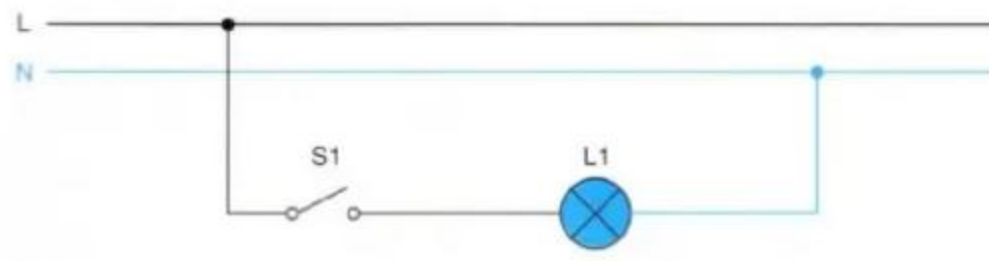
### 2.3 Esquemas eléctricos

A la representación gráfica del conjunto de conexiones entre símbolos eléctricos de los distintos dispositivos de un circuito, o bien la representación de estos sobre un plano, se le denomina esquema. (MANUEL CABELLO, 2014) Su objetivo es facilitar la comprensión de una instalación eléctrica para su posterior ejecución.

Podemos distinguir tres tipos de esquemas eléctricos

#### 2.3.1 Esquema multifilar

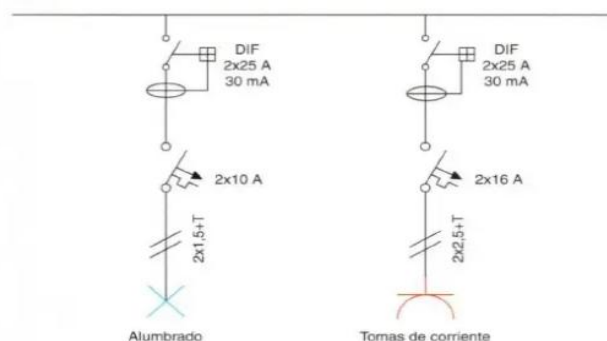
Representa de forma detallada, una instalación representando todos los conductores, a paramenta eléctrica, receptores, etc., y sus conexiones. Y se utiliza cuando se necesita una representación muy clara de las conexiones de los distintos dispositivos que los componentes para ser comprendidos por el instalador en el momento de la instalación, en la imagen 2.26 se observa un claro ejemplo de un esquema multifilar.



**Imagen 2.26** Esquema multifilar de un punto de luz accionado por interruptor (MANUEL CABELLO, 2014)

#### 2.3.2 Esquema unifilar

Es una representación abreviada donde se representan las líneas compuestas por varios conductores con símbolos de paramenta y receptores eléctricos en un mismo trazado. En la imagen 2.27 se observa un esquema unifilar de dos circuitos

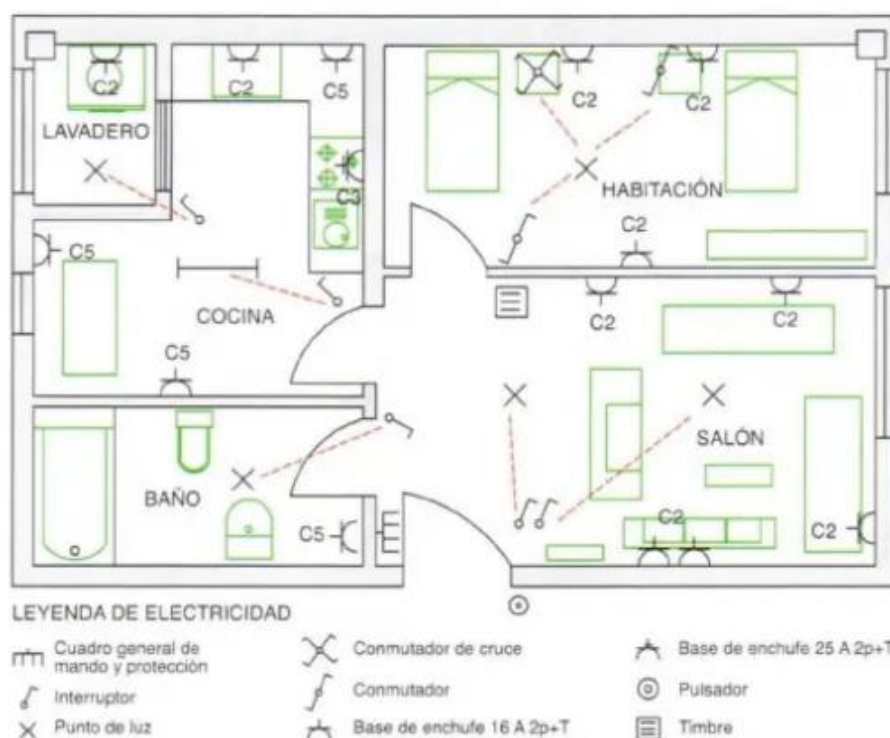


**Imagen 2.27** Esquema unifilar de dos circuitos de parte de un cuadro general de mando y protección. (MANUEL CABELLO, 2014)

### 2.3.3 Esquema de distribución en planta (o topográfico)

Se utiliza para representar la ubicación de la aparamenta eléctrica y /o trazado de canalización sobre el plano de planta, la simbología utilizada es la unifilar.

Este esquema es muy importante en las instalaciones eléctricas debido que ofrece al instalador una idea clara de la ubicación de los mecanismos en el emplazamiento o local. Igualmente ofrece gráficamente mediante línea discontinua, como podemos apreciar en la imagen 2.28, el mecanismo que accionan un determinado punto de luz, así como una indicación del circuito al que pertenece cada toma de corriente



*Imagen 2.28 Esquema de distribución en planta o topográfico de una vivienda (MANUEL CABELLO, 2014)*

Al realizar un proyecto eléctrico, una correcta esquematización de los circuitos es muy importante para su posterior interpretación y montaje. Como vemos en el esquema unifilar, se representa el conexionado y el cableado de los dispositivos de forma simbólica, con esto se consigue comprender rápidamente el circuito, en cuanto a los esquemas unifilares, representa de una forma abreviada los circuitos teniendo en cuenta el instalador, debido a su conocimiento, sabrá interpretar correctamente dicho esquema para su montaje. Estos esquemas deben ir acompañados de la mayor indicación textual posible, como podemos apreciar en el esquema de la figura 2.28 en el cual se especifica claramente el calibre de

las protecciones, el número de conductores y sección de los mismos, el circuito al que pertenece, el diámetro del tubo, etc. los esquemas de distribución en planta o topográficos se realiza con el objetivo de señalar la ubicación de los dispositivos de la instalación sobre el plano en planta de la vivienda, local, edificio, etc. también pueden ir acompañados de una leyenda que especifique el significado de cada uno de los elementos eléctricos a instalar, así como un descripción sobre el circuito al que pertenece el mecanismo.

## 2.4 Pasos para el proyecto y dimensiones de una instalación eléctrica

Estos son las distintas etapas que involucran el proyecto de una instalación eléctrica y el dimensionamiento de la misma (COLLAVINO, 2007), las cuales son:

Etapas 1, pasos que se desarrollaran en su primera sección

1. Preparación de los planos
2. Determinación del número de tableros y su ubicación
3. Ubicación de los lugares de consumo de energía llamados interruptores y de los interruptores unipolares
4. Determinación del número de circuitos
5. Determinación de la demanda de máxima potencia simultanea de cada circuito
6. Determinación de la demanda máxima de potencia simultanea del edificio
7. Determinación de la sección de los conductores
8. Determinación del diámetro de las cañerías
9. Elección de los aparatos de maniobra y protección
10. Disposición de las protecciones y dibujo del esquema unifilar

### 2.4.1 Ejemplo del diseño y dimensionamiento de una instalación eléctrica

La finalidad de un proyecto de una instalación eléctrica apunta básicamente a:

- Determinar un costo total
- Determinar elementos que permitan realizar la obra
- Determinar tiempos de ejecución acorde con la marcha general de la obra

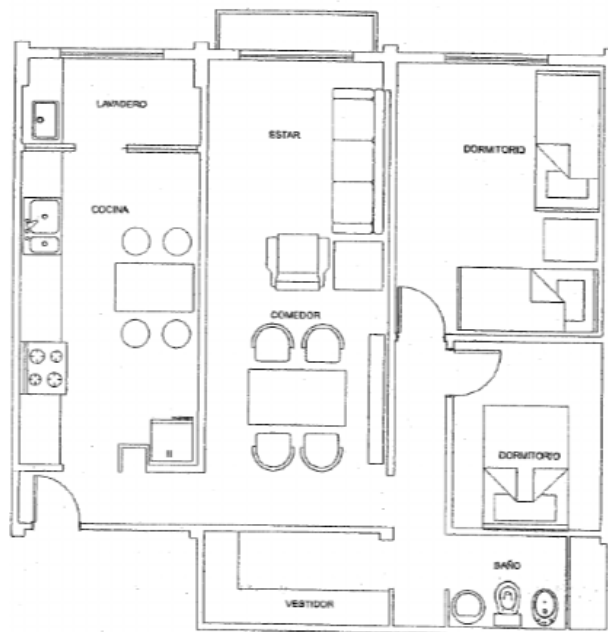
El proyecto comienza con los planos. Pero antes ya sea haber investigado acerca de:

- Calidad de edificio
- Uso y costumbre del ocupante
- Actividades a desarrollar

Todo proyecto y dimensionamiento de una instalación eléctrica debe tener como objetivo

- El confort y seguridad del ser humano, de los animales domésticos y de los bienes
- La seguridad y correcto funcionamiento de la instalación
- Para ello se respeta los reglamentos vigentes y las normas de la instalación
- Y en la obra se usará materiales conforme a la norma, para los productos nacionales y las IEC para los productos internacionales

Ejemplo del diseño y dimensiones de la instalación eléctrica, en la imagen 2.29 se muestra el plano base del cual se guía para así realizar una instalación.



*Imagen 2.29 Plano de referencia (COLLAVINO, 2007)*

#### 2.4.2 Preparación de planos

Una vez que se consiguen todas las plantas del edificio confeccionan los fondos de plano (son las plantas de proyecto dibujadas en punta 0,2) en escala 1:00 o en 1:50 sin ejecución.

#### 2. Ubicación de tableros y determinación de sus números

Acometida: la acometida de energía, se ubicará siempre sobre la línea municipal y sobre un eje medianero, donde se ubicará la caja de toma.

Gabinetes de medidores: el medidor y el tablero principal, deben estar separados 2 metros máximo. De este proyecto con propietarios múltiples se llevan a ambos a un local de medidores y tableros en la planta del edificio, en lugar alejado del tanque de agua, no indudable y en lo posible sobre la misma línea vertical que los tableros seccionales que se

encuentren en los departamentos en los distintos pisos, para evitar curvas y longitudes de recorrido.

Allí se encontrará una toma secundaria contenida en la parte inferior de un tablero o gabinete de medidores donde se ha diseñado un sector para conectar un seccionador fusible de corte trifásico y fusibles. Se tiene que considerar lugar para un medidor para cada propietario.

El medidor de servicio generales incluye iluminación permanente, la iluminación fija y automática de espacios comunes, asesores, equipos de bombeo, portero eléctrico de televisión, de existir cocheras se recomienda un medidor para este local. Como se muestra en la imagen 2.30 se representa los gabinetes de una instalación eléctrica.

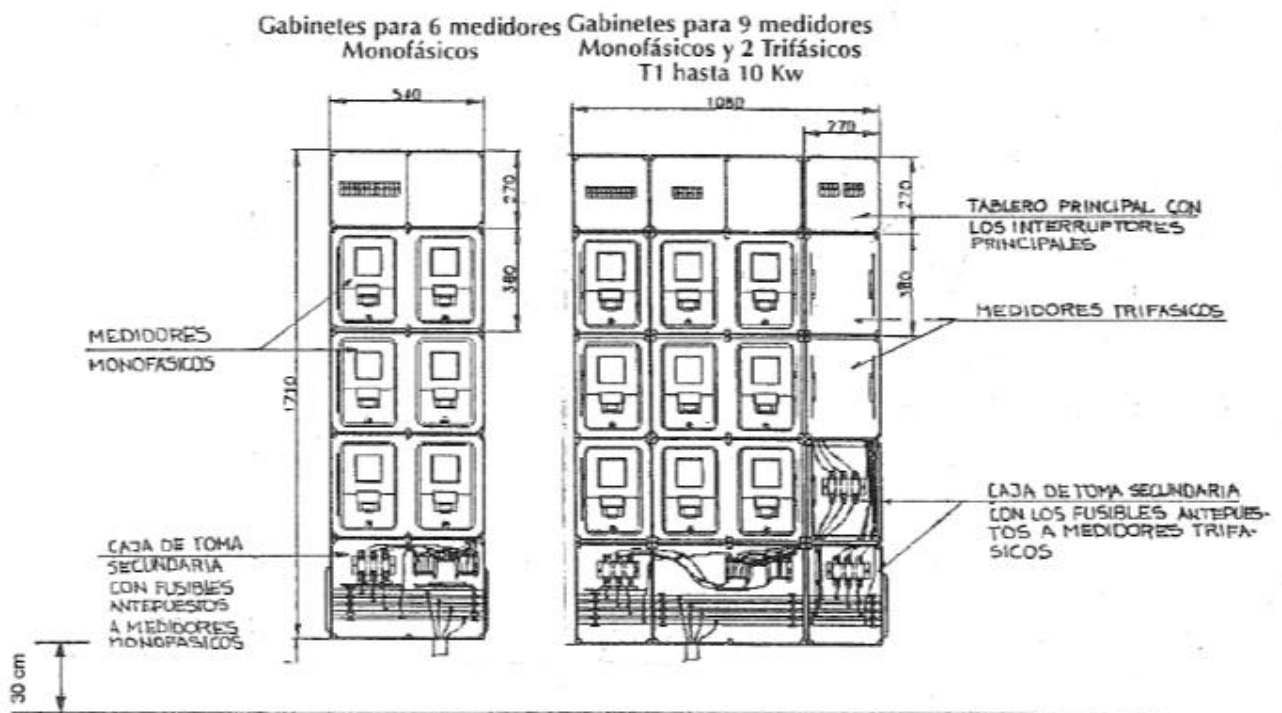


Imagen 2.30 gabinetes y medidores (COLLAVINO, 2007)

#### Ubicación de los tableros seccionales

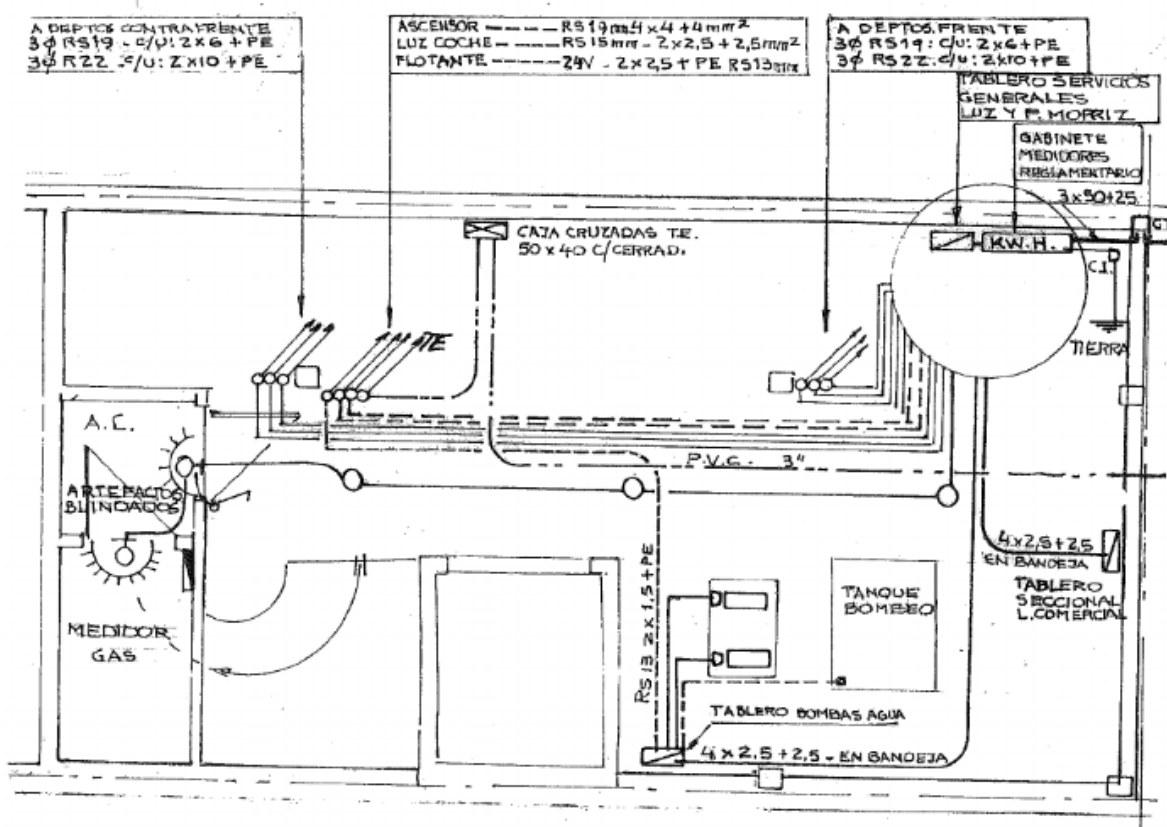
En este proyecto seccionales se ubicará:

- Los T.S de cada vivienda a la salida de la cocina
- El T.S del local comercial cercano al acceso, debido al tamaño pequeño de este local.

Los T.S corresponde a los servicios generales se ubicarán:

- El T.S que comanda la iluminación de espacios comunes se ubicaran cercano al tablero principal
- El T.S de bombas se ubicarán cercano a las bombas de agua
- El T.S de ascensores en sala de máquinas de asesores

Para todos los tableros se deberá verificar que se encuentren sobre la ruta de escape del lugar (nuca al fondo de los locales). Céntrico a los puntos de consumo que alimentan, en espacios comunes (no habitaciones que locales), céntricos a los puntos de consumo que alimenta, en espacios comunes (no habitaciones que puedan cerrarse con llave), como se muestra en la imagen 2.31 se muestra los tableros céntricos para la instalación.

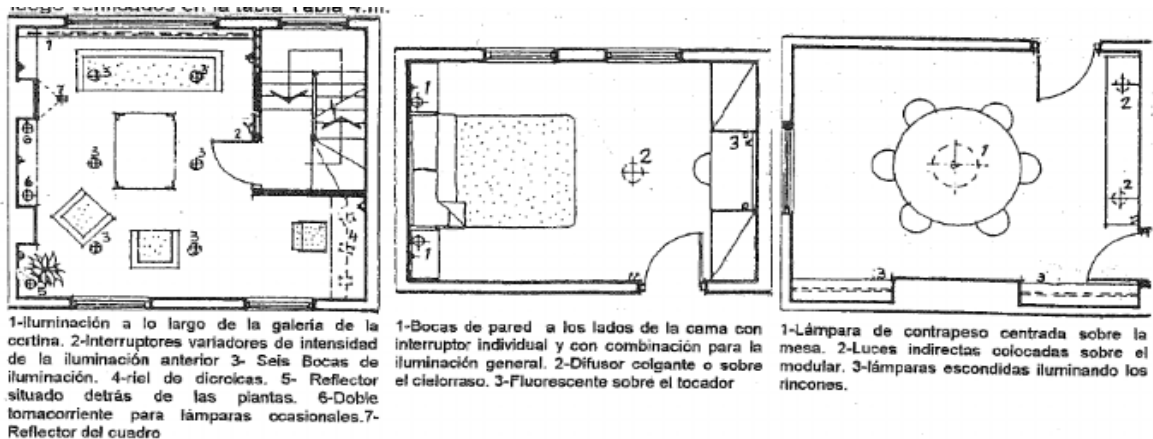


Planta Baja parcial de un edificio con la ubicación de: Gabinete de Tablero principal y Medidores; T.S. de Servicios generales: Luz y F.M.; T.S. de bombas de agua; T.S. de local comercial. Se visualiza el recorrido de las columnas montantes a los departamentos, a T.S. de Ascensor, a Luz de coche Ascensor, a Flotante, Alimentación a Caja de Cruzadas y montantes de Teléfono.

Imagen 2.31 Plano planta baja, tablero principales y medidores (COLLAVINO, 2007)

## Ubicación de puntos de consumo

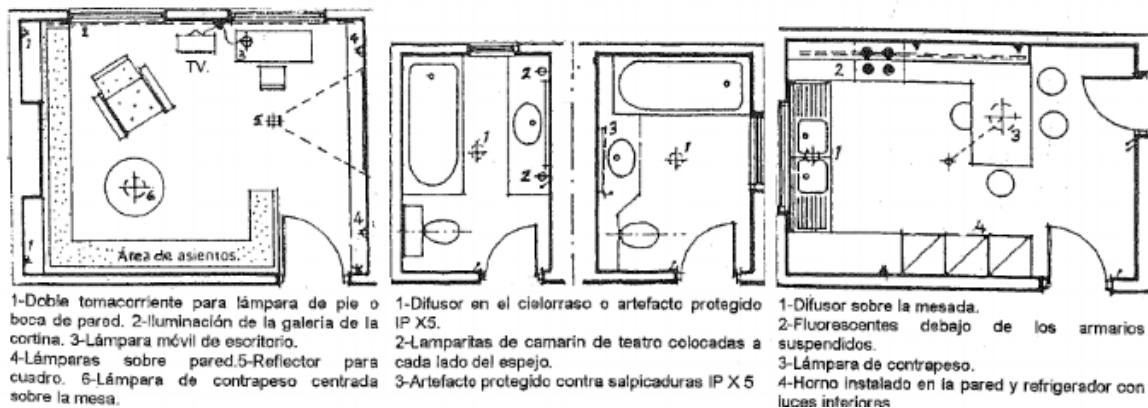
Se han de ubicar, ahora los puntos de consumo interruptores de iluminación y interruptores para tomacorrientes de uso general y las de uso espacial, si correspondiera ser luego verificados. En las imágenes 2.32, 2.33 y 2.34 se muestra cómo se realiza la distribución de tomas de corrientes en los planos



*Imagen 2.32 Ejemplo de posibles ubicaciones de bocas de iluminación en las distintas habitaciones de la vivienda (COLLAVINO, 2007)*



*Imagen 2.33 Ejemplo de posibles ubicaciones de bocas de iluminación en las distintas habitaciones de la vivienda (COLLAVINO, 2007)*



*Imagen 2.34 Ejemplo de posibles ubicaciones de bocas de iluminación en los distas habitaciones de la vivienda (COLLAVINO, 2007)*

### Determinación del número de circuitos

Sobre el plano se produce a realizar

Paso 1: ubicación de los puntos de consumo

Paso 2: determinación del número de circuitos y trazado de cañería

Se representa los circuitos de tomacorriente y los de eliminación en distintos planos solo por calidad didáctica

Grado de electrificación

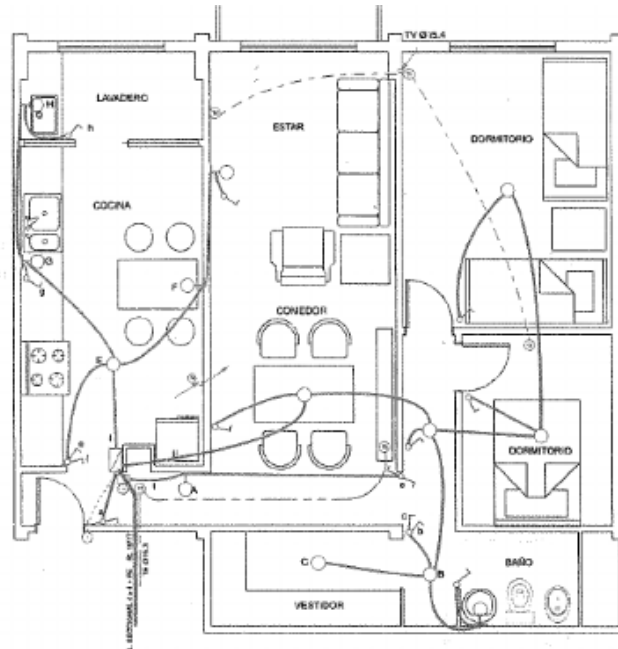
Por la superficie de la vivienda 65 m<sup>2</sup> le corresponde un grado de electrificación medio

Circuitos necesarios

Para un grado de electrificación medio reglamento exige como mínimo tres circuitos:

1. Un circuito para iluminación de uso general
2. Un circuito para tomacorriente de uso general
3. Se decide elegir un circuito de tomacorriente de uso especial

En la imagen 2.35 y 2.36 se muestra, los circuitos de iluminación de uso general, circuito para tomas de corrientes.



*Imagen 2.35 Planta con la ubicación de los interruptores de iluminación y sus interruptores (COLLAVINO, 2007)*

### Puntos mínimos de utilización

Se debe verificar aquí el número y ubicación de las bocas proyectadas en la siguiente ilustración.

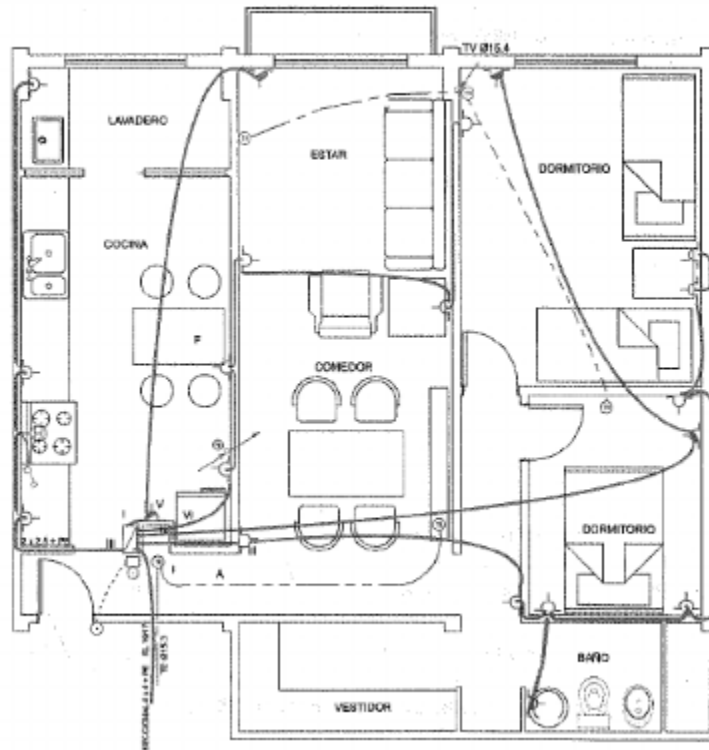
comedor: 18 m<sup>2</sup> (según tabla: una toma de corriente de 18 m<sup>2</sup> y un tomacorriente cada 6 m<sup>2</sup>) se requiere 1 toma de corriente, pero, por diseño de equipamiento. Se proyecta dos bocas de iluminación y tres tomacorrientes de uso general

Dormitorios: como mínimo se necesita una boca de iluminación y tres tomacorrientes

Baños: según la especificado se ubica una boca de iluminación y una toma corriente

Lavadero: una boca de iluminación sobre la mesada y un tomacorriente según lo estipulado

Vestidor. Se ubica una boca de iluminación y un tomacorriente según lo estipulado



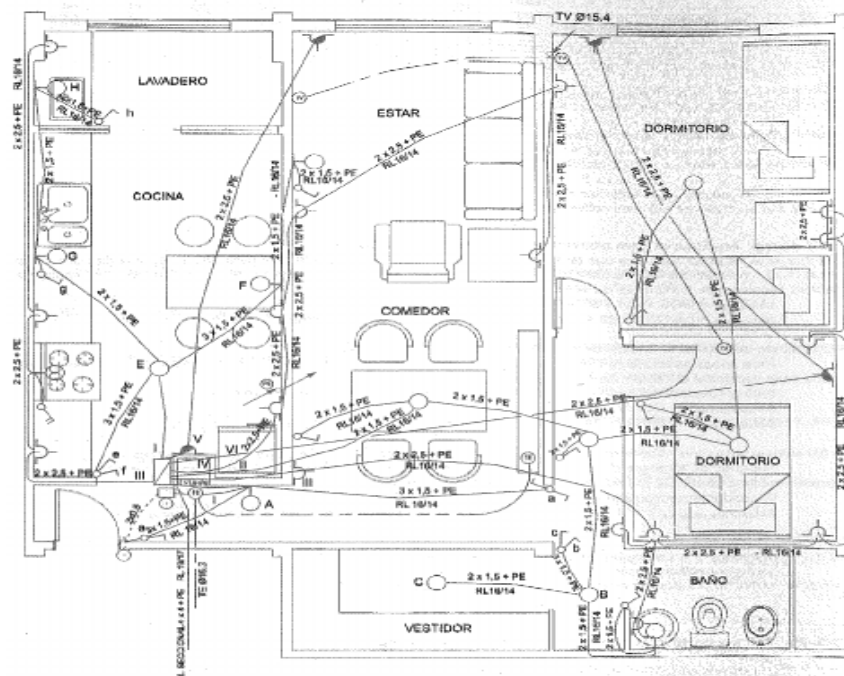
*Imagen 2.36 Planta con la ubicación de los interruptores para toma corrientes (COLLAVINO, 2007)*

### Maniobra y protección de los motores de instalación fija

El tablero seccional de bombas y de agua se encuentra prácticamente al pie de las bombas y del taque de bombeo, las cargas se manejan por contactor relacionado a los flotantes automáticos en el tanque de bombeo y en el de reserva, llave de conmutación y protección térmica por falta de fase. La alimentación al sistema de flotante es de 12 V, muy baja tensión de seguridad, para evitar accidentes de electrificación por uso de 220 V y se realiza con dos conductores de 1,5 mm<sup>2</sup> que circulan por cañería, en el plano para la columna montante en espacio comunes

Tablero seccional de ascensores, ubicados en la sala de máquinas en azotea, tiene alimentación trifásica por ambos ascensores, se instalarán un interruptor de corte con carga, para seguridad del personal de mantenimiento de ascensores

En la imagen 2.37 se muestra la terminación del plano con toda la distribución de la instalación eléctrica. Con el plano final.



*Imagen 2.37 planta donde se quedan registrados los pasos de sección, números de los conductores, determinación del diámetro de cañería los circuitos, toma de corriente de uso especial (COLLAVINO, 2007)*

#### 2.4.3 Disposición de las protecciones: esquema unifilar

Los gabinetes normalizados contienen: medidores y tableros principales

- TPSD: TABLEROS DE SERVICIO DOMICILIARIOS

Se adoptan dos módulos de 6 y 9 medidores monofásicos y 2 trifásicos, respectivamente, cada uno. En total, 15 medidores monofásicos, uno para cada vivienda 1 trifásico para local comercial y uno para servicios generales.

Tableros seccionales de las viviendas. Todas las líneas de circuitos deben ser protegidas por un interruptor con apertura por corriente diferencial de fuga o interruptor diferencial para protección de las personas, se lo instalara como interruptor de cabecera. El reglamento exige que cada línea antes de salir de cada tablero está protegida como interruptor de cabecera. El reglamento exige que cada línea antes de salir de cada tablero está protegida contra sobrecargas y cortocircuito por un interruptor termomagnético o por un conjunto interruptor más fusible. (esta última posibilidad no usar en viviendas) se elige en este proyecto interruptores automáticos termomagnéticos bipolares.

Tableros seccionales del local comercial. Al igual que el T.S de vivienda solo con dos interruptores diferenciales tetrapolares para dar mayor flexibilidad en el funcionamiento

del local. Ahora se hace necesario un interruptor de cabecera y se instalara para esa función un interruptor seccionador automático tetrapolar

- TPSG: TABLERO PRINCIPAL DE SERVICIOS GENERALES

Todas las líneas parten de un solo medidor y por un lado se alimentan los circuitos monofásicos y por otro los trifásicos

Tablero seccional general de servicios de 220 V Y 380 V. como interruptor de cabecera se instala un interruptor diferencial de 300 MA, con aptitud al seccionamiento e interruptores automáticos termomagnéticos tetrapolares en cada línea tripolar que sale del tablero

- Puesta a tierra

Previo a la puesta a tierra se proyectará y ubicará una barra de igualación de potencia o barra equipotencial. A esta barra se conectará el conductor de protección (PE), las armaduras de la estructura, las cañerías de calefacción, de agua, de gas, antenas de TV, instalaciones de pararrayos. Las secciones de las líneas de igualación son por lo menos de 100 m<sup>2</sup>

En la siguiente imagen 2.38 se puede observar el desglosamiento adecuado para desarrollar un plano o diagrama unifilar de una instalación eléctrica para concluir el proyecto, verificando de igual forma una tabla que se muestra las cargas totales de todo el circuito con las protecciones.

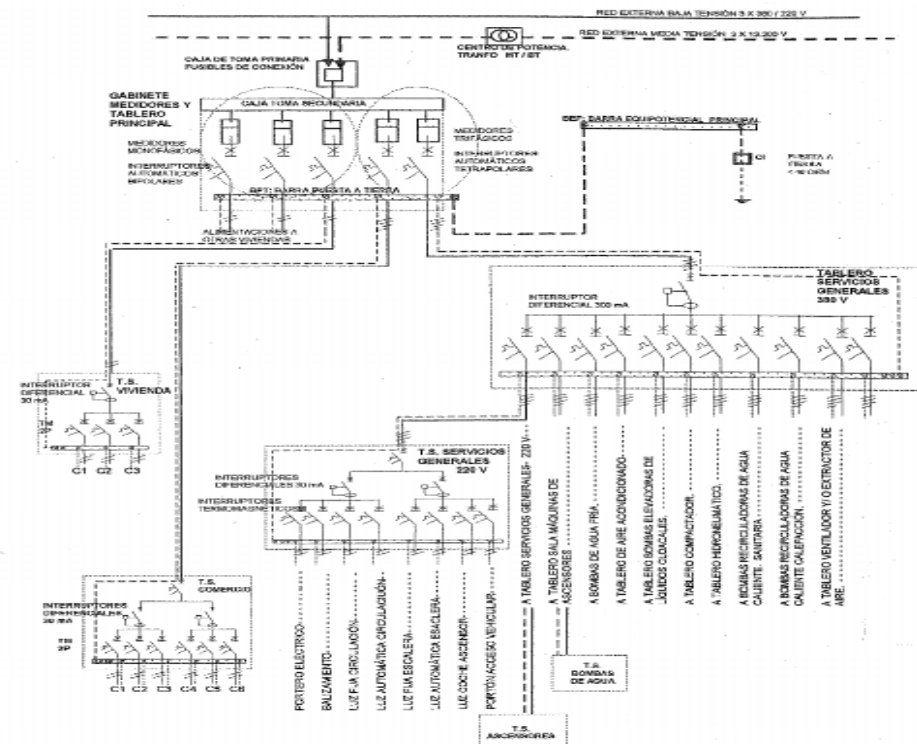


Imagen 2.38 Esquema unifilar del tablero de edificio de propiedad horizontal (COLLAVINO, 2007)

La imagen 2.39 muestra una tabla con todos los circuitos desglosados con sus protecciones lo cual es muy importante para plasmar un diagrama unifilar (COLLAVINO, 2007), lo cual esta se agregará en un plano único para poder leer el diagrama unifilar mostrado en la ilustración anterior.

| PLANILLA DE DIMENSIONAMIENTO: DMPS, $I_p$ , $I_c$ SECCIÓN de los conductores; $I_n$ y clase de las protecciones; $\phi$ en mm. |                                   |                      |                             |                      |                                                           |      |      |       |       |                                                                                      |                           |                         |             |                             |           |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------|------|------|-------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------|-----------------------------|-----------|---|
| LÍNEAS                                                                                                                         |                                   | TRAMO                | POTENCIA<br>DMPS            | TENSIÓN<br>V         | INTENSIDAD                                                |      |      |       |       | SECCIÓN                                                                              |                           |                         |             | CAÑERÍA                     |           |   |
|                                                                                                                                |                                   |                      | VA                          |                      | $I_p = VA / 220 V$<br>$I_p = VA / 1,73 \times 380 V$      |      |      | $I_n$ | CLASE | $I_c$                                                                                | CONDUCTOR                 |                         | PE          | DIÁMETRO<br>$\phi$<br>en mm | LONG<br>m |   |
|                                                                                                                                |                                   |                      |                             |                      | FASE                                                      |      |      |       |       |                                                                                      | mm <sup>2</sup><br>CALCUL | mm <sup>2</sup><br>ADOP |             |                             |           |   |
|                                                                                                                                |                                   |                      |                             |                      | R                                                         | S    | T    |       |       |                                                                                      |                           |                         |             |                             |           | A |
| 1- VIVIENDA                                                                                                                    | CIRCUITO I                        | 14 BOCAS ILUMINACIÓN | 14 x 150 VA x 0,69 = 1386   | 220                  | 6,3                                                       |      |      |       | B     | 10                                                                                   | 21                        | 1,5                     | 2,5         | 2,5                         | RL16/14   |   |
|                                                                                                                                | CIRCUITO II                       | TOMACOR. U.G.        | 2200 VA                     | 220                  | 10                                                        |      |      |       | C     | 10                                                                                   | 21                        | 1,5                     | 2,5         | 2,5                         | RL16/14   |   |
|                                                                                                                                | CIRCUITO III                      | TOMACOR. U.G.        | 2200 VA                     | 220                  | 10                                                        |      |      |       | C     | 10                                                                                   | 21                        | 1,5                     | 2,5         | 2,5                         | RL 16/14  |   |
|                                                                                                                                | L.SECCIONAL N° 1 A 15 -T.P a T.S. |                      | 5.786 VA                    | 220                  | 26,3                                                      |      |      |       | D     | 32                                                                                   | 33                        | 4 - 6<br>10             | 4 - 6<br>10 | 4 - 6<br>10                 | BANDEJA   |   |
| 1-TOTAL DE VIV.: 15 VIV x 5786 x 0,8 = 69.432 VA                                                                               |                                   |                      |                             | 380                  | 105,2 A * EN C / FASE                                     |      |      |       |       | = 26,3 A x 15 VIV. x 0,8 / 3 fases<br>NO HAY UNA LÍNEA QUE ALIMENTE LAS 15 VIVIENDAS |                           |                         |             |                             |           |   |
| 2- LOCAL COMERCIAL                                                                                                             | CIRCUITO I                        | IUG                  | 8 x 150VA = 1.200VA         | 220                  | 5,45                                                      |      |      |       | B     | 10                                                                                   | 21                        | 1,5                     | 2,5         | 2,5                         | RL16/14   |   |
|                                                                                                                                | CIRCUITO II                       | IUG                  | 8 x 150VA = 1.200VA         | 220                  |                                                           | 5,45 |      |       | B     | 10                                                                                   | 21                        | 1,5                     | 2,5         | 2,5                         | RL16/14   |   |
|                                                                                                                                | CIRCUITO III                      | TUG                  | 2.200 VA                    | 220                  |                                                           |      | 10   |       | C     | 10                                                                                   | 21                        | 1,5                     | 2,5         | 2,5                         | RL16/14   |   |
|                                                                                                                                | CIRCUITO IV                       | IUE                  | 2 x 500VA = 1.000 VA        | 220                  | 4,54                                                      |      |      |       | B     | 10                                                                                   | 21                        | 1,5                     | 2,5         | 2,5                         | RL16/14   |   |
|                                                                                                                                | CIRCUITO V                        | APM                  | 300                         | 220                  |                                                           | 1,36 |      |       | C     | 10                                                                                   | 21                        | 1,5                     | 2,5         | 2,5                         | RL16/14   |   |
|                                                                                                                                | CIRCUITO VI                       | ACU                  | 500                         | 220                  |                                                           | 2,27 |      |       | C     | 10                                                                                   | 21                        | 1,5                     | 2,5         | 2,5                         | RL16/14   |   |
|                                                                                                                                | L.SECCIONAL N° 16                 |                      | 6.400 VA                    | 380 V                | 10 A * EN CADA FASE                                       |      |      | D     | 10    | 22                                                                                   | 1,5                       | 2,5<br>4                | 2,5<br>4    | BANDEJA                     |           |   |
| 3 - SERVICIOS GENERALES                                                                                                        | ILUM.FUO                          |                      | 11 x 150VA x 0,9 = 1.485 VA | 220                  | 6,75                                                      |      |      |       | C     | 10                                                                                   | 21                        | 1,5                     | 2,5         | 2,5                         | RL16/14   |   |
|                                                                                                                                | ILUM. AUTOMÁTICO                  |                      | 11 x 150VA x 0,9 = 1.485 VA | 220                  |                                                           | 6,75 |      |       | C     | 10                                                                                   | 21                        | 1,5                     | 2,5         | 2,5                         | RL16/14   |   |
|                                                                                                                                | ILUM.P.B. Y S. MAQ.               |                      | 9 x 150 VA x 1 = 1.350 VA   | 220                  |                                                           |      | 6.13 |       | C     | 10                                                                                   | 21                        | 1,5                     | 2,5         | 2,5                         | RL16/14   |   |
|                                                                                                                                | ILUM. CABINA ASC.                 |                      | 300 VA                      | 220                  | 1,36                                                      |      |      |       | C     | 6                                                                                    | 21                        | 1,5                     | 2,5         | 2,5                         | RL16/14   |   |
|                                                                                                                                | PORTERO ELÉCTRICO                 |                      | 300 VA                      | 220                  |                                                           |      | 1,36 |       | C     | 6                                                                                    | 21                        | 1,5                     | 2,5         | 2,5                         | RL16/14   |   |
|                                                                                                                                | AMPLIFICADOR T.V.                 |                      | 150 VA                      | 220                  |                                                           | 0,68 |      |       | C     | 6                                                                                    | 21                        | 1,5                     | 2,5         | 2,5                         | RL16/14   |   |
|                                                                                                                                | ALIMENTACIÓN A S.G. 220 V         |                      | a- 5.070 VA                 | 380 V                | a- 8,11 A * EN CADA FASE                                  |      |      | NH    | 10    | 28                                                                                   | 1,5                       | 2,5                     | 2,5         | BANDEJA                     |           |   |
|                                                                                                                                | L.SEC. a S. MAQ. ASC.             |                      | 11.105                      | 380 V                | 19,62 A * EN CADA FASE                                    |      |      | NH    |       | 23                                                                                   | 4                         | 4                       | 4           | RL19/17                     |           |   |
|                                                                                                                                | L. SEC a TABL. BOMBAS             |                      | 1.629                       | 380 V                | 2,9 A * EN CADA FASE                                      |      |      | NH    |       | 22                                                                                   | 2,5                       | 2,5                     | 2,5         | BANDEJA                     |           |   |
|                                                                                                                                | ALIMENTACIÓN A S.G. 380 V         |                      | b- 12.735 VA                | 380 V                | NO HAY UNA LÍNEA QUE ALIMENTE A SERVICIOS GENERALES 380 V |      |      |       |       |                                                                                      |                           |                         |             |                             |           |   |
| ALIMENTACIÓN A SERVICIOS GENERALES (380 V+ 220 V)                                                                              |                                   | a + b = 17.805VA     | 380V                        | a+b= 30,61 A         |                                                           |      | NH   |       | 30    | 4                                                                                    | 4                         | 4                       | BANDEJA     |                             |           |   |
| ALIMENTADOR GENERAL 1+2+3                                                                                                      |                                   | 93.637 VA            | 380V                        | 145,8 A EN CADA FASE |                                                           |      | NH   |       | 168   | 35                                                                                   | 35                        | 16                      | ENTERRADO   |                             |           |   |

Imagen 2.39 Tabla de referencias

## 2.5 Red de distribución

Se denomina red de distribución al conjunto de líneas en alta y baja tensión, (JOSE LUIS SANZ SERRANO, 2009) así como los equipos, que alimenta las instalaciones receptoras o punto de consumo. La red esta compuesta por:

- Subestaciones reductoras de tensión de 400 o 200 Kv a 123,66,45 y 20 kV
- Líneas de distribución en alta tensión, línea de 66 o 45 Kv
- Centro de reparto y /o centro de reflexión, con niveles de tensión entre 15 y 20 Kv
- Líneas de distribución en media tensión de 20 y 15 Kv
- Centros de transformación de 20 y 15 Kv
- Líneas de distribución en basa tensión de 3x400/ 230 V

Centro alimentado por una línea de distribución en alta tensión, que reduce está a 220/380 V (tensión a la que se tendrá que ir. Unificado todas las nuevas líneas) y de cual parten las líneas de distribución en baja tensión. Sus características se adaptarán a lo especificado en la NTE-IET (Instalaciones de electricidad. Centros de transformación.

### Línea de distribución en baja tensión

Son las líneas encargadas de alimentar a los puntos de utilización de medios y baja consume, a tensiones inferiores a 1 kV, normalmente a cuatro hilos y tensión de 400/230 V, aunque todavía quedan líneas de distribución a la tensión de 380 / 220V y 220/127 V.

### Tipos de línea y conexión en las redes de distribución

Las tensiones nominales que se utilizan son las de 20 y 30 kv, entendiéndose por tensión nominal el valor de la tensión eficaz entre fases con que se designa la línea. Aunque todavía quedan muchas líneas cuya tensión nominal es de 15 kV.

Otro valor importante a tener en cuenta a la hora de realizar los cálculos para el dimensionado de los conductores a instalar en cualquier tipo de red- área o subterránea- es el factor de potencia de esta: se toma el valor mínimo el  $\cos \phi = 0.90$ . las redes de distribución de energía pueden ser ejecutadas de la siguiente manera:

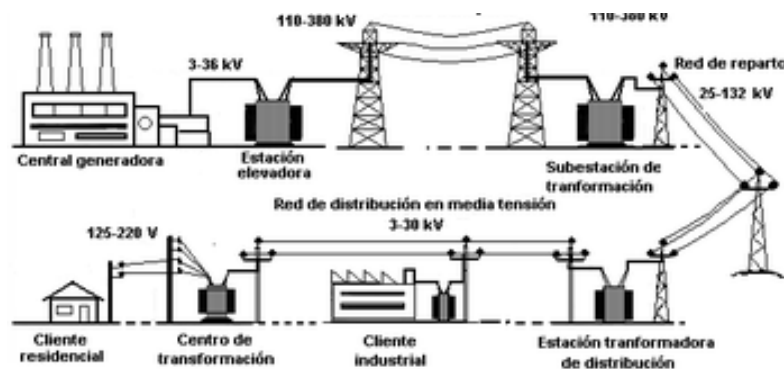
- Líneas aéreas
- Líneas subterráneas
- Líneas mixtas (algunos tramos aéreos + otros subterráneos)

Líneas aéreas. Son aquellas en las que los conductores van instalados por encima del suelo. Para entender los conductores a la distancia mínima. Se utilizarán apoyos, que pueden ser de madera, hormigón o de celosía metálica. sobre estos apoyos se deberán disponer otros soportes en posición horizontal a los anteriores llamados crucetas, en donde se montará los diferentes elementos o herrajes, parte conductores, parte aislante (aisladores) que ser los encargados de sustentar a dicho conductores. La distancia entre dos apoyos o columnas se llama tramo o vano y la medida entre ambos expresada en metros se denomina luz. La distancia existe entre la línea recta que pasar por los dos puntos

de sujeción de los conductores (aisladores) en un vano consecutivo y el punto más bajo que toma el conductor se denomina flecha.

Las líneas aéreas: presentan ventajas importantes sobre las líneas subterráneas, ya que tanto el importe inicial de montaje como los gastos de mantenimiento son inferiores a los de las subterráneas: pero tiene desventaja del peligro potencial que presenta para cualquier persona o animal al poder quedarse electrocutados sin tocar los conductores ya que estos son desnudos y están instalados al aire.

En la imagen 2.40 se muestra un ejemplo de red de distribución.



*Imagen 2.40 Red de distribución (JOSE LUIS SANZ SERRANO, 2009)*

### Las líneas subterráneas

Son aquella en que los conductores van situados por debajo del nivel del suelo. Este tipo de montaje evita el gran peligro que presentan las líneas aéreas, pero el coste de infraestructura e instalación con respecto a las aéreas es muy elevado, pues la ejecución de zanjas, la señalización de la misma y de los conductores y las reparaciones de 2tecnología mucho más sofisticada, lo que hace que las instalaciones de este tipo queden reservadas para el interior de las ciudades o centros industriales.

- Los conductores aislados podrán instalarse:
- Directamente enterrados.
- Bajo tubo o conducto
- En galerías de servicio

## 2.6 Hornos industriales

Es un equipo o dispositivo utilizado en la industria, en donde se calienta las piezas o elementos colocados en su interior por encima de la temperatura ambiente (AGUSTO, 2021). El objetivo de este calentamiento puede ser variado, por ejemplo:

- Fundir
- Ablandar para una operación de conformación posterior
- Tratar térmicamente para impartir determinadas propiedades
- Recubrir las piezas con otros elementos, operación que se facilita frecuentemente operando a temperaturas superior a la del ambiente

Hay que señalar que también estos elementos también se encuentran, aparentemente en otros espacios frecuentemente como:

- Estufas
- Secaderos
- Baterías de coque
- Arcas de reconocer en la industria de vidrio
- Incineradores

Al igual que cualquier otro tipo de hornos, las industriales tienen el objetivo principal de elevar la temperatura de un cuerpo de la temperatura ambiente. Mediante un intercambio de energía calorífica, los hornos aumentan su temperatura y transfieren determinadas cantidades de calor o material que se encuentre en su interior.

### 2.6.1 Partes de un horno

Se mencionan partes generales que tiene los hornos en las industrias

#### 1. Los cimientos

son el apoyo directo en el suelo, que previamente se ha aprobado como adecuado para la instalación de un horno industrial y son la parte que sostiene todas las piezas que compone el horno.

#### 2. Las paredes

Están tiene la capacidad de proteger el horno industrial de pérdidas de calor, impide la salida de gases y la succión del aire atmosférico al interior del horno. Las paredes del horno normalmente están construidas con los elementos exteriores, como laminas metálicas de acero u aluminio y el interior es de aislante de fibras.

### 3. La cámara de combustión

Es una de las partes más importantes de un horno industrial, soporta temperaturas muy elevadas, es impermeable a los gases de alta presión que se encuentra en la parte superior de la zona de trabajo

### 4. Los quemadores

Es el elemento que genera el calor. El quemador está compuesto por una etapa de inyección de aire y una etapa de combustión, la etapa de inyección generalmente tiene un ventilador que proporciona aire fresco rico en oxígeno para lograr una buena combustión

### 5. La etapa de seguridad

Incluye un proceso de barrido, el cual consiste en inyectar aire fresco por un periodo de tiempo para barrer la presencia de gases y evitar una explosión al generarse la chispa de ignición por la bujía

### 6. La chimenea

Tiene la función de secar los gases de combustión de la cámara, para permitir la renovación del aire y poder obtener una buena combustión

### 7. Las juntas térmicas

Las juntas del horno industrial tienen que poder compensar la dilatación del horno por el calor, de manera que se garantice la integridad del mismo

### 8. El esqueleto metálico

Sujeta todos los componentes del horno y es la estructura que absorbe los esfuerzos de transmitiéndolos a los cimientos, A estructura metálicas se les monta los accesorios adicionales.

### 9. Difusores

Después de la cámara de combustión los difusores son tal vez elementos más importantes de un horno. Están por ventiladores que hacen circular el aire caliente a través de conductos

### 10. Control de temperatura

Las temperaturas excesivas pueden provocar un sobrecalentamiento, lo que aumenta la presión y el riesgo de combustión de cualquier vapor o gas inflamable dentro del horno industrial. El uso de dispositivo de supervisión y control de la temperatura ayuda a minimizar el riesgo de temperatura desbordadas, reaccionando antes de que se alcance umbrales de temperaturas peligrosos

### 11. dispositivos de alivio

Los dispositivos de alivio de presión pueden ayudar a prevenir las explosiones. A medida que el calor aumenta, también lo hace la presión. Los dispositivos de alivio liberan la presión y los vapores/ gases peligrosos para crear una atmósfera más segura en el

interior del horno. El uso de un dispositivo de descarga de presión no garantiza que se produzca una explosión, en caso de calor/ presión extrema, es posible que no pueda liberar con seguridad la presión suficiente para evitar la explosión, sin embargo, estos dispositivos siguen reduciendo los daños que se produce si se produce una explosión.

## 12. ventilación

Una ventilación adecuada permite que el horno elimine de forma segura los vapores y gases inflamables antes de que se convierta en un problema. Esto puede incluir el uso de ventiladores para eliminar activamente los vapores y/o ventiladores pasivos que permitan su salida.

## 13. Dispositivos de cierre

Los dispositivos de desconexión de los calentadores industriales suelen estar conectados a los monitores de temperatura y desconectan el calentador si se supera una temperatura determinada. En el caso de los hornos industriales, el panel de control digital también puede activar dispositivos de desconexión si detecta un problema de flujo de aire o un fallo de ventilador

## 14. controlador automatizado

Los paneles de control automatizados gestionan las temperaturas y los equipos de seguridad de los sistemas de calefacción. Se empareja con diversos dispositivos de vigilancia y controlan el calor y las actividades dentro del sistema. La automatización les permite reaccionar medianamente, reducciones significativamente los errores del usuario y aumentado la capacidad de respuesta

## 2.6.2 Tipos de hornos

### Hornos verticales

Los hornos de vacío verticales resultan principalmente apropiados para realizar el tratamiento térmico de componentes que tengan una sección cilíndrica o que estén apilados de forma vertical, como los que procesa habitualmente la industria aeroespacial. Gracias al desarrollo vertical del sistema, su calidad de compacto ahorra un valioso espacio en la planta, además, las cargas almacenarse temporalmente debajo del horno para posteriormente ser izadas. En la imagen 2.41 se muestra un ejemplo de un horno vertical



*Imagen 2.41 horno vertical por TAV VACUUM FURNACES SPA (AGUSTO, 2021)*

### 2.6.2.1 Hornos horizontales

Esta configuración permite la carga rápida y sencilla de distintos volúmenes, lo que le ofrece la flexibilidad necesaria en diversas aplicaciones de producción. Puede cargar la cesta del horno con piezas exactamente en el lugar donde se encuentre y luego trasladarlas desde la estación de trabajo al horno. En la imagen 2.42 se muestra un ejemplo de un horno horizontal

#### Calentamiento de convección

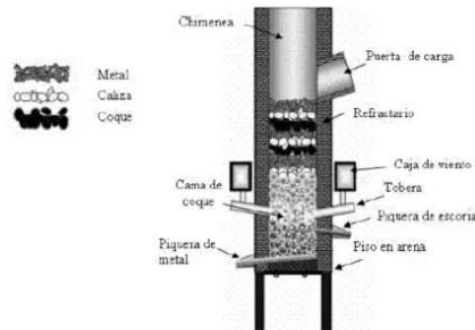
La conexión de gas forzada en la primera fase del ciclo termino mejora la uniformidad a bajas temperaturas, lo facilita la radiación y mejora la velocidad de calentamiento en mitad de cargas masivas.



*Imagen 2.42 Horno horizontal TAV VACUUM FURNACE (AGUSTO, 2021)*

### 2.6.2.2 Horno de cubilote

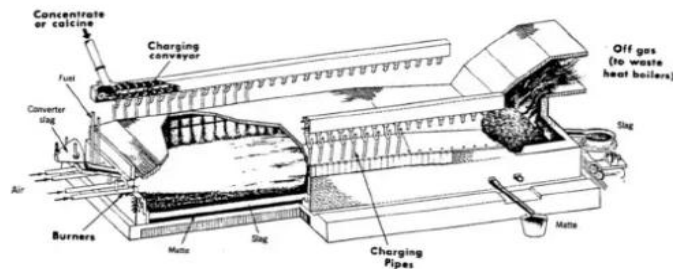
Este compuesto por cilindro metálico vertical, cubierto por refractarios. En el fondo se cierra con una tapa sobre la que se apisona una capa de tierra inclinada hacia el orificio de salida, sagrado o piquera. Sobre la zona donde se acumula el metal, llamada crisol, se encuentra una cámara de aire o viento donde converge el aire soplado por ventilador que iguala su presión y lo conduce al interior del horno a través de las toberas. En la imagen 2.43 se muestra un ejemplo de un horno de cubilete o horno metalúrgico.



*Imagen 2.43 Hornos metalúrgicos (AGUSTO, 2021)*

### 2.6.2.3 Horno de reverbero

El horno de reverbero es un tipo de horno general rectangular, cubierto por una bóveda de ladrillo refractario, que refleja (o reverbera) el calor producido en un sitio independiente del hogar donde se hace la lumbre, tiene siempre chimenea. El combustible no está en contacto con el contenido, sino que lo calienta por medio de una llama insuflada sobre él desde otra cámara siendo por lo tanto el calentamiento indirecto. Es utilizado para realizar la fusión del concentrado de cobre y separa la escoria, así como para la fundición de mineral y el refinado o la fusión de metales tales hornos se usan en la producción de cobre, estaño y níquel en la producción de ciertos hormigones y cementos y en el reciclado del aluminio. Los hornos reverbero se utilizan para la fundición tanto de metales ferrosos como de metales no férreos, como cobre, latón, bronce y aluminio, en la imagen 2.44 se muestra un ejemplo de un horno de reverbero.



*Imagen 2.44 Horno reverbero (AGUSTO, 2021)*

#### 2.6.2.4 Horno de crisol

Los crisoles son recipientes de arcilla mezclada con grafito y otras sustancias provisto de tapa para cierre hermético. que una vez cargados y cerrados se caldean en los denominados homos de crisoles, se usa como calefactor gas, gasoil o electricidad.

La fusión en crisoles que se muestra en la imagen 2.45, es uno de los procedimientos más antiguos y sencillos para elaborar metales y todavía se emplea por economía de su instalación para fundir pequeñas cantidades. Las ventajas de los hornos crisol, tanto como basculantes, la carga queda totalmente aislada y por lo tanto no se altera su composición por la combustión general.

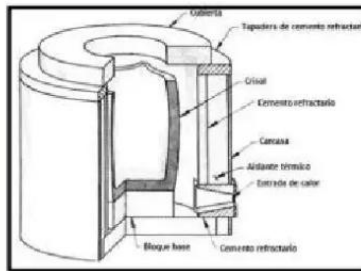


Imagen 2.45 Horno estacionario crisol (AGUSTO, 2021)

#### 2.6.2.5 Horno de arco eléctrico

Está formado por una cuba de chapa de acero revertida de material refractario, provista por electrodos de grafico o de carbono (se forma en el mismo horno), llenando las mismas camisas que lleva los porta-electrodos de una mezcla formada por antracita, coque metalúrgico, coque de petróleo y grafito amasados con alquitrán. El arco salta entre los electrodos por intermedios del baño y aunque se construye monofásico, generalmente son trifásicos. se emplea en baños de sales y para la fusión de acero, fundición de hierro, latones, broces, aleaciones de níquel. En la imagen 2.46 se muestra un diagrama de un horno de arco eléctrico con sus componentes básicos.

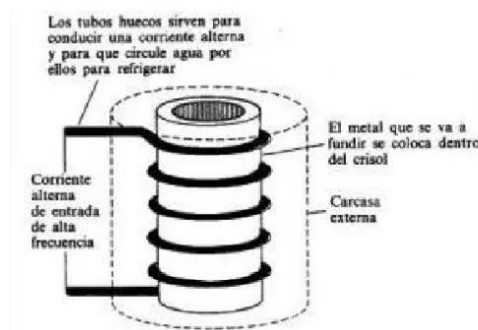
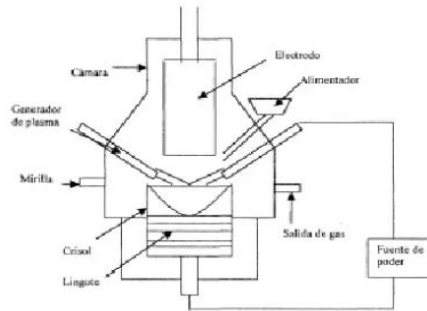


Imagen 2.46 Horno de arco eléctrico (AGUSTO, 2021)

#### 2.6.2.6 Horno por arco de plasma

En general el proceso de refusión se inicia cuando se enciende el mecanismo de alimentación del electrodo y este se coloca justo el crisol, entonces el plasma caliente es dirigido hacia la punta del electrodo y sobre la superficie del metal líquido. La fusión del electrodo ocurre al calentar por convección y radiación, la transferencia de calor no se da solamente desde el arco plasmático, si no también desde la superficie del baño metálico. El calor suministrado será determinado por la conductividad térmica y el calor de fusión del metal a ser fundido. En la imagen 2.47, se muestra un ejemplo de los componentes de un horno de plasma.



*Imagen 2.47 Horno de plasma (AGUSTO, 2021)*

#### 2.6.2.7 Hornos eléctricos

Los hornos eléctricos industriales son dispositivos o equipos utilizados para calentar o fundir piezas a diferentes temperaturas, colocándolos en su interior por encima de la temperatura ambiente, las cuales producirán reacciones químicas dependiendo la obtención del producto deseado. También se puede tratar térmicamente un material para impartir determinadas propiedades, ablandar los materiales para una operación de conformado posterior y recubrir las piezas como otros materiales. (PACHECO, 2021)

Este calentamiento se puede realizar de forma directa sobre las piezas a tratar o de forma indirecta para transmisión de calor desde otros elementos por mecanismos de transferencia de calor como conducción, convección y radiación

Los hornos eléctricos, la electricidad es la forma más controlable y directa de cocer. Los hornos eléctricos son limpios, eficaces, tiene controles automáticos. Los resultados de los hornos eléctricos a ser bastante uniformes, por lo que son la solución ideal para la producción de cerámicas, dado que la atmosfera en el interior del horno se mantiene constante durante todo el proceso.

Los hornos eléctricos transmiten el calor por radiación, siempre cuecen en una atmosfera de oxidación y no se necesita oxígeno para combustión

### Accesorios del horno eléctrico

Accesorios de horno es el nombre que recibe las placas y los soportes que se usan para sostener la cerámica cuando se carga al horno. Las piezas crudas, sobre todo si se ha tornado, se puede apoyar una sobre otras, siempre que el peso se distribuya uniformemente. Si las pizas que se van a cargar en el horno son de varios tamaños y formas, necesitara diversas placas, los accesorios de horno son de barro refractario cocido para que resistan las altas temperaturas.

### Fundamentos de transferencia de calor

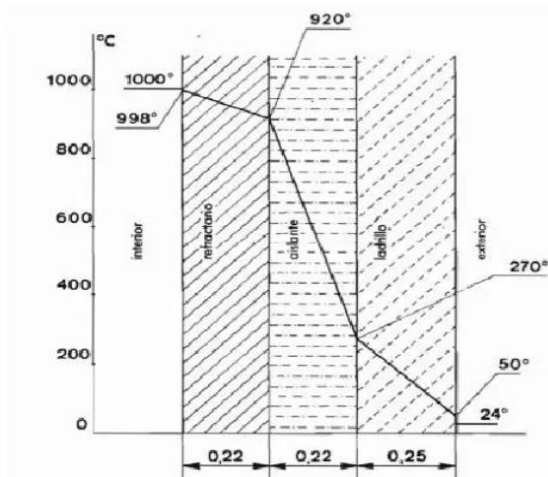
Calor: es la forma de la energía que se puede transferir de un sistema a otro como resultado de la diferencia en la temperatura según Yunus y Cengel (PACHECO, 2021), es la energía en tránsito debido a una diferencia de temperatura.

### Transferencia de calor por conducción

La conducción es la transferencia de energía de las partículas más energéticas de una sustancia hacia las adyacentes menos energéticas, como resultado de interacciones entre esas partículas. La conducción puede tener lugar en los sólidos, líquidos o gases. La rapidez o razón de la conducción de calor a través de un medio depende de la configuración geométrica de este, su espesor y el material de que estén hechos, así como de la diferencia de temperaturas a través de él.

### Transmisión de calor a través de las paredes de un horno

Considere la pared representada en la imagen 2. ¿, constituida por una parte interna de pared de hasta dos anchos de ladrillo refractario silico-aluminoso (0,22m) de una parte intermedia también de dos anchos de ladrillos aislante (0,22m) y de una parte externa de dos anchos de ladrillo macizo (0,25m). supongamos que la temperatura interna es de 1000° y la del ambiente externo de 24°. Imagen 2.48 se muestra la estructura de un horno eléctrico.



*Imagen 2.48 estructura de horno eléctrico (PACHECO, 2021)*

Del diagrama de la figura se puede deducir la gran eficacia de la capa aislante intermedia: gracias a ella la caída de temperatura dentro de la pared de refractario es relativamente pequeña: por consiguiente, si la temperatura es elevada se requiere una buena calidad, ya que todo el material refractario, y no solamente la cara en contacto con los productos de la combustión, está sometiendo a elevada temperatura. Se observa así mismo que la cara más interna de la cama aislante se encuentra a temperatura elevada, por lo que es necesario un material adecuado; en cambio la pared de ladrillo permanece toda ella a temperaturas relativamente bajas

El olvido de estas consideraciones es uno de los errores más frecuentes que se cometen al proyectar hornos: la capa de material aislante, si es de insuficiente resistencia térmica, se funde o se contrae, perdiendo su poder de aislamiento y dejando que el calor, o las mismas llamas lleguen a la pared externa de ladrillo.

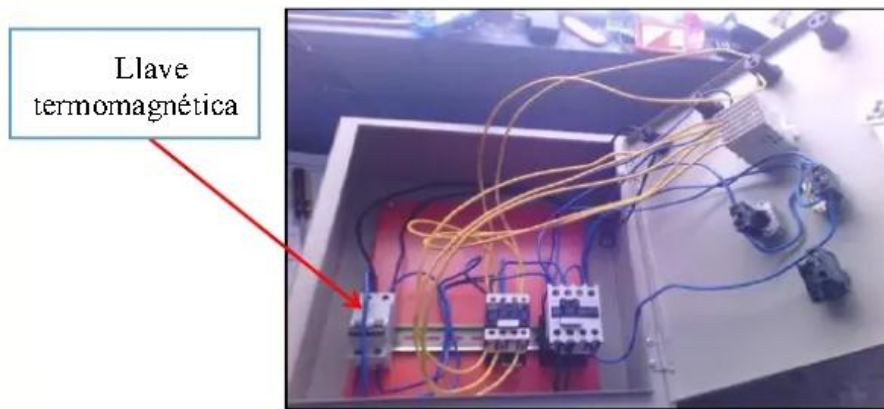
Procedimiento o proceso de operación del horno de fundición

Fundición

Paso para operar el horno de fundición

Paso 1: energizar el tablero de control, conectado a la fuente de 220V

Paso 2: abrir el tablero de control y levantar la llave termomagnética para energizar el circuito . en la imagen 2.49 se muestra en circuito interno del tablero de control



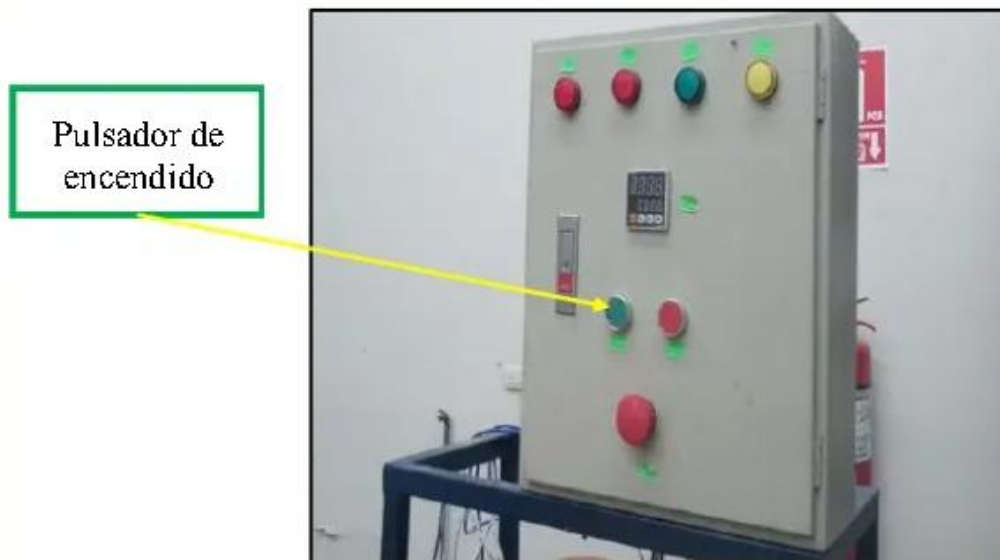
*Imagen 2.49 Circuito interno del tablero de control (PACHECO, 2021)*

Paso 3: se prepara el horno de fundición poniendo el material combustible e instalado la termocupla en su interior e ingresado el quemador en el interior del horno de fundición, en la imagen 2.50 se muestra los quemadores para su mejor identificación.



*Imagen 2.50 Ingresos de quemadores de hornos eléctricos (PACHECO, 2021)*

Paso 4: una vez accionado la llave termomagnética, cerrar el tablero y accionar el pulsador de encendido de color verde, en la imagen 2.51 se observa una representación del pulsador de tablero de control de un horno eléctrico.



*Imagen 2.51 Pulsador de encendido de tablero de control de hornos eléctricos (PACHECO, 2021)*

Paso 5: Se espera que en el horno de fundición este al rojo vivo y se introduce el vaso donde va ubicado el material reciclado a fundir y se cierra el horno

Paso 6: a medida que se vaya calentado el horno de fundición la termocupla ira registrado este aumento de temperatura y en el rango que se programó inicialmente se detendrá el motor del ventilador y se encenderá nuevamente cuando la temperatura del horno de fundición disminuya, de esta manera, se tendrá una operación en un rango considerado apropiada del metal que se funde.

Paso 7 una vez realizado el paso anterior, el control indicara como primera fundición la letra P que significa banda proporcional, en este punto solo realizara la selección de los siguientes puntos de operación e introducir las lecturas de funcionamiento de trabajo en campo.

Opción de entrada INP. En este punto se realiza la selección de termopar mediante letras que ya están definidas dentro del sistema de control.

### 3 Desarrollo

En el proyecto, se comienza con la inspección de los equipos y con la toma de datos de ellos conforme era su llegada a la nave, realizando un acomodo de los hornos eléctricos y revisión de las piezas para que todo se mantenga en orden, para no generar daños o accidentes dentro del área. Clasificando y ordenando la maquinaria, realizando un conteo. Como segundo método, revisión de formatos. Realizando la metodología mencionada

#### 3.1 Metodología

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

Se reúne los documentos requeridos y la información de las máquinas, se realiza un análisis para el proceso de obtención de los permisos de la instalación, para realizar una migración exitosa de forma que el impacto a la producción sea la menos posible

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

Se reunieron todas las especificaciones técnicas de los equipos. Lo cual es necesario conocer datos de las maquinas a trabajar, también la ubicación de los equipos de acuerdo con el diseño del cliente. Realizando un análisis de cargas con disposición como maquinarias a futuro.

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

Se lleva a cabo el primer diseño propuesto para la instalación eléctrica utilizando el programa AutoCAD, realizando el diagnostico de toda la instalación con el cliente, trabajando en conjunto con la norma NOM-001-SEDE-2018 y con la unidad verificadora. Para tener planos correctos a la hora de ejecución

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

Se realiza la inspección de los hornos eléctricos haciendo un acondicionamiento de ellos, realizando una restauración de los hornos con su mejoramiento. Realizando planos de sus conexiones estructural

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

Se verifica los montajes de todos los equipos mencionados a continuación con una supervisión de ellos conforme a los plasmado en los planos iniciales.

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

##### Etapas

Se realiza la entrega de la carpeta de planos, al representante de la empresa DBW

### 3.2 Identificación y ubicación del área y maquinaria de trabajo

Como inicio se consideró una inspección visual de la bodega donde se emplearía la instalación eléctrica, así como, la identificación de cada una de la maquinaria con la cual se trabajará.



*Imagen 3.1 Base de hornos eléctricos*

En la inspección se tomaron ciertas medidas de la nave para realizar una pequeña distribución de los hornos eléctricos para diseñar donde se colocaría el tablero de distribución principal haciéndolo lo más factible para no genere riesgos de operación, donde tomaron en cuenta ciertos puntos del cliente y una distribución de departamentos que fueron proporcionados por dicha empresa. En la imagen 3.1 se muestra como se fue distribuyendo los hornos eléctricos, para mejor visualización.

Realizaron un análisis más a fondo con algunos planos proporcionados por la misma fabrica la cual informa que deben cubrir todos los mismos funcionamientos de la empresa anterior ubicada en puebla para así tener una migración exitosa de la misma

Para la elaboración del proyecto, tomaron en cuenta los siguientes reglamentaciones y normas a las que se hace referencia en el proyecto, según el tipo de instalación realizada.

### 3.2.1 Requisitos solicitados para el diseño de la instalación eléctrica por la unidad verificadora

En las imágenes 3.2 a y 3.2 b se muestra un extracto de diario oficial de la federación, el cual fue proporcionado por la empresa y la unidad verificadora, en donde se muestran los siguientes requisitos para el diseño del plano oficial de toda la instalación eléctrica, la cual se adjunta a continuación

| Miércoles 18 de junio de 2014                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | DIARIO OFICIAL | (Primera Sección) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------|
| <p><b>6.11.</b> Para el caso de las instalaciones eléctricas que tengan áreas peligrosas (clasificadas) de acuerdo con la NOM, deberá obtenerse un Dictamen de Verificación cada cinco años, conforme al alcance y conceptos indicados en el Anexo B.</p> <p><b>6.12.</b> La UVIE debe proceder a inscribir en el SEDIVER los datos a que hacen referencia los numerales 6.2, 6.3, 6.4 y 6.5, dentro de los cinco días naturales posteriores a la realización de cada una de las actividades contempladas.</p> <p><b>7. Aspectos técnicos específicos del proyecto a verificar</b></p> <p>Con el fin de simplificar el proceso de verificación se señala de manera enunciativa, mas no limitativa, lo siguiente:</p> <p><b>7.1.</b> Para instalaciones eléctricas con carga instalada menor a 100 kW.</p> <p>Como requisito mínimo para llevar a cabo la verificación, el solicitante de la verificación debe entregar a la UVIE el proyecto eléctrico correspondiente. En este caso, el proyecto debe estar integrado por un diagrama unifilar, relación de cargas, lista de materiales y equipo utilizado de manera general.</p> <p>A las instalaciones eléctricas con carga instalada menor a 100 kW y que tengan áreas peligrosas (clasificadas), les aplica lo establecido en el numeral 7.2. siguiente:</p> <p><b>7.2.</b> Para instalaciones eléctricas con carga instalada igual o mayor a 100 kW.</p> <p>Como requisito para llevar a cabo la verificación, el solicitante debe entregar a la UVIE el proyecto eléctrico, que debe contener la información que permita determinar el grado de cumplimiento con las disposiciones establecidas en la NOM, conforme a lo siguiente:</p> <p><b>I. Diagrama unifilar:</b></p> <p><b>I.1</b> Características de la acometida.</p> <p><b>I.2</b> Características de la subestación.</p> <p><b>I.3</b> Características de los alimentadores hasta los centros de carga, tableros de fuerza, alumbrado, entre otros, indicando en cada caso el tamaño de los conductores (conductores activos, conductor puesto a tierra y de puesta a tierra), la longitud y la corriente en amperes.</p> <p><b>I.4</b> Tipo de dispositivos de interrupción, capacidad interruptiva e intervalo de ajuste de cada una de las protecciones de los alimentadores.</p> <p><b>II. Cuadro de distribución de cargas por circuito:</b></p> <p><b>II.1</b> Circuitos de alumbrado y contactos, número de circuitos; número de lámparas, de contactos y de dispositivos eléctricos por cada circuito; fase o fases a que va conectado cada circuito. Carga en watts o voltamperes y corriente en amperes de cada circuito, tamaño de los conductores, protección contra sobrecorriente de cada circuito y el desbalanceo entre fases expresado en por ciento.</p> <p><b>II.2</b> Circuitos de fuerza. Número de circuitos, fases a las que va conectado el circuito, características de los motores o aparatos y sus dispositivos de protección y control, carga en watts o voltamperes y corriente en amperes de cada circuito, tamaño de los conductores y el resumen de cargas indicando el desbalanceo entre fases expresado en por ciento.</p> <p><b>II.3</b> Otros circuitos, tales como: de emergencia, de comunicaciones, contra incendios, etc., número de circuitos, fase o fases a que va conectado el circuito, carga en watts o voltamperes y corriente en amperes de cada circuito, tamaño de los conductores y protección contra sobrecorriente de cada circuito.</p> <p><b>III. Plano eléctrico, el cual debe:</b></p> <p><b>III.1.</b> Estar elaborado a una escala tal que el contenido sea legible e interpretable.</p> <p>Se permite el uso de archivos electrónicos para cumplir este requisito.</p> <p><b>III.2.</b> Utilizar el Sistema General de Unidades de Medida, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI vigente y todas sus leyendas en idioma español.</p> |                |                   |

*Imagen 3.2 a Diario oficial reglas para realizar un proyecto, UNIDAD VERIFICADORA*

**III.3.** Contener los datos relativos a la instalación eléctrica, incluir la información suficiente para una correcta interpretación, de manera que permita construir la instalación. Pueden agregarse notas aclaratorias en los elementos que el proyectista considere necesarios.

**III.4.** Incluir la información siguiente:

**III.4.1.** Del solicitante de la verificación:

- a) Nombre o razón social.
- b) Domicilio (calle, número, colonia o población, municipio o delegación, código postal y entidad federativa).
- c) Teléfono.
- d) Dirección de correo electrónico.

**III.4.2.** Del responsable del proyecto eléctrico:

- a) Nombre completo.
- b) Número de cédula profesional
- c) Firma o carta responsiva, cuando el proyecto sea entregado en medios electrónicos.
- d) Fecha de elaboración del proyecto eléctrico.

**III.5.** Los planos eléctricos de planta y elevación deben incluir lo siguiente:

- a) Localización del punto de acometida, del interruptor general y del equipo principal, incluyendo el tablero o tableros generales de distribución.
- b) Localización de los centros de control de motores; tableros de fuerza, de alumbrado, de contactos y otros.
- c) Trayectoria de alimentadores y circuitos derivados, tanto de fuerza como de alumbrado, identificando cada circuito e indicando su tamaño y canalización; localización de motores y equipos alimentados por los circuitos derivados, localización de los controladores y sus medios de desconexión, localización de contactos y unidades de alumbrado con sus controladores, identificando las cargas con su circuito y tablero correspondiente.
- d) Localización, en su caso, de áreas peligrosas, indicando su clasificación de acuerdo con la NOM.

**IV.** Lista de los principales materiales utilizados.

**V.** Lista de los principales equipos utilizados.

**VI.** Croquis de localización del domicilio donde se ubica la instalación eléctrica.

**VII.** Memoria técnica, la cual debe contener, de manera enunciativa mas no limitativa:

**VII.1.** Los cálculos de corriente de corto circuito trifásico.

**VII.2.** Los cálculos de corriente de falla de fase a tierra (monofásico y bifásico).

**VII.3.** Los cálculos correspondientes a la malla de tierra incluyendo la resistividad del terreno para subestaciones considerando las tensiones de paso, contacto, su resistencia a tierra, tamaño y longitud del conductor de la malla, y la selección de los electrodos.

En los casos en que el neutro sea corrido (suministrador) o que la subestación sea tipo poste, no se requieren los cálculos de la malla de tierra.

**VII.4.** Los cálculos de caída de tensión en alimentadores y circuitos derivados.

Se podrán emplear los símbolos que se indican en la Norma Mexicana NMX-J-136-ANCE-2007, Abreviaturas y Símbolos para Diagramas, Planos y Equipos Eléctricos. En caso de utilizar algún símbolo que no aparezca en dicha norma mexicana, debe indicarse su descripción en los planos eléctricos.

**7.3.** Las áreas donde pueda existir peligro o riesgo de incendio o explosión debido a la presencia y manejo de gases o vapores inflamables, líquidos inflamables, polvos combustibles o fibras inflamables dispersas en el aire, deben estar indicadas en el proyecto conforme a lo dispuesto en la NOM.

Una vez revisado toda la normativa, se consideró como primer punto la inspección de toda la bodega, en qué condiciones se encuentran y como se ira tomando forma el proyecto de toda la instalación.

### 3.2.2 Descripción general de la bodega al inicio del proyecto

Como primer punto se inspecciono toda la bodega a modificar, realizaron las medidas de la bodega para saber si concordaba con las medidas del plan inicial proporcionado por la empresa, donde se mostraba como seria la distribución de la bodega, sus departamentos y sus medidas de cada uno de ellos lo cual se comienzo con las mejoras del plano, realizando una junta con el director de la empresa ya que se trabajaría en conjunto se anotaron todas las especificaciones requeridas. Como observa el plano inicial mostrado en la imagen 3.4.

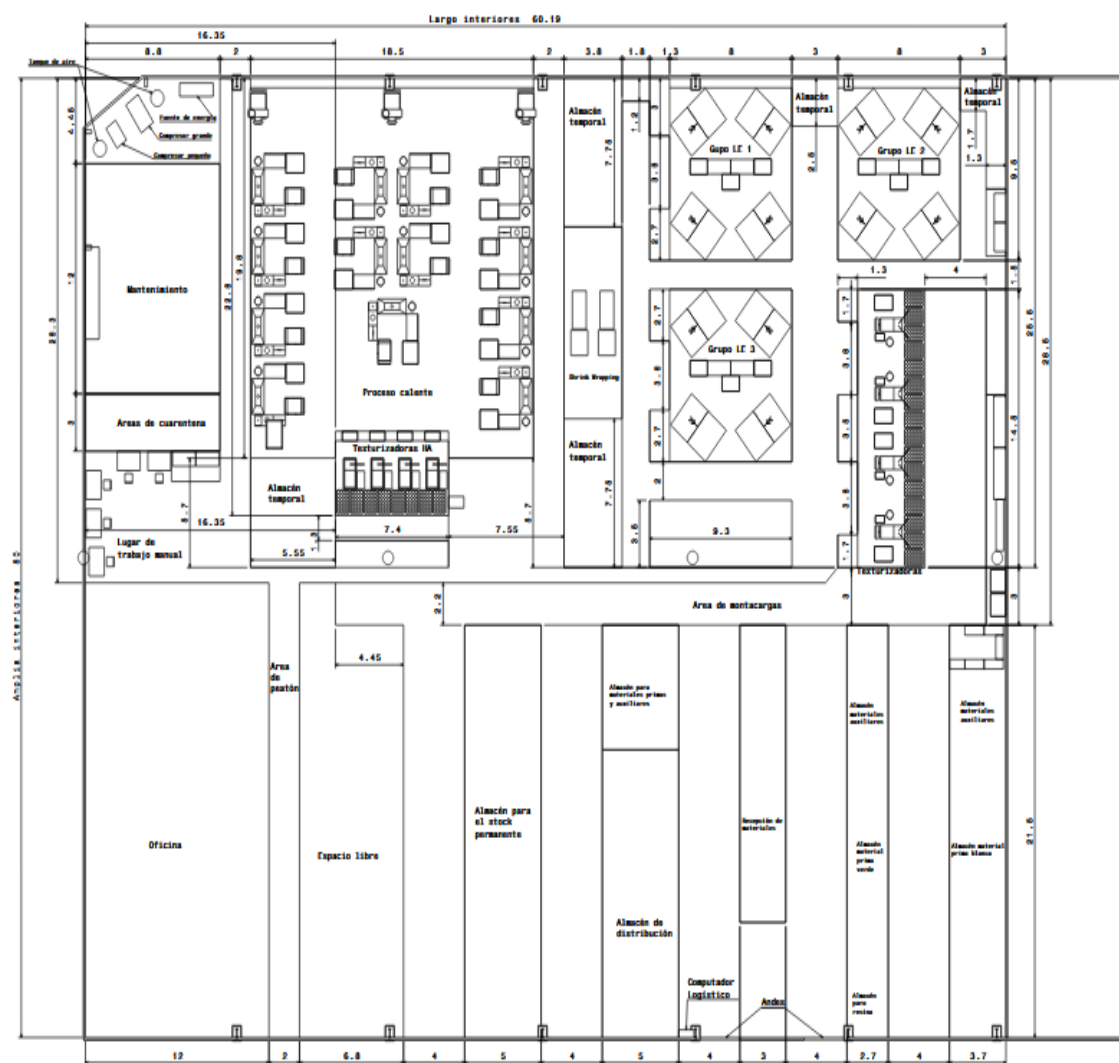


Imagen 3.4 Plano base, en el que se trabajara las modificaciones entregado por la empresa.

Se continua con la inspección y revisaron los tableros principales, en ellos se encontraban dos circuitos sencillos, uno compuesto para alimentar luminarias y otro para los contactos con voltaje de 127 v, lo cual se observa en la imagen 3.5, así como, se pueden apreciar las pastillas que protegen los circuitos mencionados.



*Imagen 3.5 Break de instalación de la nave inicial*

Para continuar se realiza un breve análisis tomando ciertos puntos para el diseño y acondicionamiento de los hornos eléctricos.

1. Obtener información sobre la estructura a montar y su conexión a la red de alimentación.
2. Obtener información de las maquinarias a montar
3. Para diseñar una instalación se debe evaluar la demanda máxima de potencia que se puede solicitar al sistema.
4. Se realiza un diagnóstico del consumo de energía y cargas al inicio y a futuro
5. Planificación del desarrollo de la instalación eléctrica y restauración de hornos eléctricos

### 3.2.3 Identificación de la maquinaria

En este punto, se realizó la identificación de cada maquinaria conforme llegaba a la bodega, verificando con los planos del cómo estará inicialmente distribuida la empresa, como primer paso, se ordenaron algunos hornos eléctricos tal como se muestra en la imagen 3.6.



*Imagen 3.6 Estructura de hornos eléctricos con bases.*

Se tomaron los datos de los equipos conforme era su llegada y los equipos que fueron identificados, se colocaron como se mostraba en el plano inicial imagen 3.4. al colocar algunos equipos se comenzaron con las modificaciones del plano principal para sus conexiones e instalación eléctrica de los equipos, lo cual se fueron sacando los ramales de las conexiones y que todos llegaran a un punto para su conexión así mismo, observaron que las salidas de gases y humos de los hornos eléctricos su salida era por la parte de arriba, lo cual se propuso un diagrama para todas las salidas del gas y como sería conectados para su mejor instalación.

Se tomó un tiempo determinado para que todo el equipo llegara y se tomara nuevamente los datos correspondientes de toda la maquinaria

Para la obtención de datos se observaron cada una de las máquinas y se tomaron los datos de las placas de cada componente como motores, turbinas, extractores, texturizadores, como se muestran en las imágenes 3.7, 3.8.



Imagen 3.7 Placa de datos de componente para horno eléctricos (Turbina)



Imagen 3.8 Placa de datos de extractor para acondicionamiento de hornos eléctricos

En la descarga concluyente de la maquinaria se notó que algunos equipos no contaban con placa de datos y otros si, lo cual generaría problemas en la instalación eléctrica y a su vez la carga total no sería correcta, a continuación, se presenta algunos equipos que no contaban con placa de datos, estos equipos se muestran en las siguientes imágenes, 3.9, 3.10, 3.11 y 3.12



*Imagen 3.9 Empacadora*



*Imagen 3.10 Tablero de control para hornos eléctricos*



**Imagen 3.11** Extractor para acondicionamiento de hornos eléctricos



**Imagen 3.12** Maquina MOD6.1

Para la conclusión de este punto, se continuo con la recolección de los datos del equipo y posteriormente se investigó con los gerentes de la empresa directa si contaban con una tabla de datos de todos los equipos para así contar con datos correctos, realizando una comparación de datos. En la siguiente tabla de datos se muestra el número de hornos totales, voltaje y consumo de cada uno de ellos, así como de toda la maquinaria

**Tabla 1** Datos oficiales de los equipos a trabajar

| Equipo                                                      | Voltaje | Consumo en Watts |
|-------------------------------------------------------------|---------|------------------|
| Horno 1                                                     | 440V    | 40 KW            |
| Horno 2                                                     | 440V    | 40 KW            |
| Horno 3                                                     | 440V    | 40 KW            |
| Horno 4                                                     | 440V    | 40 KW            |
| Horno 5                                                     | 440V    | 40 KW            |
| Horno 6                                                     | 440V    | 40 KW            |
| Horno 7                                                     | 440V    | 40 KW            |
| Horno 8                                                     | 440V    | 40 KW            |
| Horno 9                                                     | 440V    | 40 KW            |
| Horno 10                                                    | 440V    | 40 KW            |
| Horno 11                                                    | 440V    | 40 KW            |
| Horno 12                                                    | 440V    | 40 KW            |
| Horno 13                                                    | 440V    | 40 KW            |
| Extractor 1                                                 | 440V    | 29.82 KW         |
| Extractor 2                                                 | 440V    | 29.82 KW         |
| Extractor 3                                                 | 440V    | 29.82 KW         |
| 2 Text. Caliente                                            | 440V    | 14 KW            |
| 2 Text. Frio                                                | 440V    | 12 KW            |
| 2 contactos trifásicos (área mantenimiento- trabajo manual) | 440V    | 15.84 KW         |
| Compresor                                                   | 440V    | 30 KW            |
| Empacadora                                                  | 440V    | 31 KW            |
| 2 Embobinadoras                                             | 220V    | 20 KW            |
| 36 luminarias (Instalados actualmente en nave )             | 220V    | 3.6 KW           |
| 2 contactos bifásicos (área mantenimiento- trabajo manual)  | 220V    | 6.66 KW          |
| 18 Contactos monofásicos (Instalados actualmente en nave )  | 120V    | 3.24 KW          |
| 4 contactos monofásico (área mantenimiento- trabajo manual) | 120V    | 0 .72 KW         |
| Luminarias oficinas                                         | 120V    | 4.77 KW          |
| Contactos (área oficina)                                    | 120V    | 7.38 KW          |
| <b>TOTAL</b>                                                |         | <b>738.67 KW</b> |

### 3.3 Investigación de carga para implementar la instalación eléctrica

Para la investigación de los elementos de carga de la instalación se exponía todos los elementos a trabajar. En la tabla 3.2 se muestran los elementos lo cuales se van a trabajar y con la cual la empresa comenzara su producción (llamada carga principal).

**Tabla 2** Tabla de datos inicio marzo 2020

| Equipo                                                      | Voltaje | Consumo en Watts |
|-------------------------------------------------------------|---------|------------------|
| 6 Hornos                                                    | 440V    | 240 KW           |
| 2 Extractores                                               | 440V    | 59.64 KW         |
| 2 Text. Caliente                                            | 440V    | 14 KW            |
| 2 Text. Frio                                                | 440V    | 12 KW            |
| Compresor                                                   | 440V    | 30 KW            |
| Empacadora                                                  | 440V    | 31 KW            |
| 2 contactos trifásicos (área mantenimiento- trabajo manual) | 440V    | 15.84 KW         |
| 2 Embobinadoras                                             | 220V    | 20 KW            |
| 36 luminarias                                               | 220V    | 3.6 KW           |
| 2 contactos bifásicos (área mantenimiento- trabajo manual)  | 220V    | 6.66 KW          |
| 18 Contactos monofásicos (Instalados actualmente en nave )  | 120V    | 3.24 KW          |
| 4 contactos monofásico (área mantenimiento- trabajo manual) | 120V    | 0 .72 KW         |
| <b>TOTAL</b>                                                |         | <b>436.7 KW</b>  |

En la tabla 3.3 se muestra el consumo total de todos los equipos, la cual es importante porque los elementos de protección deben de tener una holgura para que pueda aguantar todos los elementos propuestos en su expansión con el tiempo

**Tabla 3 Cargas totales**

| Equipo                                                      | Voltaje | Consumo en Watts |
|-------------------------------------------------------------|---------|------------------|
| Horno 1                                                     | 440V    | 40 KW            |
| Horno 2                                                     | 440V    | 40 KW            |
| Horno 3                                                     | 440V    | 40 KW            |
| Horno 4                                                     | 440V    | 40 KW            |
| Horno 5                                                     | 440V    | 40 KW            |
| Horno 6                                                     | 440V    | 40 KW            |
| Horno 7                                                     | 440V    | 40 KW            |
| Horno 8                                                     | 440V    | 40 KW            |
| Horno 9                                                     | 440V    | 40 KW            |
| Horno 10                                                    | 440V    | 40 KW            |
| Horno 11                                                    | 440V    | 40 KW            |
| Horno 12                                                    | 440V    | 40 KW            |
| Horno 13                                                    | 440V    | 40 KW            |
| Extractor 1                                                 | 440V    | 29.82 KW         |
| Extractor 2                                                 | 440V    | 29.82 KW         |
| Extractor 3                                                 | 440V    | 29.82 KW         |
| 2 Text. Caliente                                            | 440V    | 14 KW            |
| 2 Text. Frio                                                | 440V    | 12 KW            |
| 2 contactos trifásicos (área mantenimiento- trabajo manual) | 440V    | 15.84 KW         |
| Compresor                                                   | 440V    | 30 KW            |
| Empacadora                                                  | 440V    | 31 KW            |
| 2 Embobinadoras                                             | 220V    | 20 KW            |
| 36 luminarias (Instalados actualmente en nave )             | 220V    | 3.6 KW           |
| 2 contactos bifásicos (área mantenimiento- trabajo manual)  | 220V    | 6.66 KW          |
| 18 Contactos monofásicos (Instalados actualmente en nave )  | 120V    | 3.24 KW          |
| 4 contactos monofásico (área mantenimiento- trabajo manual) | 120V    | 0 .72 KW         |
| Luminarias oficinas                                         | 120V    | 4.77 KW          |
| Contactos (área oficina)                                    | 120V    | 7.38 KW          |
| <b>TOTAL</b>                                                |         | <b>738.67 KW</b> |

### 3.3.1 Cuadro de cargas y consumo total

En las imágenes 3.13 y 3.14 se muestran se puede observar el desglose de todos los equipos a conectar con su respectivo cuadro de cargas y seccionados por tableros, con sus respectivas cargas totales de cada uno de ellos y que tipo de charolas, calibre de conductores etc. Lo cual están seccionada en dos partes uno con carga de inicio marzo y otro cuadro de cargas con las cargas totales finales.

| CUADRO DE CARGAS INICIO MARZO 2020 |       |       |      |                  |              |          |         |   |        |  |  |  |  |
|------------------------------------|-------|-------|------|------------------|--------------|----------|---------|---|--------|--|--|--|--|
| CUADRO DE CARGAS                   |       |       |      |                  |              |          |         |   |        |  |  |  |  |
| CIRC                               | Watts | Volts | Amp  | Cost de cableado | Interrupción | Longitud | Calibre |   |        |  |  |  |  |
| A1                                 | 1     | 11 KW | 110V | 100              | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A2                                 | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A3                                 | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A4                                 | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A5                                 | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A6                                 | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A7                                 | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A8                                 | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A9                                 | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A10                                | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A11                                | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A12                                | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A13                                | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A14                                | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A15                                | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A16                                | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A17                                | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |

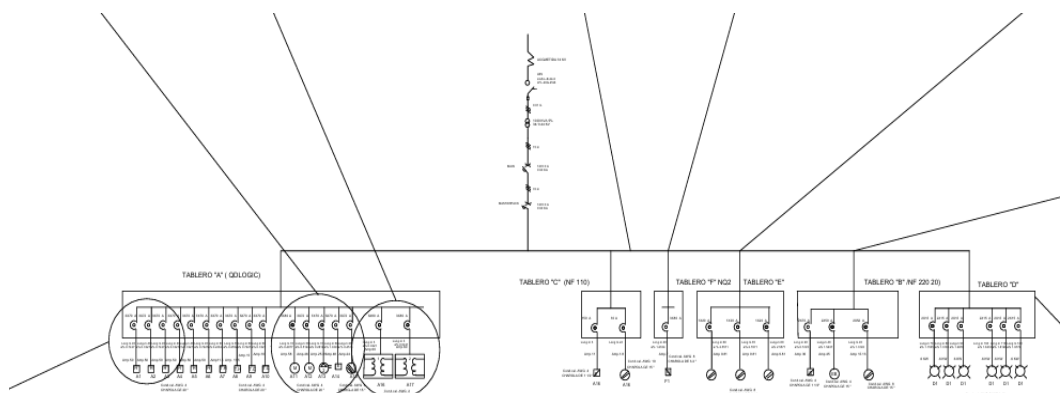
Imagen 3.13 Cuadro de cargas marzo 2020

| CUADRO DE CARGAS TOTALES |       |       |      |                  |              |          |         |   |        |  |  |  |  |
|--------------------------|-------|-------|------|------------------|--------------|----------|---------|---|--------|--|--|--|--|
| CUADRO DE CARGAS         |       |       |      |                  |              |          |         |   |        |  |  |  |  |
| CIRC                     | Watts | Volts | Amp  | Cost de cableado | Interrupción | Longitud | Calibre |   |        |  |  |  |  |
| A1                       | 1     | 11 KW | 110V | 100              | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A2                       | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A3                       | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A4                       | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A5                       | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A6                       | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A7                       | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A8                       | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A9                       | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A10                      | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A11                      | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A12                      | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A13                      | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A14                      | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A15                      | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A16                      | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A17                      | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A18                      | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A19                      | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A20                      | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A21                      | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A22                      | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A23                      | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A24                      | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A25                      | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A26                      | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A27                      | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A28                      | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |
| A29                      | 1     | 10 KW | 110V | 90               | 4            | 1 1/2"   | 150 A   | 3 | 0.5145 |  |  |  |  |

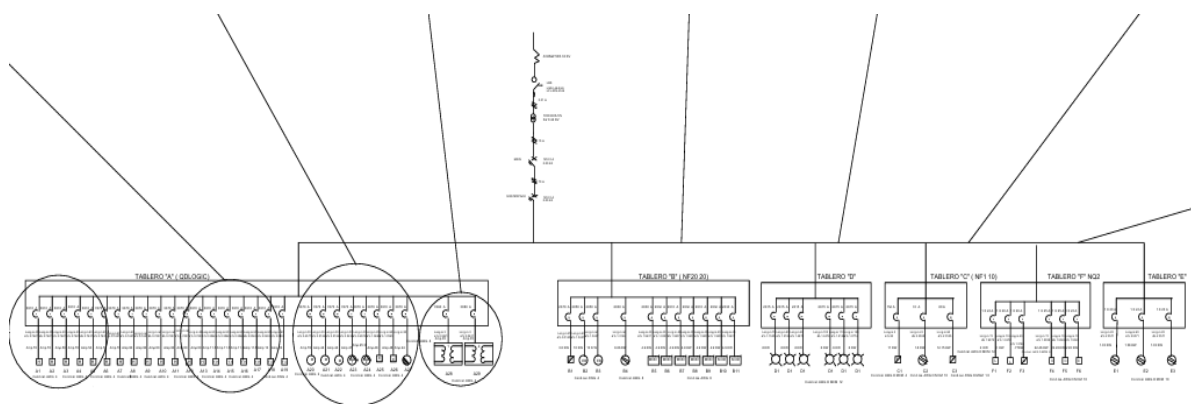
Imagen 3.14 Cuadro de carga totales

### 3.3.2 Diagrama unifilar general del consumo

En las imágenes 3.15 y 3.16 se muestran los diagramas unifilares de las cargas mencionadas en el punto anterior, con sus dos diagramas uno con carga inicial y otro con las cargas totales para su expansión



*Imagen 3.15 Diagrama unifilar de cargas inicio marzo 2020*



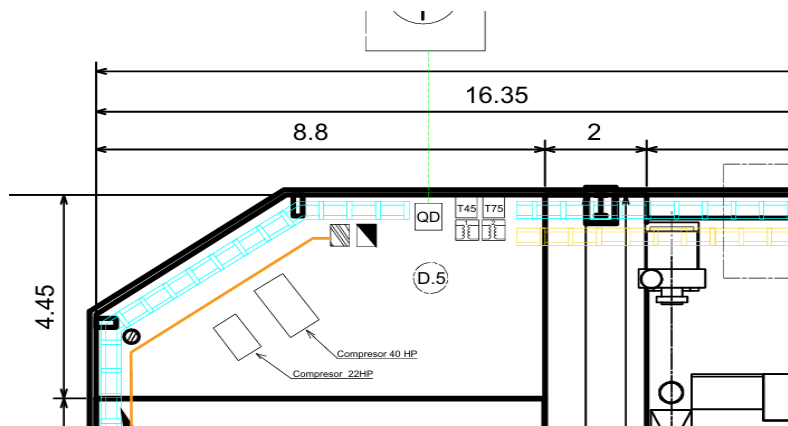
*Imagen 3.16 Diagrama Unifilar de cargas totales*



### 3.4.1 Adaptación y soluciones de la nave

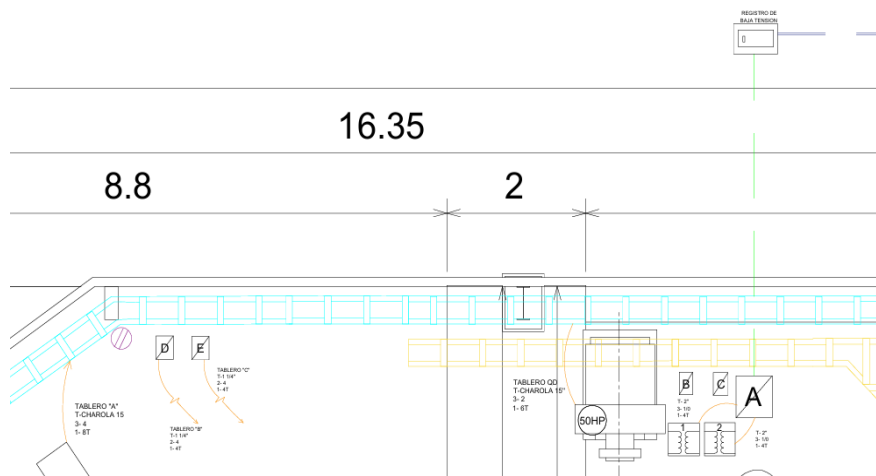
En la adaptación de la nave se concluyeron la canalización de la instalación eléctrica que se mencionara a continuación, así como en acondicionamiento de los hornos eléctricos y sus ramales de salida para sus conexiones de los equipos. En la conclusión del diseño propuesto para el cliente, se realiza una modificación en último momento ya que se realizará el cambio de posicionamiento del tablero principal, se colocando una nueva entrada y el cambio del mismo, como se muestra en la siguiente imagen, se muestra el posicionamiento inicial

En la imagen 3.18, muestra la primera propuesta donde se muestra el tablero con siglas QD, en ese sitio fue colocada la entrada.



*Imagen 3.18 Primera propuesta de ubicación de tablero QD logic.*

En la siguiente imagen 3.19 se muestra el posicionamiento final en donde se colocó el tablero principal con siglas A, con los últimos cambios mencionados por el cliente se muestra su canalización del registro de baja tensión y conexión al transformador



*Imagen 3.19 Ubicación final del tablero principal QD logic.*

Para poder concluir el plano lo mandaron a revisar todo el plano de la instalación eléctrica por la unidad verificadora y confirmado por el cliente, en el plano se puede mostrar su simbología que se observa en la imagen 3.20.

## SIMBOLOGÍA

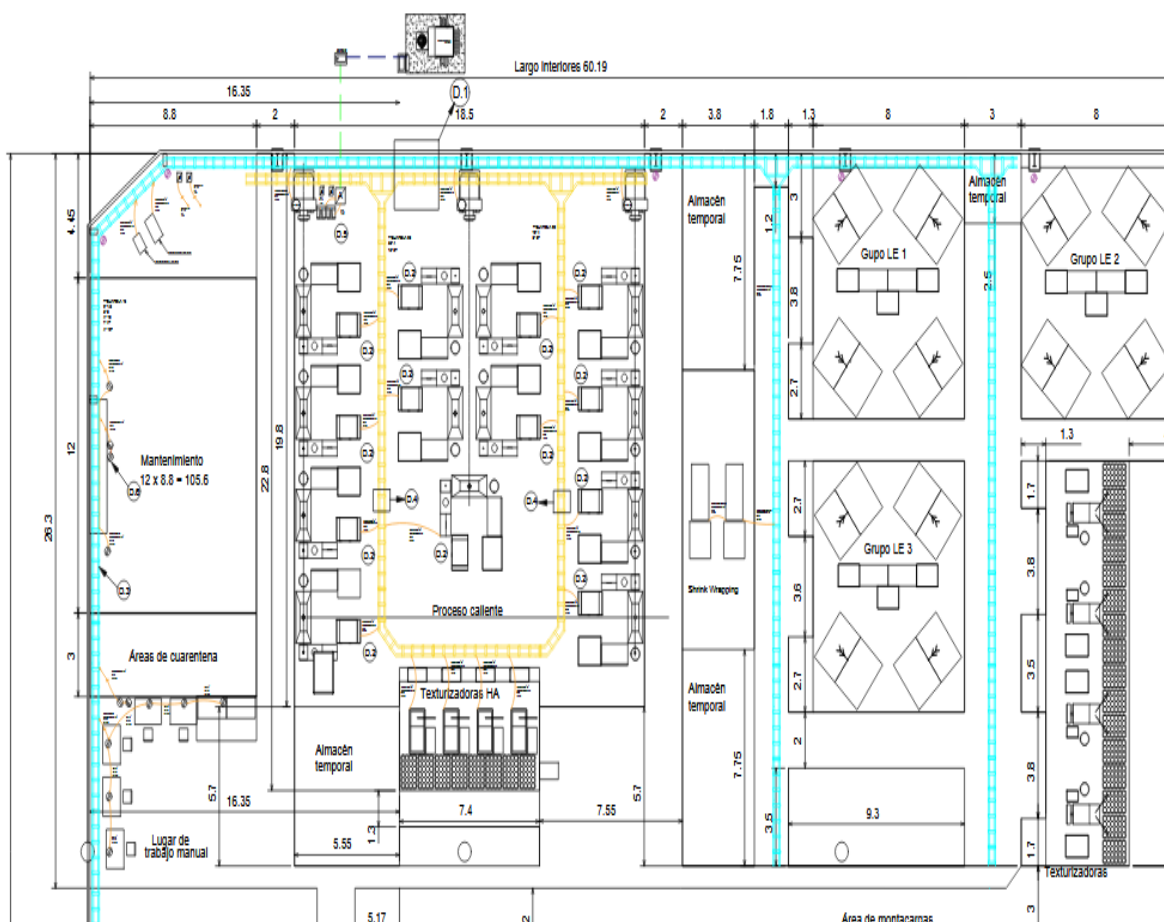
|                                                                                     |                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|    | TABLERO QDLOGIC                             |
|    | TABLERO NF220 20 (TRANSFORMADOR 15KVA)      |
|    | TABLERO NF 110 (TRANSFORMADOR 75KVA)        |
|    | TABLERO NQ220 DE LUMINARIAS EN NAVE         |
|    | TABLERO NQ1 DE CONTACTOS MONOFASICOS NAVE   |
|    | TABLERO NQ110 DE OFICINA                    |
|    | TABLERO NQ2110 DE OFICINA LOGISTICA         |
|    | CONJUNTO HORNO 110V                         |
|    | TEXTURIZADORA CALIENTE                      |
|    | TEXTURIZADORA FRIO                          |
|    | MOTOR                                       |
|    | COMPRESOR DE AIRE                           |
|   | EMPACADORA                                  |
|  | EMBOBINADORA                                |
|  | LUMINARIAS 220V                             |
|  | CONJUNTO DE CONTACTOS LUMINARIAS A 110V     |
|  | CONJUNTO DE CONTACTOS MONOFASICOS 110V      |
|  | CONTACTO 110V INSTALADO ACTUALMENTE EN NAVE |
|  | CONTACTO 110V                               |
|  | CONTACTO 220V                               |
|  | CONTACTO 110V                               |
|  | DETALLES DE INSTALACION DE COMPONENTES      |
|  | TRANSFORMADOR DE 15KVA 110V/220V            |
|  | TRANSFORMADOR DE 75KVA 110/110V             |
|  | CANALIZACIÓN TUBO CONDUIT                   |
|  | CANALIZACIÓN SUBTERRANEA                    |
|  | CHAROLA TIPO ESCALERA 20 cm                 |
|  | CHAROLA TIPO ESCALERA 15 cm                 |
|  | ACOMETIDA                                   |
|  | CONEXIÓN PUESTA A TIERRA                    |

*Imagen 3.20 Siglas y simbología de plano general de la instalación eléctrica.*

Es muy importante especificar un código de colores para la identificación correcta en el plano. Lo cual en el plano general está definido por dos tipos de charolas que fueron identificados por dos colores ya que para los operadores que montaran toda la canalización

se les será con mayor utilidad la identificación de cada componente y que su ejecución sobre todo quede correcta.

En la imagen 3.21 se muestra la charola de color azul que es tipo escalera de 15 cm y en ella se debe de colocar los conductores con un voltaje de 220 V y 127 V para alimentar circuitos de alimentación simple como contactos y apagadores eh tableros de control para los hornos eléctricos



*Imagen 3.21 Plano general, ubicación de charolas principales.*

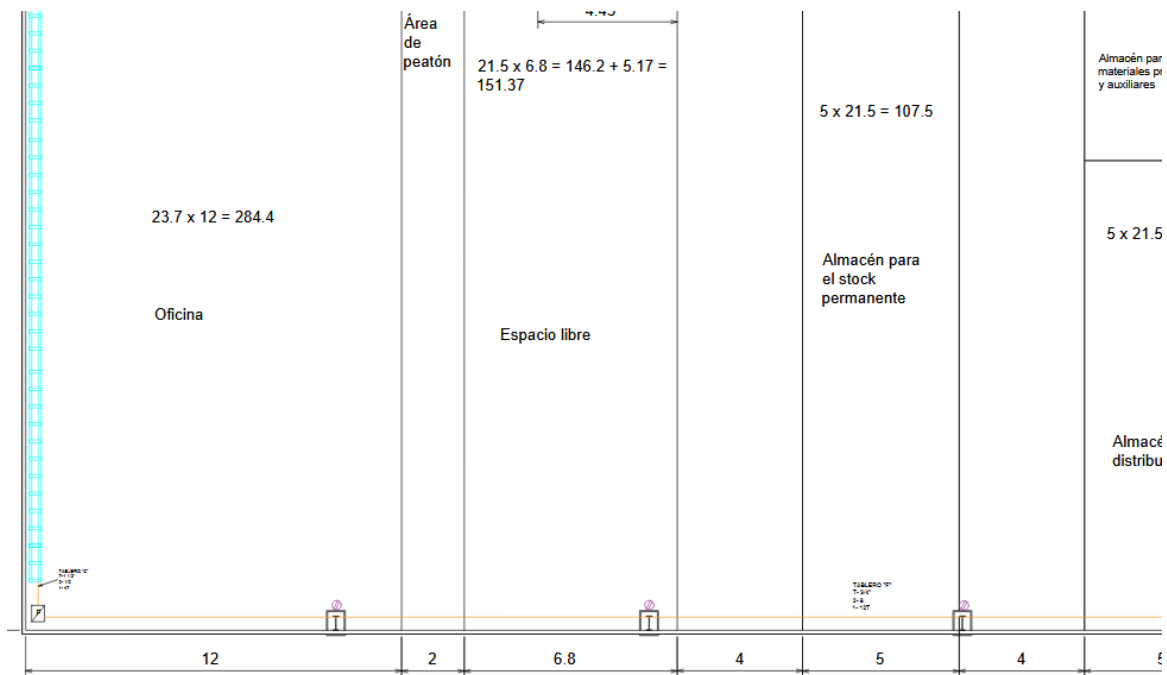
De la misma manera en la imagen 3.21 se identifica la charola de color amarillo es tipo escalera de 20 cm y en ella se colocarán los conductores de 440 v que alimentarán los hornos eléctricos y texturizadoras.

Por último, se contiene una canalización de tubo Conduit, en los espacios donde serán alimentados los siguientes departamentos.

Como:

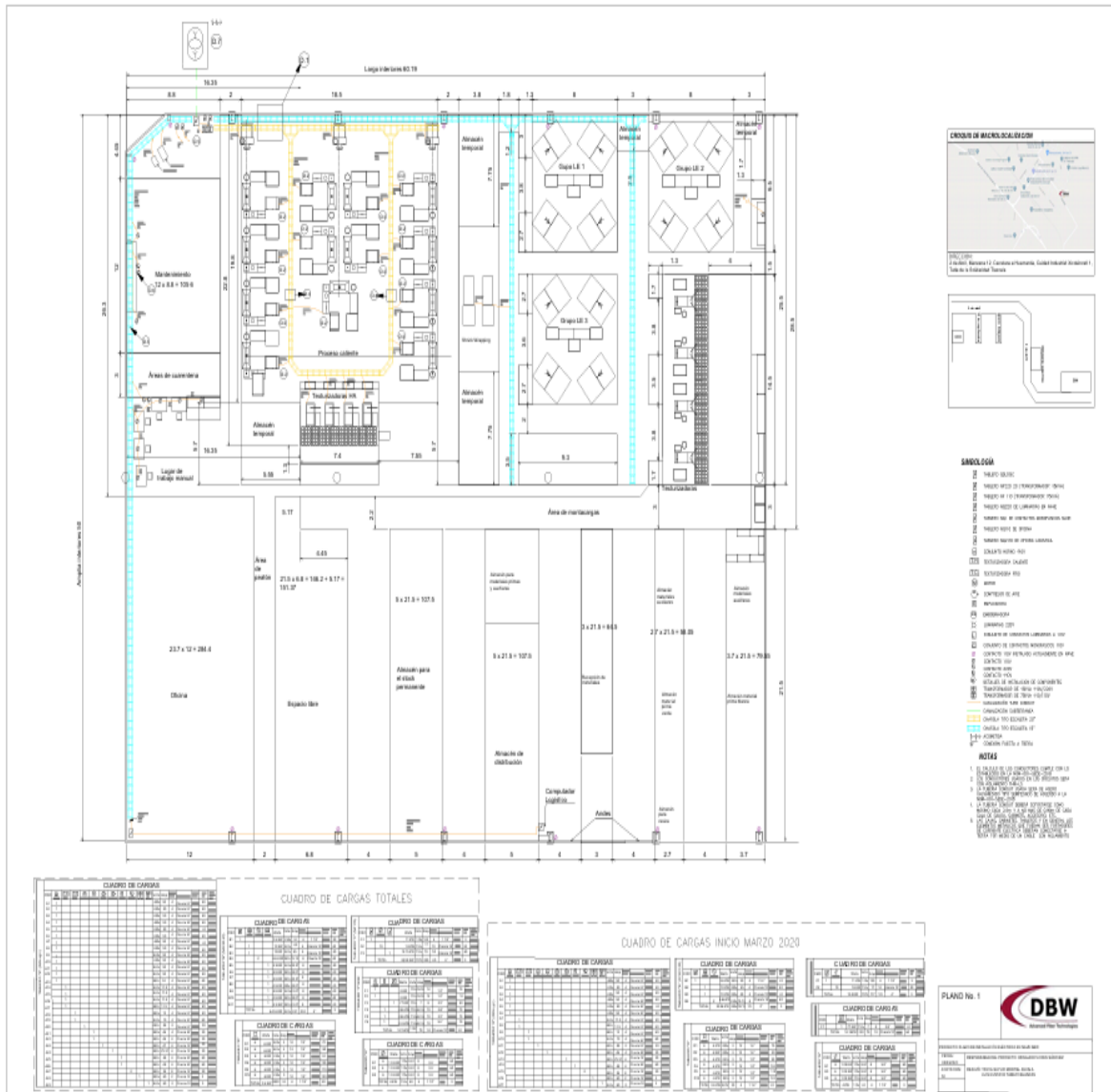
- Almacén para stock
- Oficinas
- Almacén de distribución

Mostrado en la imagen 3.22 se encuentra la ubicación de nuestro tubo Conduit de color naranja que portara conductores de 110v con poco voltaje como son las luminarias y contactos de 110 v para alimentación sencilla de computadoras y algunos electrodomésticos requeridos para el departamento de oficinas.



*Imagen 3.22 Plano general, ubicación de tubo conduit color naranja.*

En la imagen 3.23 se observa el croquis completo de toda la instalación eléctrica con las respectivas modificaciones y con su cuadro de cargas pertinentes de todos los equipos a instalar.



**Imagem 3.23** Plano general concluido.

### 3.5 Montaje de instalación eléctrica y montaje de estructura

Para realizar el montaje de la instalación eléctrica y colocación de toda la estructura y canalización se debe de tomar los siguientes puntos a mencionar, lo cual es la seguridad de operación y operación segura

#### 3.5.1 Montaje de la canalización general y seguridad

Para no general riesgos en el montaje de la estructura de la instalación eléctrica de contemplaron puntos muy importantes hacia el operador los cuales son:

Vestir con ropa de mezclilla y a la medida para tener una buena movilidad.

Use un buen par de zapatos de seguridad resistentes al aceite con suelas y tacones anti resbalantes

Datos importantes:

- No use ropa que le restrinja el movimiento
- Use ropa de algodón o ropa incombustible
- Evite la ropa suelta ya que puede enredarse en el equipo o abotone los puños de la camisa, quítese las corbatas, joyas, bufandas y relojes de pulsera, recoja el cabello largo con gorros o redes.
- Use cascos protectores clase B cuando trabaje cerca de cables eléctricos elevados;
- Evite los cinturones con hebillas grandes de metal;
- Cuando use un cinturón para cargar herramientas no deje que las herramientas cuelguen fuera de los sujetadores o que cuelguen fuera del cinturón y quítese el cinturón de cargar herramientas antes de comenzar a trabajar en lugares pequeños. Se recomienda el siguiente equipo de protección personal (EPP, por sus siglas en inglés) para evitar que su cuerpo se convierta en un conductor de electricidad:
- Protección para la cabeza, ojos y cara no conductora de electricidad, ropa y guantes de goma y zapatos o botas con suela de goma.

### 3.5.2 Operación segura

Las herramientas eléctricas deben cumplir con las normas del Código Nacional de Electricidad (NEC, por sus siglas en inglés) para fundas con doble aislamiento o para hacer tierra con el tercer cable eléctrico. Las herramientas de mano también deberán tener agarraderas aislantes de fábrica.

Se deben contemplar las siguientes sugerencias cuando se utilicen herramientas eléctricas:

Inspeccionar las herramientas antes de comenzar el trabajo para determinar desgastes o defectos.

Revisar las herramientas para asegurarse de que todos los protectores de seguridad o protecciones estén en su lugar.

Nunca modificar las herramientas o el equipo eléctrico.

Inspeccione los cables eléctricos e interruptores para determinar si tienen cortes, el aislante desgastado, terminales expuestos y conexiones sueltas;

Asegúrese de que las herramientas estén limpias, secas y libres de partículas grasosas o depósitos de carbón.

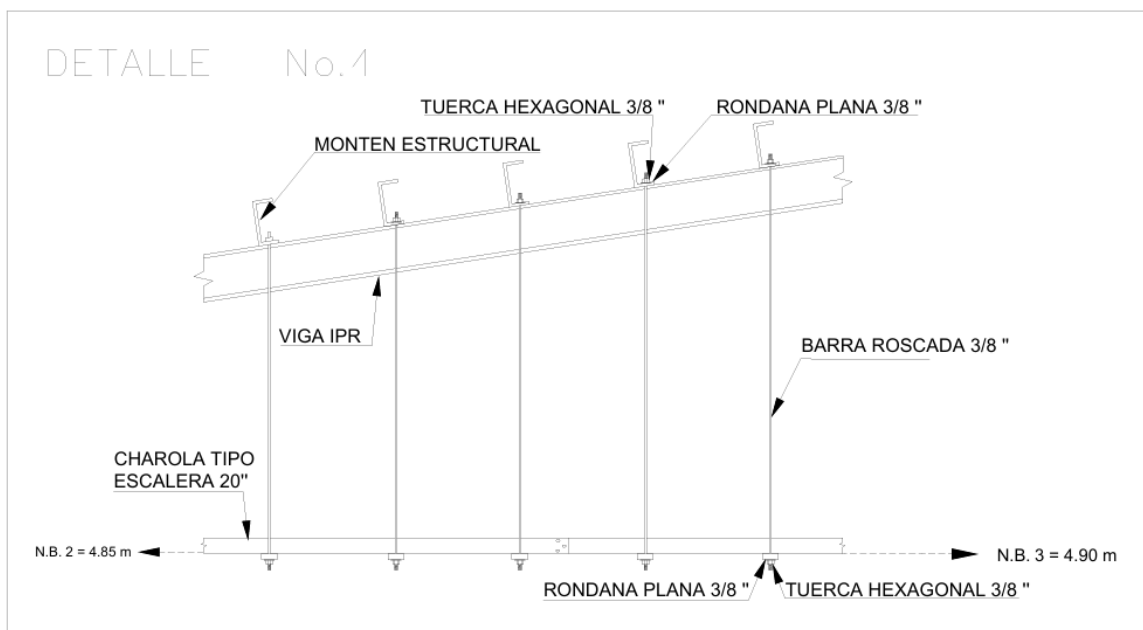
No cargue, almacene o cuelgue las herramientas eléctricas por el cable.

Deje de usar las herramientas inmediatamente si comienza a salir humo, chispas o si las mismas dan toques.

No sobrecargue los enchufes de las paredes o los cables de extensión.

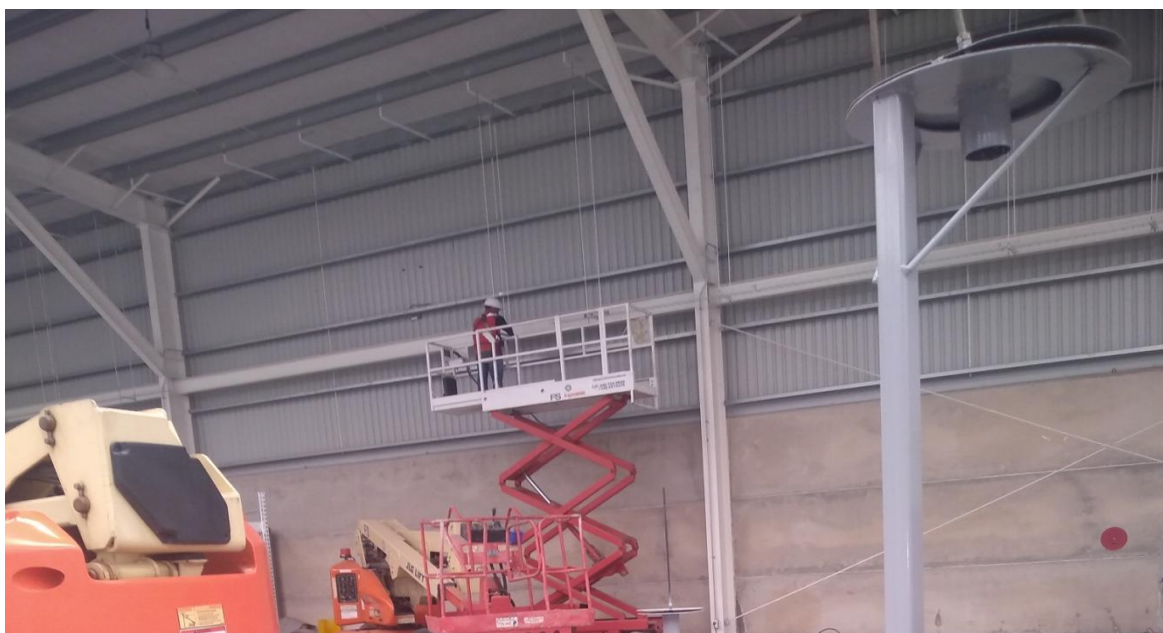
Asegúrese de que el cable de extensión sea del tamaño o clasificación correcta para la herramienta que se está utilizando y nunca quite la pata de tierra del enchufe de tres patas para colocarla en un enchufe de pared para dos patas.

Para tener una buena instalación realizaron unos pequeños planos de modelos de como iría colocada con la infraestructura y su colocación de la canaleta como se muestra en la siguiente imagen se puede observar que tipo de rondana se utilizara y en que posición con la viga, mostrado en el detalle 1, que se muestra en la imagen 3.24



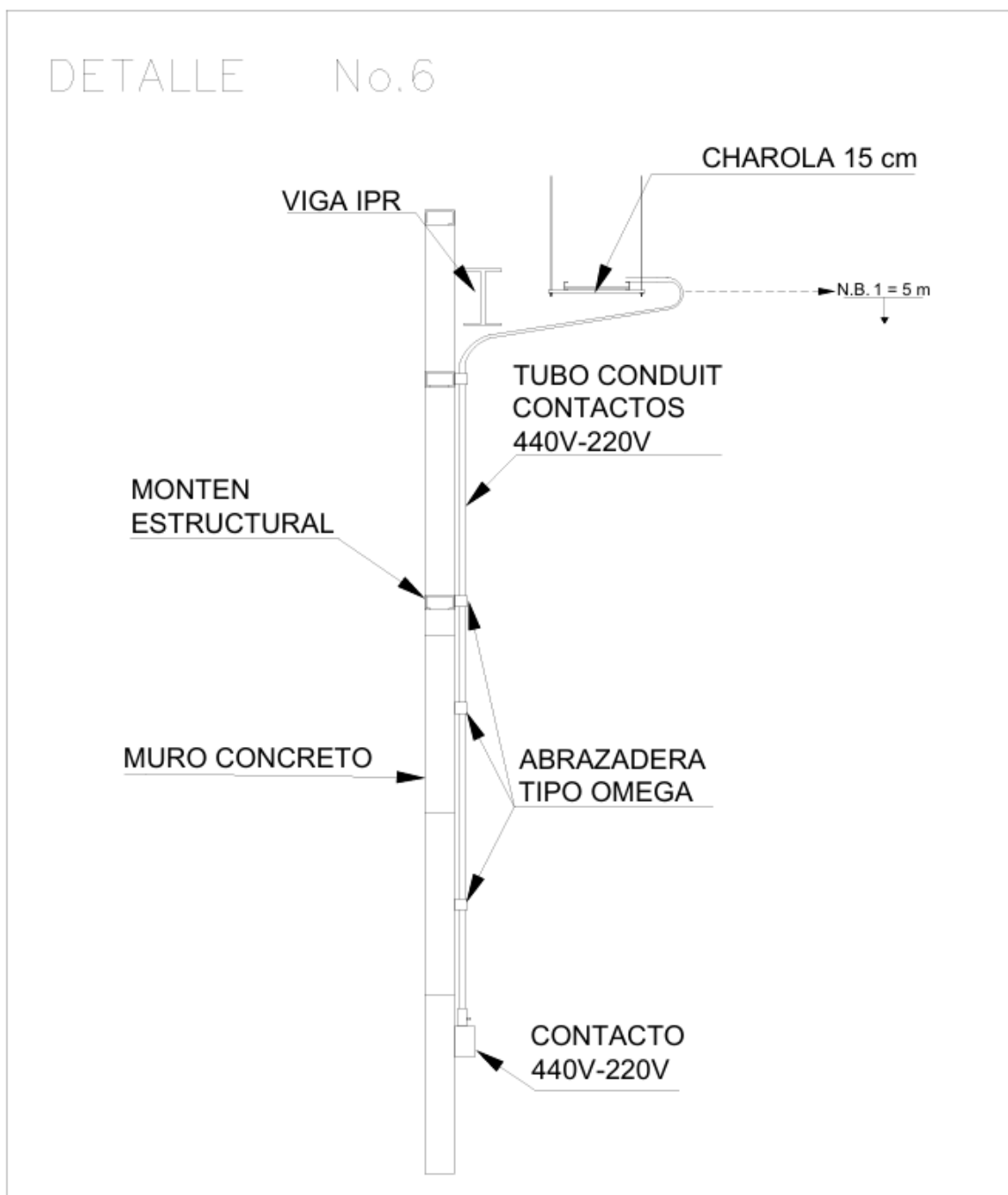
*Imagen 3.24 Detalle numero 1 plano del diseño para el montaje de canalización.*

En la imagen 3.25 se muestra la colocación de la instalación con el detalle 1 mencionado



*Imagen 3.25 Ejemplo de colocación y montaje del detalle 1 instalación de canalización*

En la imagen 3.26 se muestra la colocación correcta de la instalación del tubo Conduit para los contactos de 440V y 220V bajo la Norma.



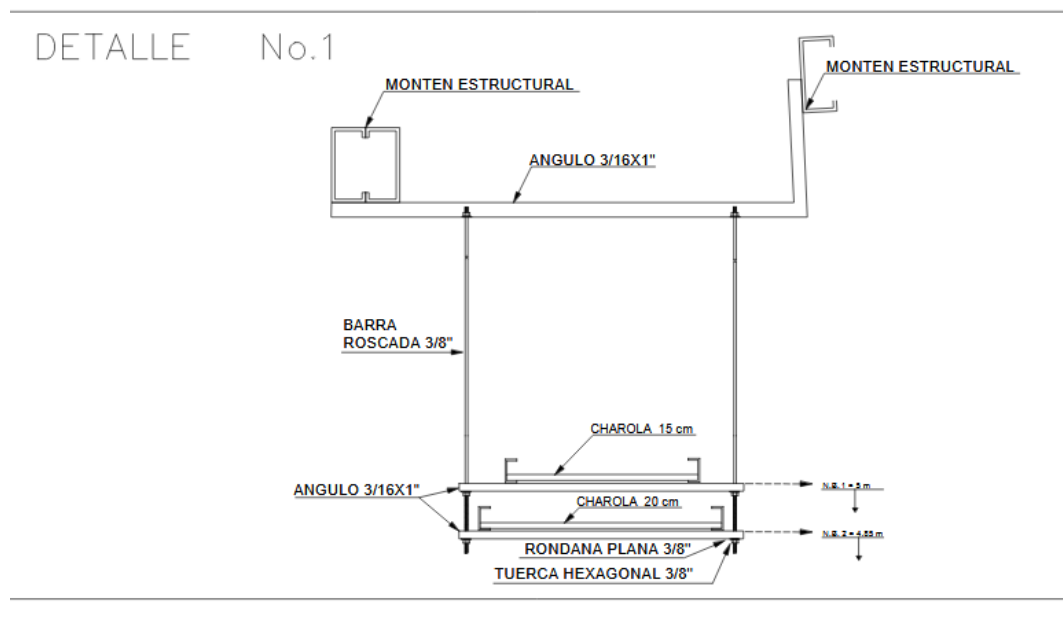
*Imagen 3.26 Detalle numero 6 Plano de la instalación de tubo Conduit (entre viguetas, estructura de la nave)*

En la imagen 3.26 Se muestra cómo debe de ir colocado el tubo Conduit y sus especificaciones para un buen montaje donde se muestra la viga de la estructura, está ubicada la charola y el montaje de la infraestructura, como se muestra el tubo Conduit debe de ir hacia abajo para sacar los ramales como se muestra en la imagen 3.27.



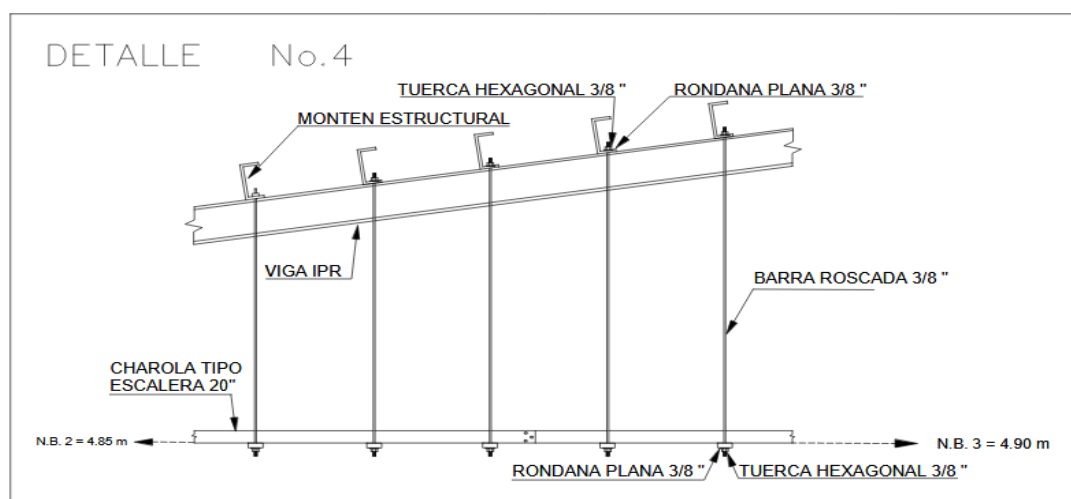
*Imagen 3.27 Montaje de tubo Conduit y los ramales para conexiones de máquinas adicionales*

Para una buena identificación de cómo colocar las charolas y que no genere errores en la estructura haciendo un montaje más óptimo y sobre todo no tener picos de presupuesto, se realizó un plano individual para los detalles de las charolas, para identificar su buena colocación de las charolas como se muestran en las imágenes 3.28.



*Imagen 3.28 Detalle número 1, plano para el montaje de los dos tipos de charola y estructura.*

En el detalle 4 imagen 3.29 se muestra cómo deben de ir colocados correctamente el material de montaje de las charolas hacia la estructura, como podemos observar es muy detallado donde ira cada tuerca y rondana para que se le realice una explicación al comienzo del montaje de la estructura de la instalación eléctrica.



*Imagen 3.29 Detalle número 4, plano para la instalación de charolas en estructura de la nave.*

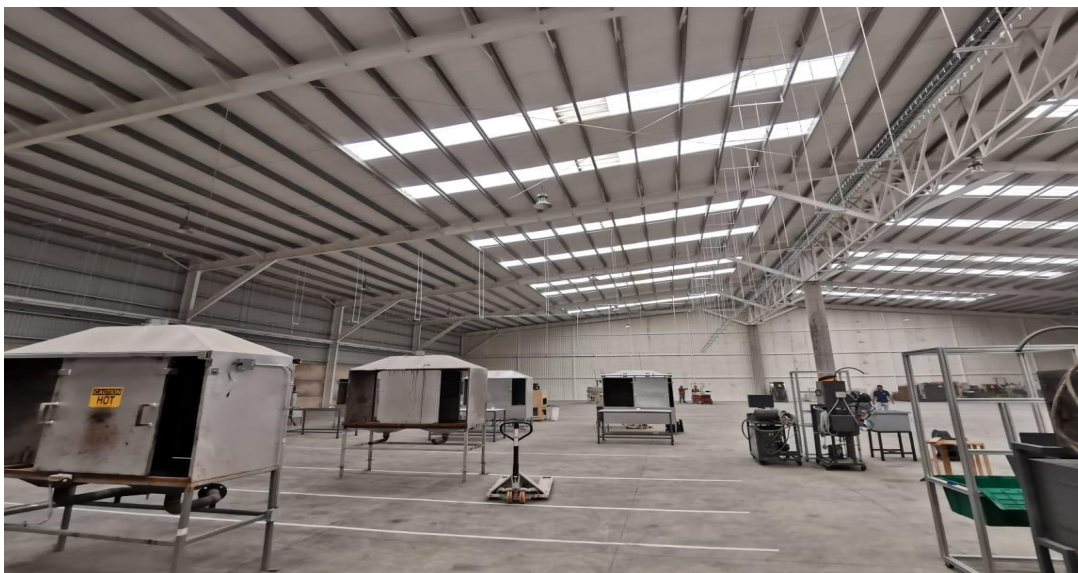
Posteriormente a los planos anteriores se realiza el montaje de ellos con la estructura como se muestra en la imagen 3.30.



*Imagen 3.30 Detalle número 4, Ejecutado*

Para obtención de un buen éxito en toda la colocación de la estructura se retoma día con día una asesoría con todos los técnicos para que ejecuten correctamente la canalización y revisar a la finalización de turno que todo se mantenga correcto como se mostró en la imagen de arriba

En la imagen 3.31 y 3.32 se observa como se va finalizando toda la estructura de la canalización y como va tomando forma en distintos angulos con las lineas de limitacion de cada equipo. Para que vayan en un cajon mostrados en la imágenes

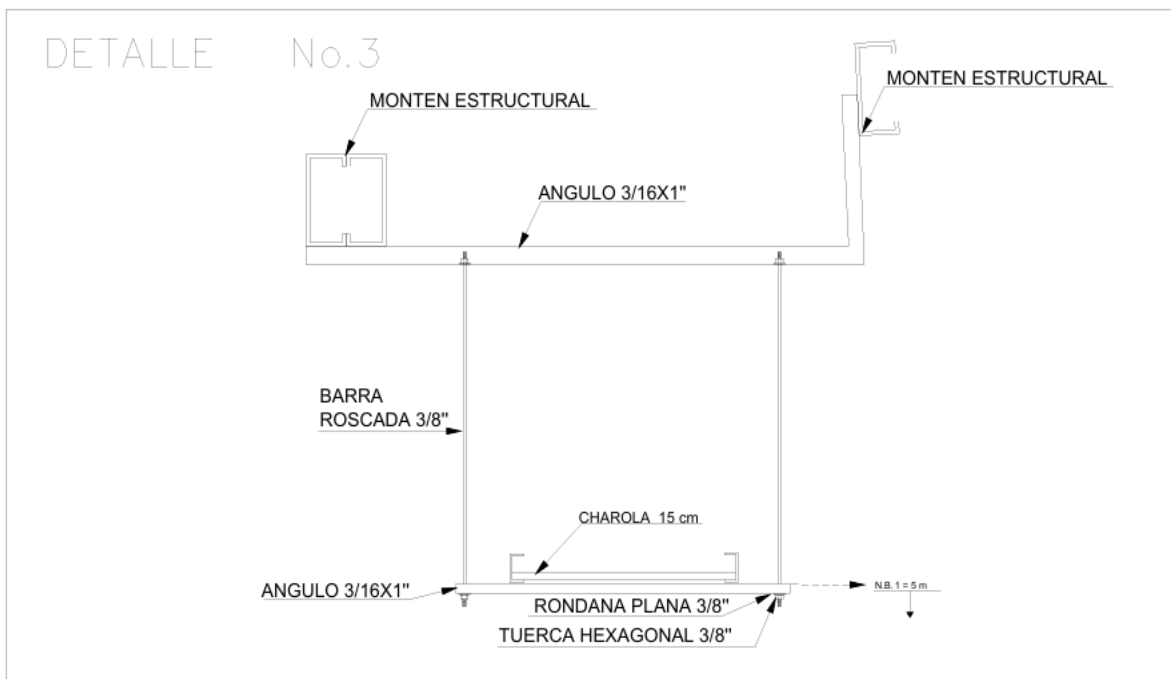


***Imagen 3.31** Finalización de la canalización para la alimentación de los hornos.*



***Imagen 3.32** Finalización de la canalización para la alimentación de los hornos*

En la imagen 3.33 se muestra el detalle número 3, en donde se observa la colocación de los cómo van posicionados los monten de estructuras y la barra roscada y en que ángulo de charola, como se muestra en las imágenes siguiente se observa en plano y la ejecución por el operador de su montaje y que el plano si correspondió con lo montado en la imagen 3.34 se muestra la ejecución del detalle numero 3.

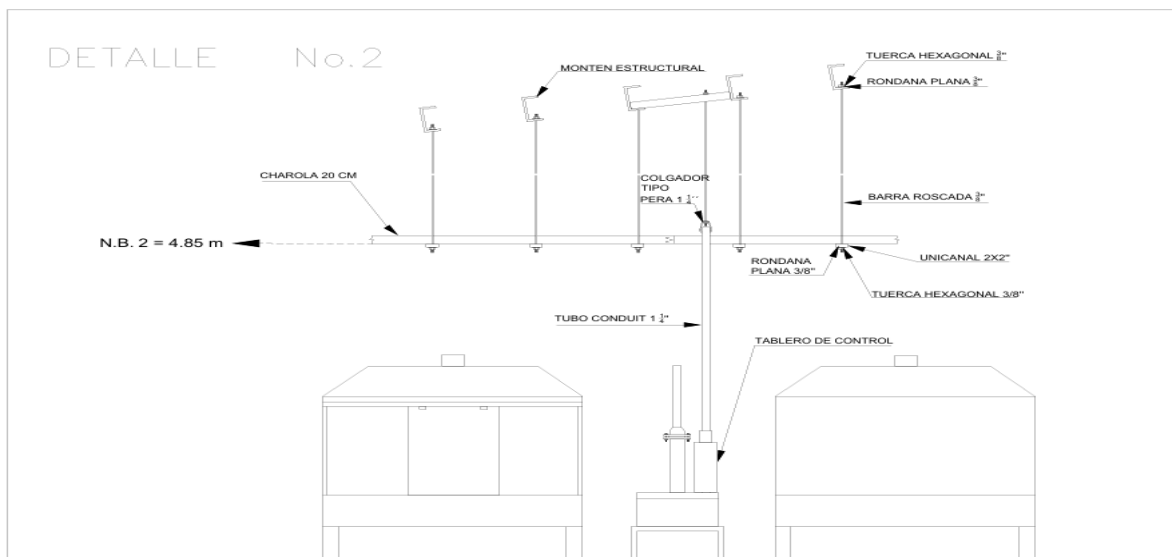


*Imagen 3.33 Detalle número 3, Plano de colocación correcta de charola*



*Imagen 3.34 Ejecución del detalle número 3, instalación de canaletas*

En el detalle número 2, imagen 3.35, se observa cómo va colada los ramales para la conexión de tablero de control de los hornos eléctricos y la charola y que tipo de charola es en la que va colocado el cable en las dos imágenes siguientes se muestra los detalles de montaje y su ejecución



*Imagen 3.35 Detalle número 2, plano para alimentaciones de tableros de control para hornos eléctricos*

En la imagen 3.36 se muestra como se fue ejecutando el detalle numero 2, para las conexiones de los tableros de control de los hornos eléctricos y sus alimentación del mismo equipo.

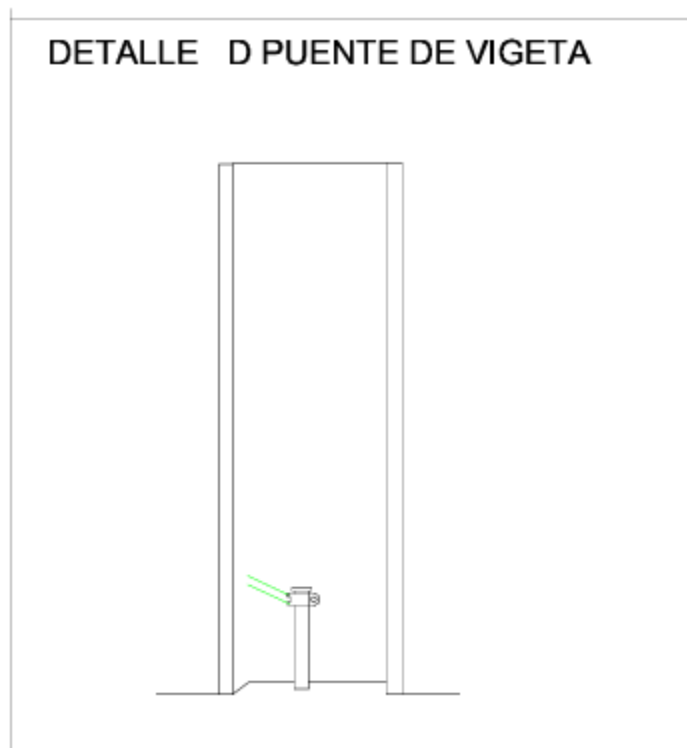


*Imagen 3.36 Ejecución de detalle número 2, para alimentación de hornos eléctricos*

### 3.5.3 Sistema de puesta a tierra y conexiones a tierra de los equipos

Las conexiones de puesta a tierra de los equipos que se utilizan son muy importantes para no generar estática o descargas muertas que se lleguen a generar por fricción. Para ello se coloca un circuito conectado a tierra o en ese caso a una viga para que la descarga de la estructura sea la correcta para ello, se realiza mediante una toma de tierra con electrodo este tipo de electrodos los podemos encontrar en la vigueta de cada estructura de la nave, ya que esta nave contaba con el sistema a tierra.

En la imagen 3.37 se muestra el puente de vigueta para su identificación.



*Imagen 3.37 Detalle de puente de vigueta o conexiones a tierra en estructura*

Mediante la instalación del circuito de puesta a tierra se Deberá verificar que todos los equipos cuenten con esta puesta a tierra, para que las corrientes de defectos o de descargas de origen atmosférico no dañen los equipos, generando una seguridad de igual manera a los trabajadores

### 3.5.4 Plano general de puesta a tierra de los equipos

Para contar con un sistema de tierra de los equipos y su neutral, realizaron un plano de sistema de tierras para todos los equipos con los que se trabajara, el cual se observa a continuación en la imagen 3.38 el plano completo de todos los equipos con su sistema de tierra.

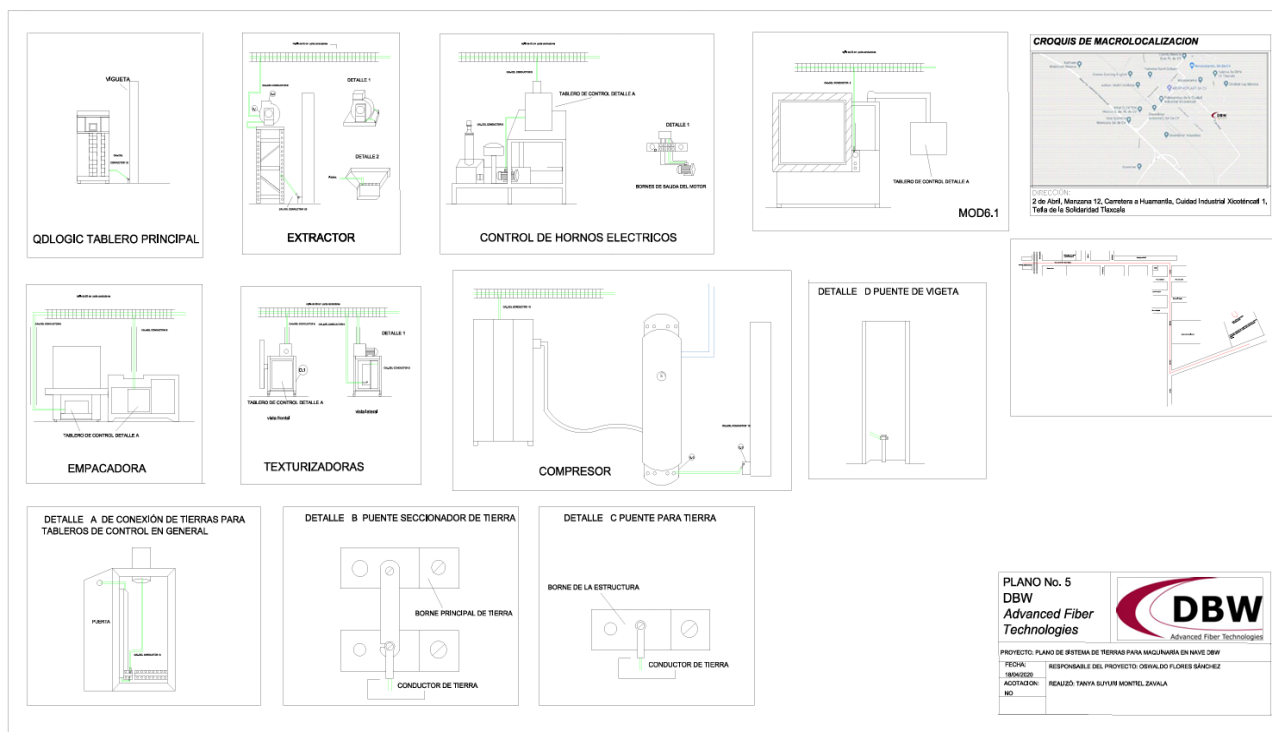


Imagen 3.38 Plano número 6 conexiones de tierras y neutrales en equipos y maquinarias

### 3.5.5 Uniones a tierra

Las disposiciones de puesta a tierra pueden ser utilizadas a la vez o separadamente, por razones de protección o razones funcionales, según las prescripciones de la instalación.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra este conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de manera de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados
- Las corrientes de defecto a tierras y las corrientes de mufa puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitudes térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solides o las protecciones mecánicas pueden aseguradas con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.

### 3.5.6 Toma de tierras

Para las tomas de tierras que se utilizaran en el proyecto se puede encontrar en distintas formas dependiendo del equipo como son:

- Barras, tubos.
- Pletinas, conductores desnudos
- Placas
- Anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según lo requerido.

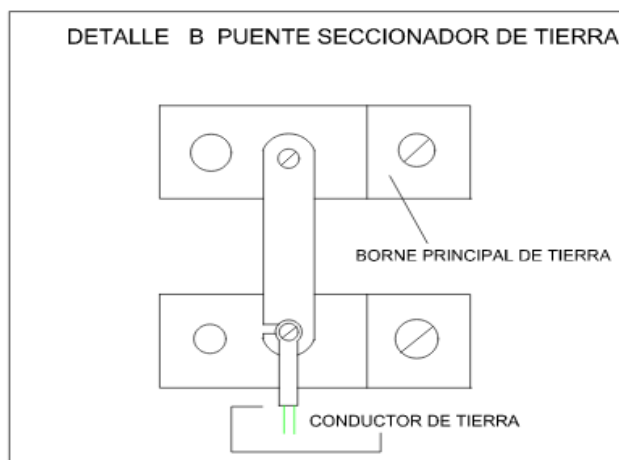
### 3.5.7 Bornes de puesta a tierra

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes

- Los conductores de tierra
- Los conductores de protección
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional. Si son necesarios

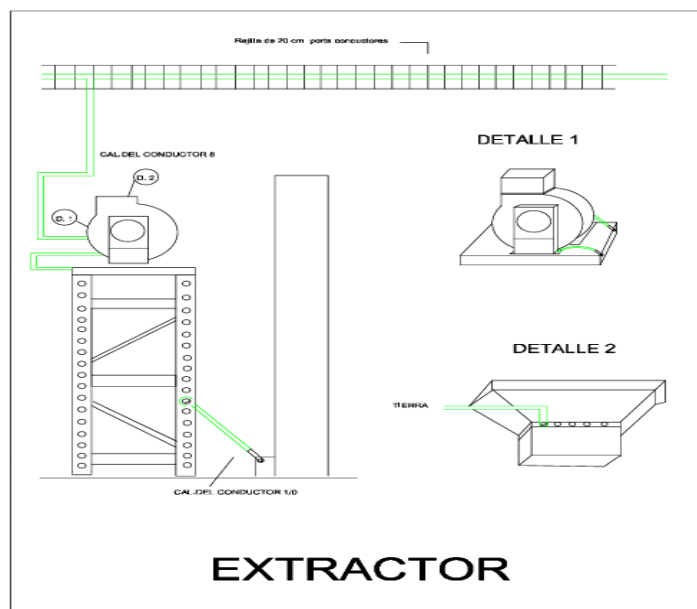
Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede ser combinado con el borne principal, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

En las imágenes 3.39 se muestra el detalle B, puente seccionador a tierra donde se puede observar la conexión a detalle y como será conectado el conductor que en este caso se utilizó el color verde para su identificación correcta y en la imagen se muestra cómo se van conectado los bornes y que tipo de conductor se estará utilizando

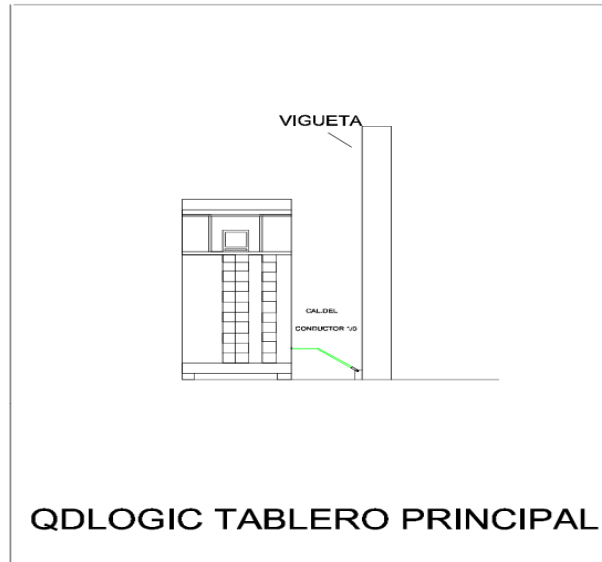


*Imagen 3.39 Detalle B puente seccionador de tierra, colocación adecuada de conductor de tierra y borne principal*

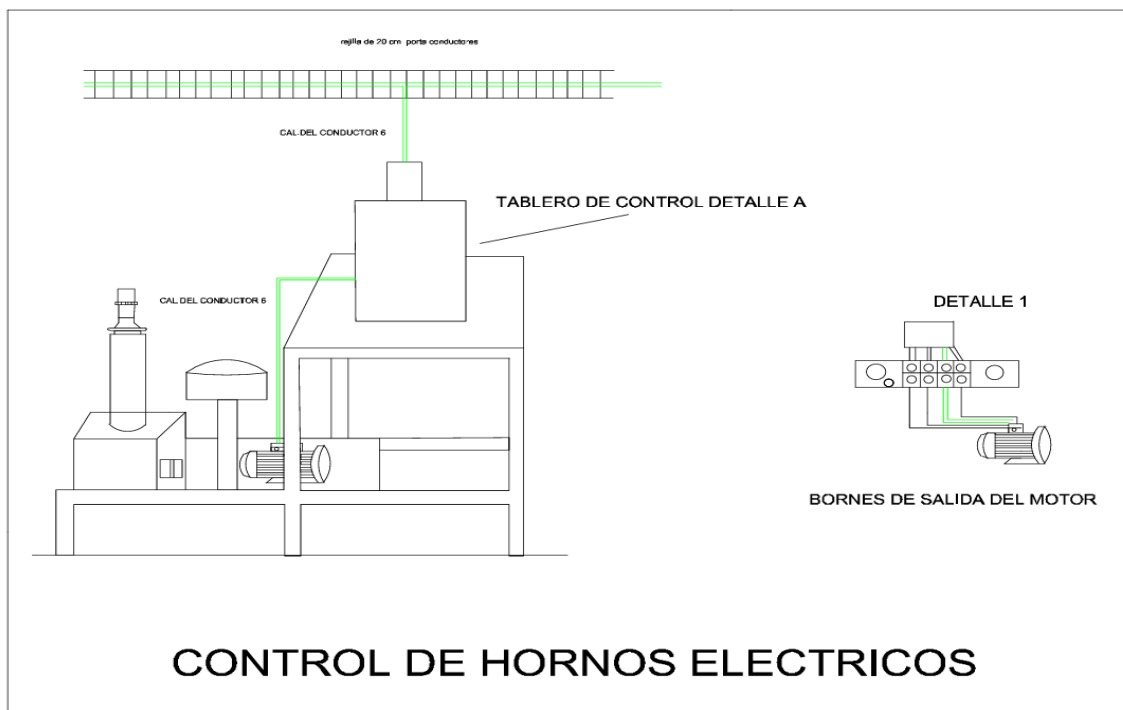
A continuación, se puede observar con detalle las conexiones de cada equipo, en las siguientes imágenes 3.40, 3.41 y 3.42, para así tener unas buenas conexiones a tierra, este tipo de trabajo se asignó para un solo grupo de personas, para que se le dé continuidad y que el proceso de finalización se acorte en tiempo.



*Imagen 3.40 Plano de colocación correcta de conexión de conductores en extractores*

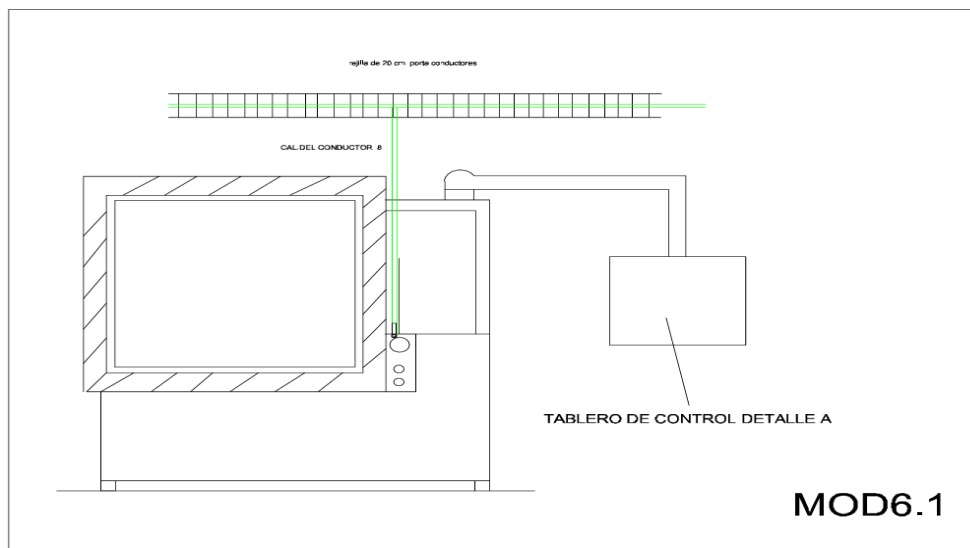


**Imagen 3.41** Plano de conexión de tablero Q D logic en estructura de nave.

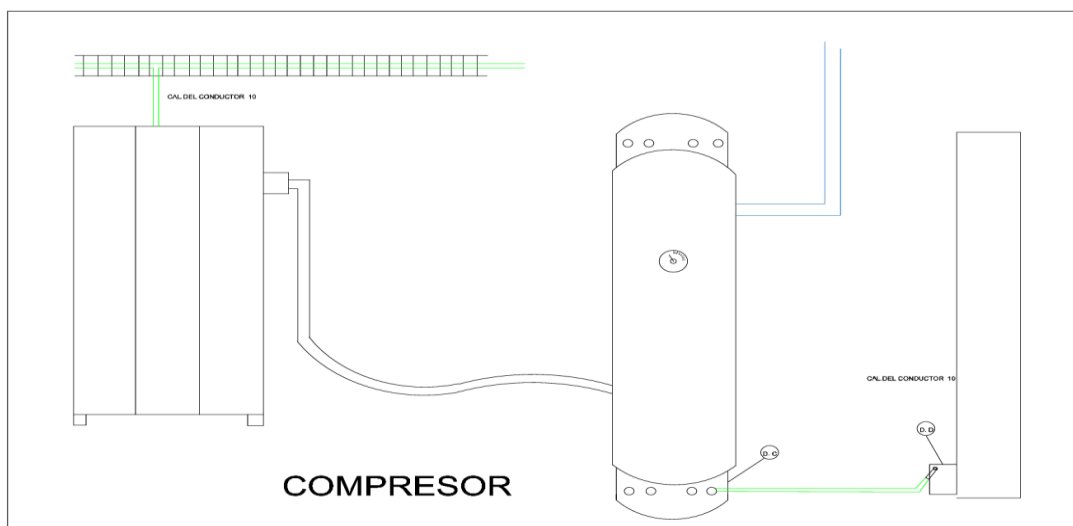


**Imagen 3.42** Plano de conexión de control de horno eléctrico

Posteriormente se puede observar las conexiones a detalle del tablero de control en la imagen 3.43 y la conexión del compresor que se muestra en la imagen 3.44 para el sistema de acondicionado de los hornos eléctricos.

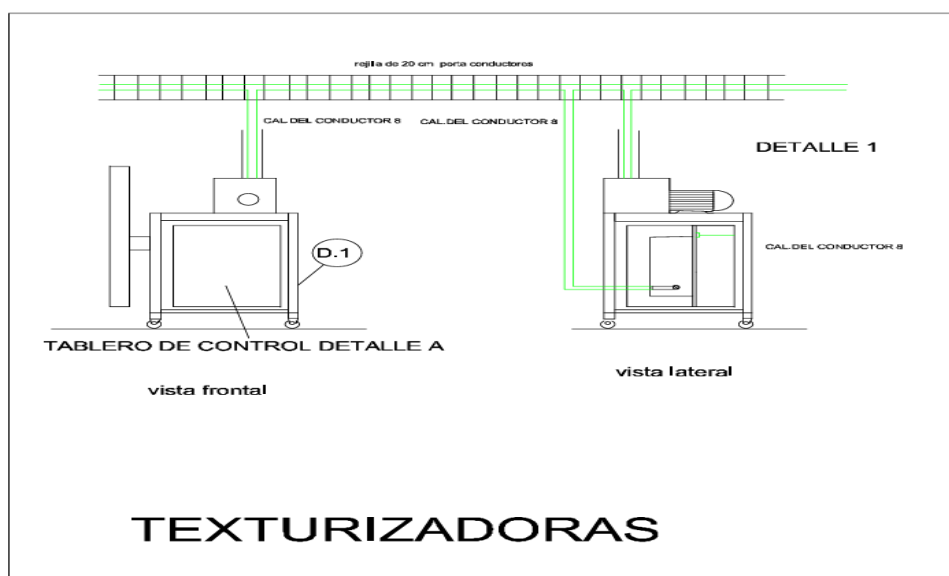


*Imagen 3.43 Plano de conexión de maquinaria MOD 6.1*

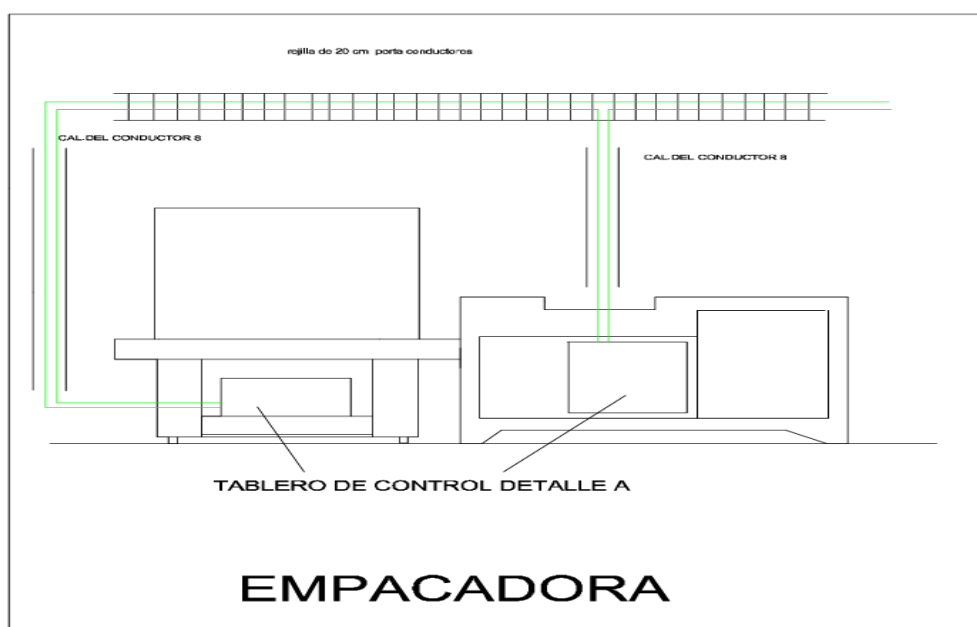


*Imagen 3.44 Plano de conexión de tierra a nave, compresor*

Para las imágenes 3.45, muestra el texturizador y en la 3.46 muestra la empacadora, donde detalla que tipo de canalización será colocado en conductor y que tipo de conductor se estará utilizando para este tipo de equipos, ya que podemos recalcar que no todos los equipos se utiliza el mismo calibre todo depende del voltaje y corriente que manejen los equipos. Para mejor precisión de conexión se muestra en las imágenes mencionadas una conexión con detalle para su conexión correcta

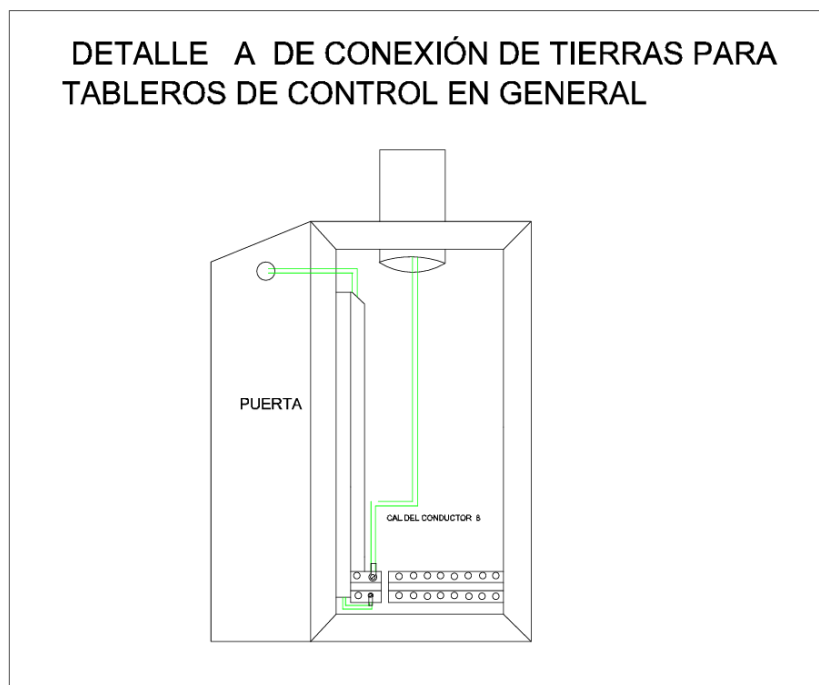


*Imagen 3.45 Plano de conexiones de bornes y tierra para texturizadores*



*Imagen 3.46 Plano de conexiones de bornes y tierras para empacadoras*

Para confirmar que los equipos este conectados correctamente realizaron una inspección de conexiones y en la imagen 3.47 se muestra como se debe de conectar correctamente y en la imagen 3.48 se muestra que las conexiones fueron exitosas

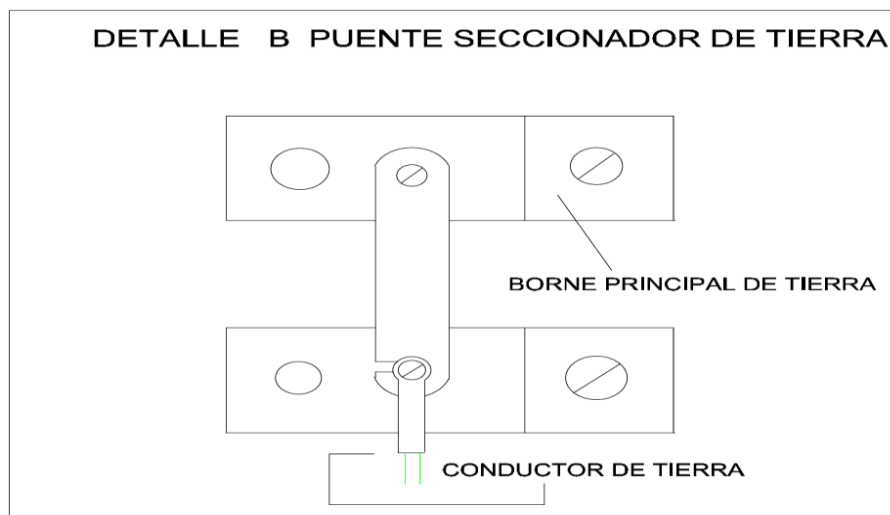


***Imagen 3.47** Detalle A de conexión de tierras para tableros de control*

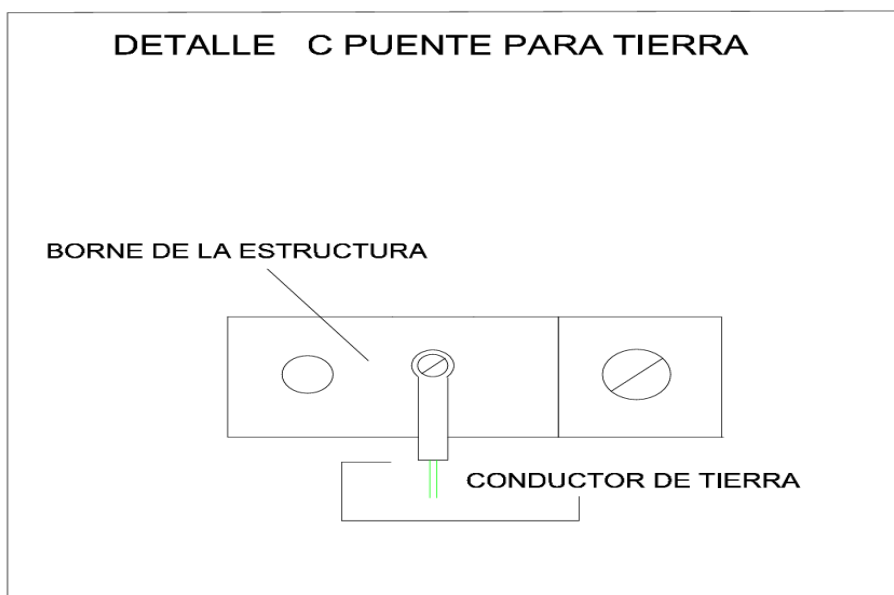


***Imagen 3.48** Colocación correcta DETALLE A, conexión de tierras para tableros de control*

Como último, se puede observar los detalles para su conexiones para su instalación correcta, esto ayudo a los técnicos para no tener error de conexión, se muestra en la imágenes 3.49 y 3.50.



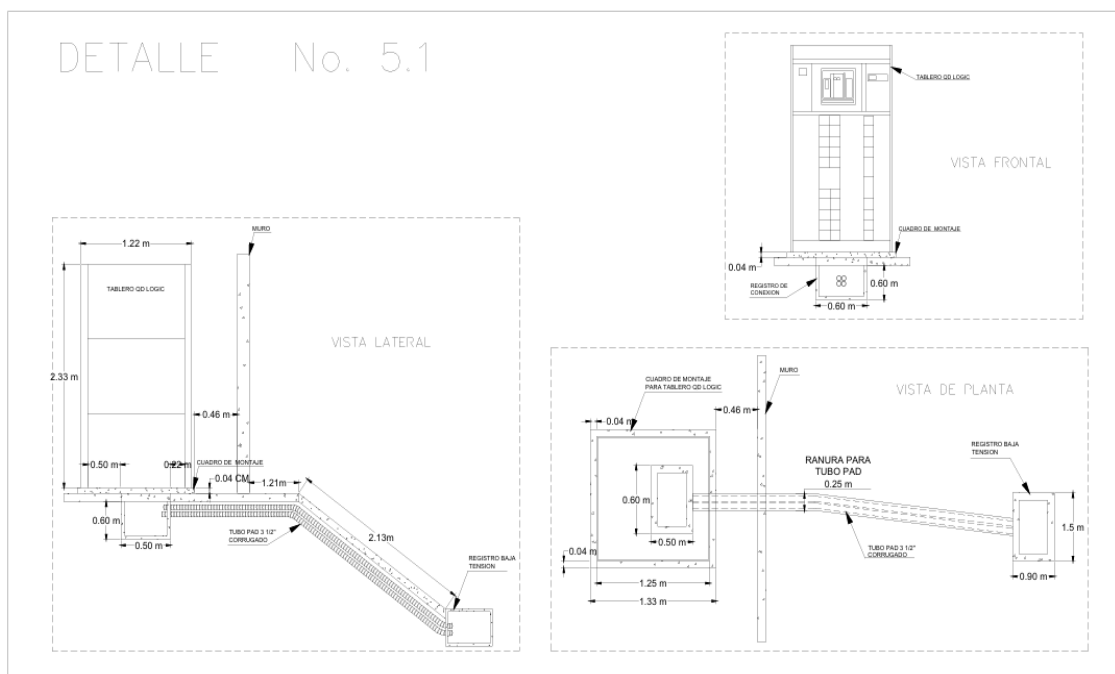
*Imagen 3.49 Detalle B puente seccionador de tierras*



*Imagen 3.50 Detalle C puente para tierras*

### 3.6 Diseño y planos para el montaje tablero principal

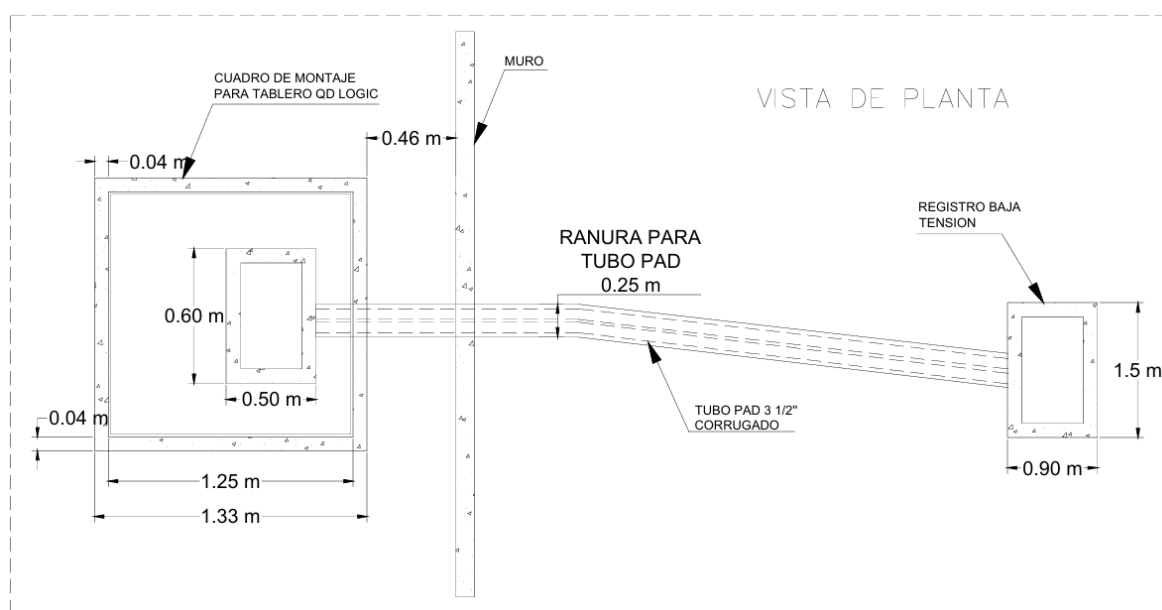
Para el desarrollo de este tema, se comienza con la realización de medidas, ya que como se mencionó al comienzo, se había realizado un cambio de la puerta inicial, lo cual las medidas debían ser exactas, para no generar conflictos. Como consiguiente se muestra en la imagen 3.51 se muestran los planos generales del tablero Q Dlogic , en este caso fue en que se utilizó conforme con las cargas de trabajo.



**Imagen 3.51** Plano general detalle Numero 5.1 Conexión subterránea de tablero QD LOGIC

Para que el montaje fuera exitoso, primero definido el posicionamiento del mismo tablero de acuerdo a la instalación eléctrica y el transformador, lo cual se comenzó realizando la estructura para colocar el tablero principal ya que la tubería será subterránea, lo cual también el equipo se requiere este tipo de estructura. como se muestra en la imagen siguiente así se vera la base con la tubería subterránea.

En la imagen 3.52 se muestra por donde estaría pasando la tubería y sus medias y cuadro de montaje la colocar el tablero



*Imagen 3.52 Conexión de tablero QD Logic, vista planta, ejecución de registro y cuadro de montaje*

En la siguiente imagen 3.53 se muestra cómo se realiza la conexión subterránea del tubo tipo pad (corrugado) para su conexión, que se visualizó en la imagen 3.52



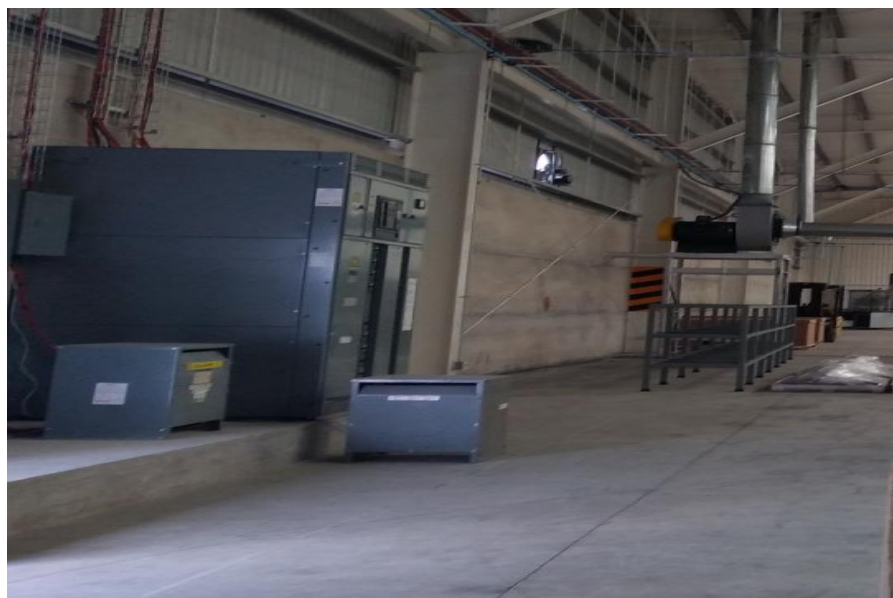
*Imagen 3.53 Excavación para tuberías subterráneas de transformador y tablero QD Logic*

En la imagen 3.54 se muestra el antes y en la imagen 3.55 después de la conexión de tablero principal con su estructura de pavimento para este equipo



*Imagen 3.54 Tablero QD logic,*

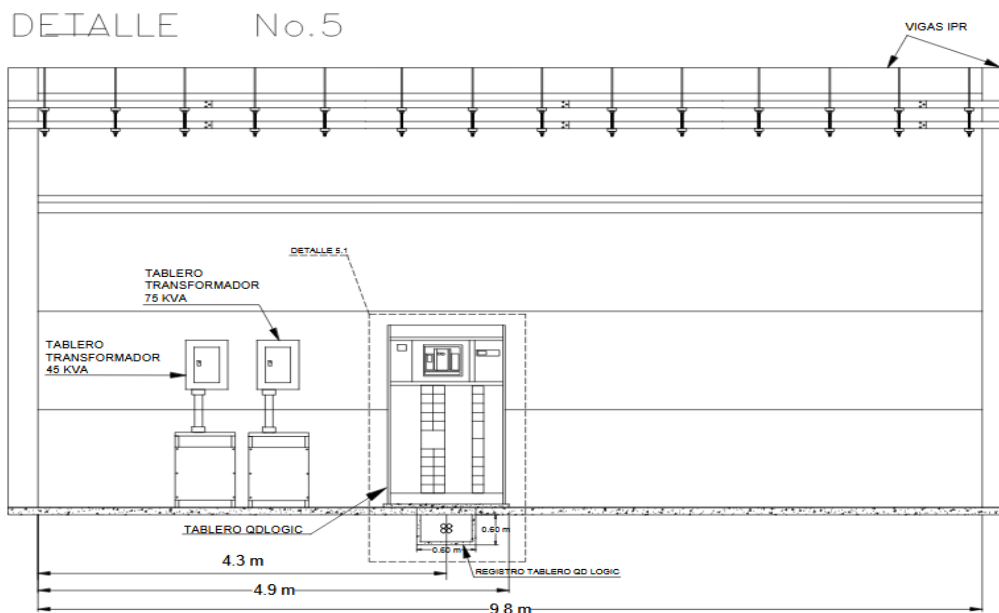
Para finalizar. Se observar la base del equipo y sus transformadores, ya finalizado



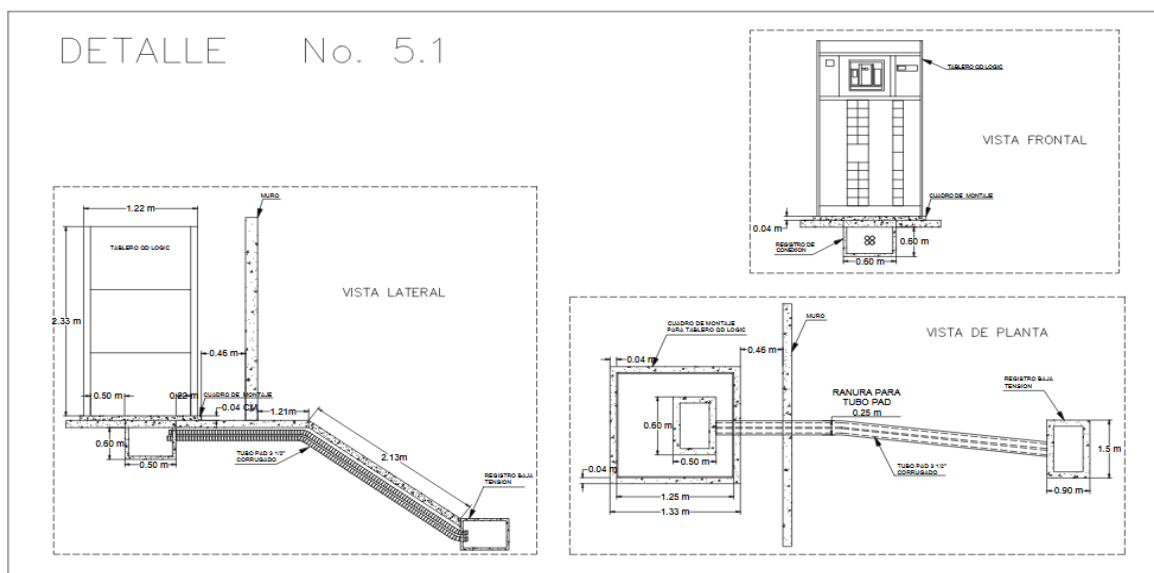
*Imagen 3.55 Ejecución de detalle Numero 5.1 Conexión subterránea de tablero QD LOGIC*

### 3.6.1 Plano general

En las imágenes 3.56 y 3.57 se muestra el detalle número 5 y detalle 5.1 de los planos generales del equipo en general, con vista lateral, frontal y vista planta. Para su mejor desarrollo.



**Imagen 3.56** Detalle número 5, colocación e instalación de tablero QD logic y tableros para transformadores de capacidades pequeñas



**Imagen 3.57** Detalle número 5.1 Vistas frontal, vista planta, vista lateral de la instalación de tablero principal

### 3.7 Supervisión y diseño de planos para el montaje del transformador principal

Para detallar este tema y desarrollar primero se debe de tomar en cuenta los siguientes puntos a mencionar, para que pueda ser concluido los planos a realizar con un diseño de la instalación de este tema. Como consiguiente se comienza con los siguientes puntos.

1. Ubicación del tablero QDLOGIC principal para la colocación del transformador principal
2. Diseño de tuberías subterráneas y medidas
3. Análisis de su ubicación
4. Análisis de dique para el tipo de transformador
5. Se tomaron medidas en metros para saber dónde será colocada la tubería subterránea y donde estaría ubicado el registro de los cables.
6. Supervisión del montaje del mismo y revisión de planos
- 7.

En la imagen 3.58 se muestra el transformador con el cual se trabajará para este proyecto.



*Imagen 3.58 Transformador principal capacidad 1000 kVA*

Para acentuar el punto se debe de conocer las especificaciones o la hoja de especificaciones del transformador, el cual se va manipular. En dicha hoja debe de contener medidas, voltaje a trabajar y tipo de transformador para realizar una pequeña investigación de su instalación y así tener un diseño del equipo correspondiente a dicho componente

En la imagen 3.59 se muestran las especificaciones del tipo de transformador, con el que se trabajara y se alimentara los equipos.



*Imagen 3.59 Especificaciones y tabla de datos del transformador a trabajar.*

La manipulación del equipo de debe de tomar en cuenta lo siguiente:

Tener un adecuado manejo de transformador trifásico tipo pedestal, se debe de manipular con dispositivos de izaje u orejas de levante adecuadas para su manipulación con grúa y con material tipo estrobo de fibra para las cadenas para proteger el recubrimiento que contiene el transformador y a si no general corrosión.

#### Nota importante de una mala manipulación

Por ninguna razón haga palanca apoyándose del gabinete o sobre los radiadores para intentar deslizarlo o levantarlo ya que esta estructura no está diseñada para ser sometida a este tipo de esfuerzo y pueden presentarse fugas de aceite o deformaciones.

### 3.7.1 Precauciones de seguridad

1.- No levante no traslade un transformador sin equipo apropiado ni personal experimentado. En algunos transformadores de distribución de mayor capacidad se proveen dispositivos de elevación en el conjunto de núcleo y bobinas.

2.- No instale el transformador hasta que se haya realizado una inspección completa.

3.- Utilice únicamente terminales para conexiones eléctricas. Se recomienda conectores flexibles para las conexiones en barras colectoras. Las terminales del transformador no están diseñadas para soportar el peso del cableado de alimentación o de carga.

4.- Las conexiones solo deben realizarse siguiendo el diagrama de placas de identificación o de diagramas de conexión.

5.- Asegúrese de que toda la energía este desconectada y que todos los embobinados este conectados a tierra, antes de iniciar cualquier trabajo en un transformador o adentro del panel de control.

6.- Precauciones de traslado del transformador.

Para evitar daños al transformador o a la persona, ningún componente (tuberías, válvulas, radiadores, ventiladores) deberán ser utilizado para al realizar el traslado del transformador. Debido a que las superficies pueden estar resbalosas, se deberá tomar precaución mientras se trabaje en la parte superior del transformador

7.- Indicación de nivel de líquido

Bajo nivel de aceite puede causar fallas eléctricas internas. No drene el transformador mientras este energizado. La muestra de aceite puede ser obtenida de la válvula de drenaje y muestreo mientras el transformador este energizado.

### 3.7.2 Maniobras

Ya mencionado los puntos anteriores, se continua con el traslado del equipo que se realizó de estado de Veracruz al estado de Tlaxcala y posteriormente se manipulo de un lugar al otro para su resguardo en lo que se finalizaba el montaje del tablero principal.

Este tipo de transformador bajo la hoja de especificaciones debe de ser manipulado por las cuatro ojeras en la posición vertical, este tipo de equipo no se recomienda realizar maniobras manualmente ya que puede ocasionarse un problema físicamente o dañar el equipo.

Las orejas de izaje están diseñadas para permitir el izaje con el Angulo máximo de 30° entre la eslinga y la vertical. Para izajes con ángulos mayores 30° respecto a las verticales, debe de usarse una barra de extensión para el levantamiento vertical, entre las eslingas

En la imagen 3.60 se muestra el equipo que se ubicó en su lugar plano lo cual por las especificaciones se colocó en huacales y se retiro los huacales de madera que contiene y las tarimas de embarque que contiene

ubicado en su lugar, deben retirarse los huacales de madera y las tarimas de embarque.



*Imagen 3.60 Transformador principal*

#### Precaución de manipulación

Las orejas de izaje de la tapa deben ser usadas solamente para levantar la tapa de forma individual. Nunca se deberá usar las orejas de la tapa para izar el trasformador completo

El izajer deberá ser de las cuatro ojeras para evitar daños al trasformador.

No se debe levantar el trasformador con gatos en las válvulas de drenaje, conexiones de tuberías ni radiadores

### 3.7.3 Inspección del transformador y almacenamiento

Posteriormente después de saber cómo se manipula el transformador al momento de su llegada es de vital importancia verificar que el equipo se encuentre en las condiciones correctas ya que durante el traslado corre el riesgo de sufrir algún daño. Ya que el transformador es sometido a un estricto control de calidad y son probados por fábrica, si contiene algún daño esto puede perjudicar hasta la instalación eléctrica de toda la nave. Lo cual se recomienda una revisión con los siguientes puntos:

- Revisión de datos de fábrica
- Número de serie
- Capacidad
- Tensiones secundarias
- Número de fases
- Conexiones
- No daños en la estructura
- Huecos extraños en la estructura
- Corrosión en las terminales

Como el equipo no será instalado en el momento de su llegada se resguardará por un tiempo en lo que se continúa con la canalización de la instalación y de los equipos finales, para ello se debe de tomar en cuenta los siguientes puntos en el almacenamiento del equipo

- Resguardar en una superficie plana y nivelada
- Evitar que se encuentre en presencia de vapores o gases, como cloro y azufre.
- Las refacciones que contiene el transformador deben de estar en un lugar seco y limpio
- Por ningún motivo se debe de colocar un transformador encima del otro para su almacenamiento.

### 3.7.4 Diseño de la instalación del transformador principal.

El diseño de la instalación y montaje del transformador principal se realizaron las medidas y se especificó, la ubicación exacta de la colocación de cada componente, lo cual se muestra con detalle en la imagen 3.61. En lo que se realizó el diseño el transformador se mantuvo resguardado. cómo se mostró en la figura 3.60

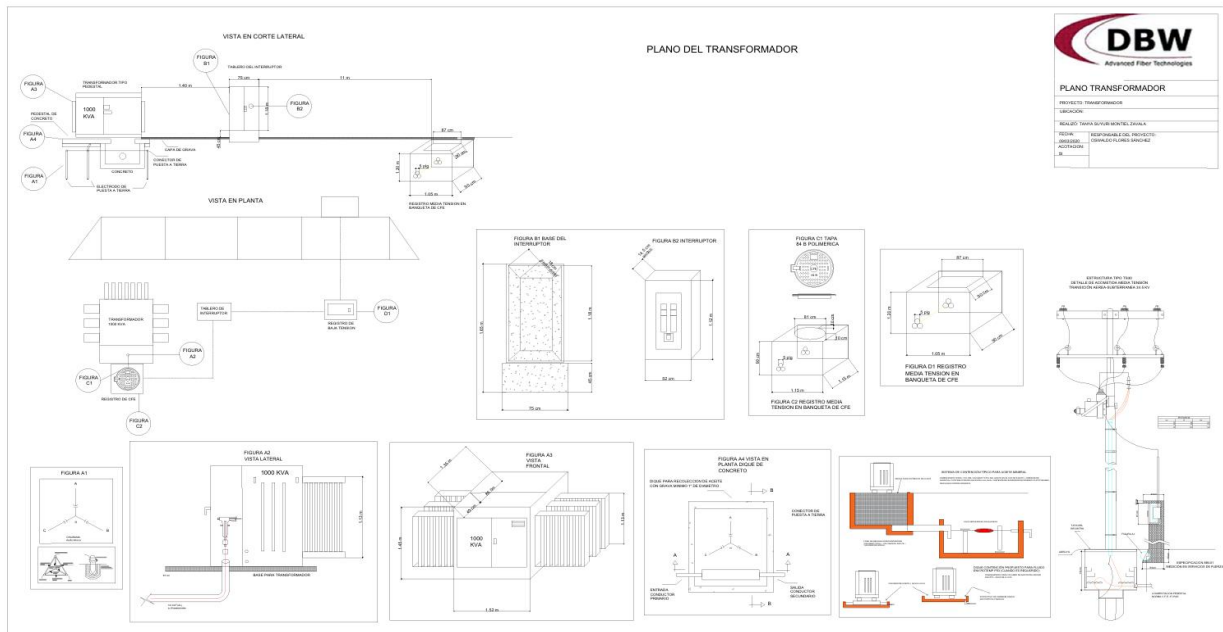


Imagen 3.61 Plano general de instalación de transformador principal

Como primer punto se tiene la imagen frontal del transformador. Con sus dimensiones especificadas. Como se muestra en la imagen 3.62

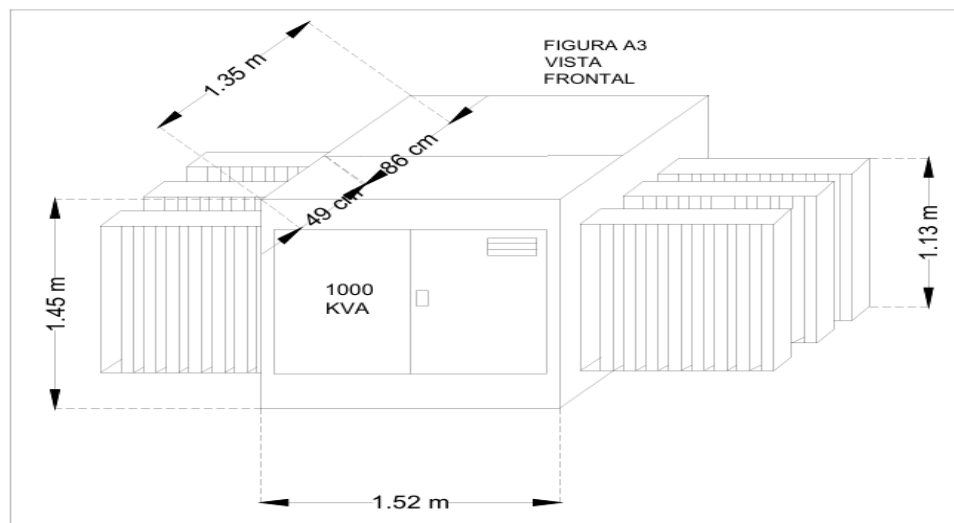
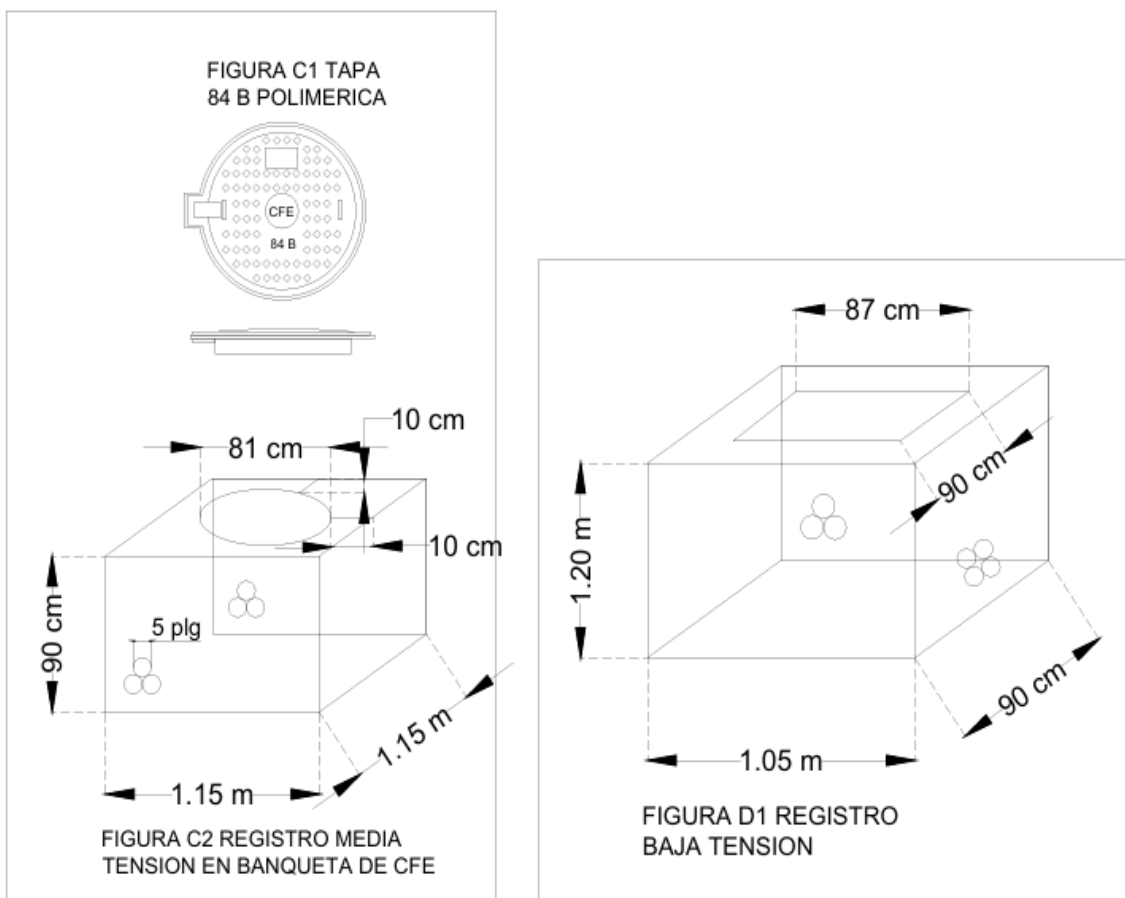


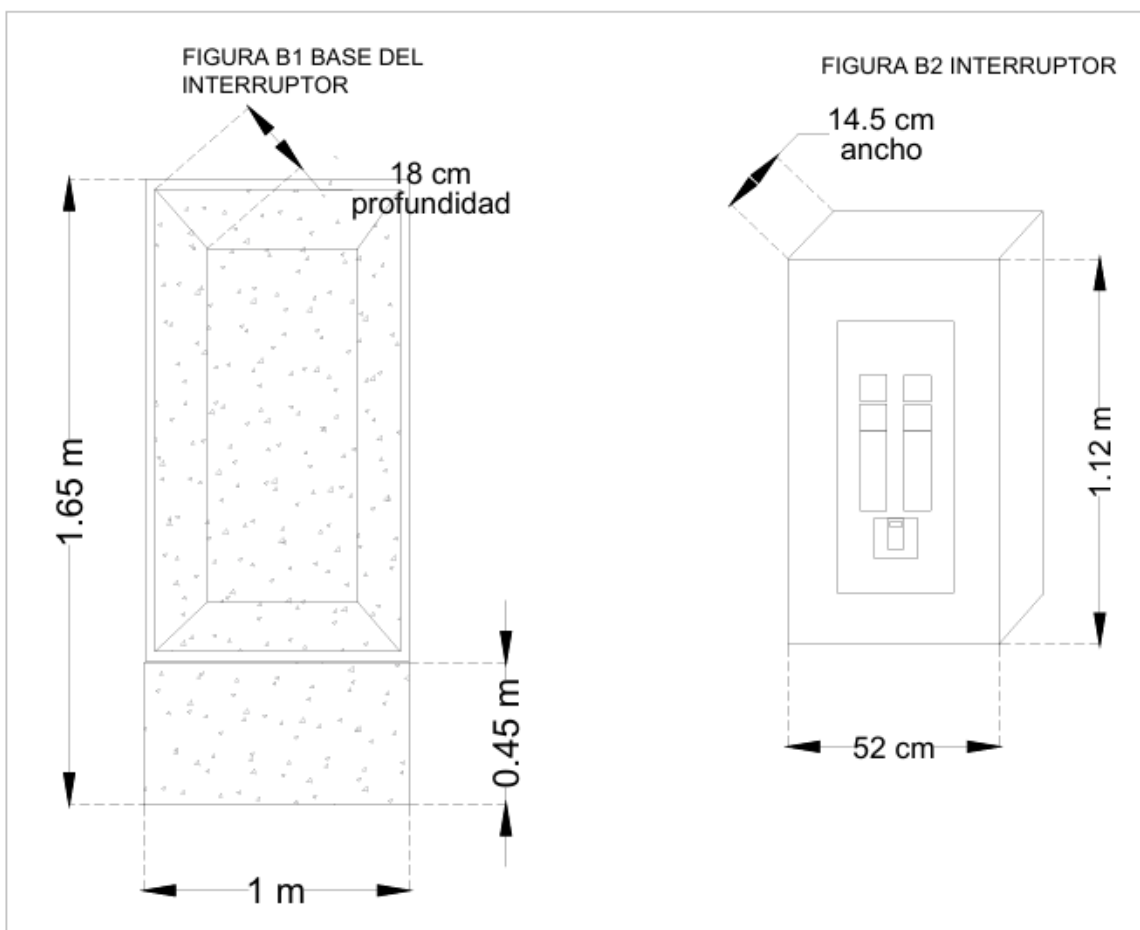
Imagen 3.62 Plano vista frontal de transformador principal

Posterior mente se toma en cuenta como estará diseñaba a la tubería y los elementos para la tubería subterránea y el registro de la instalación con las dimensiones especificadas como se muestra en la imagen 3.63.



*Imagen 3.63 Detalles de registros para instalación de transformador principal*

Para continuar con las especificaciones del equipo se tiene un diagrama pequeño de los interruptores que contiene el transformador principal como se muestra en la imagen 3.64.

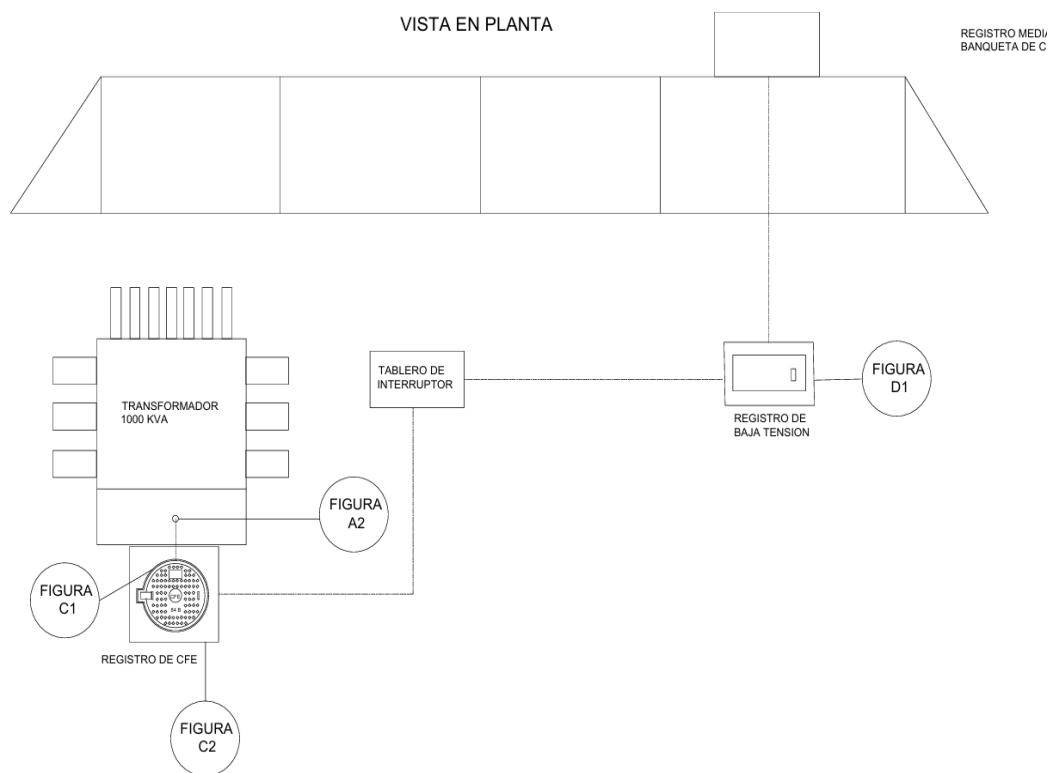


*Imagen 3.64 Planos de la base del interruptor para transformador*

Después de conocer todos los elementos importantes para su diseño e montaje del transformador se comienza con las vistas, con todos los elementos mencionados con anterioridad. Lo cual estas vistas son importantes para que las personas a montar el equipo la tubería, los registros y sobre todo que se instale de manera adecuada, ya que se trabajara en conjunto.

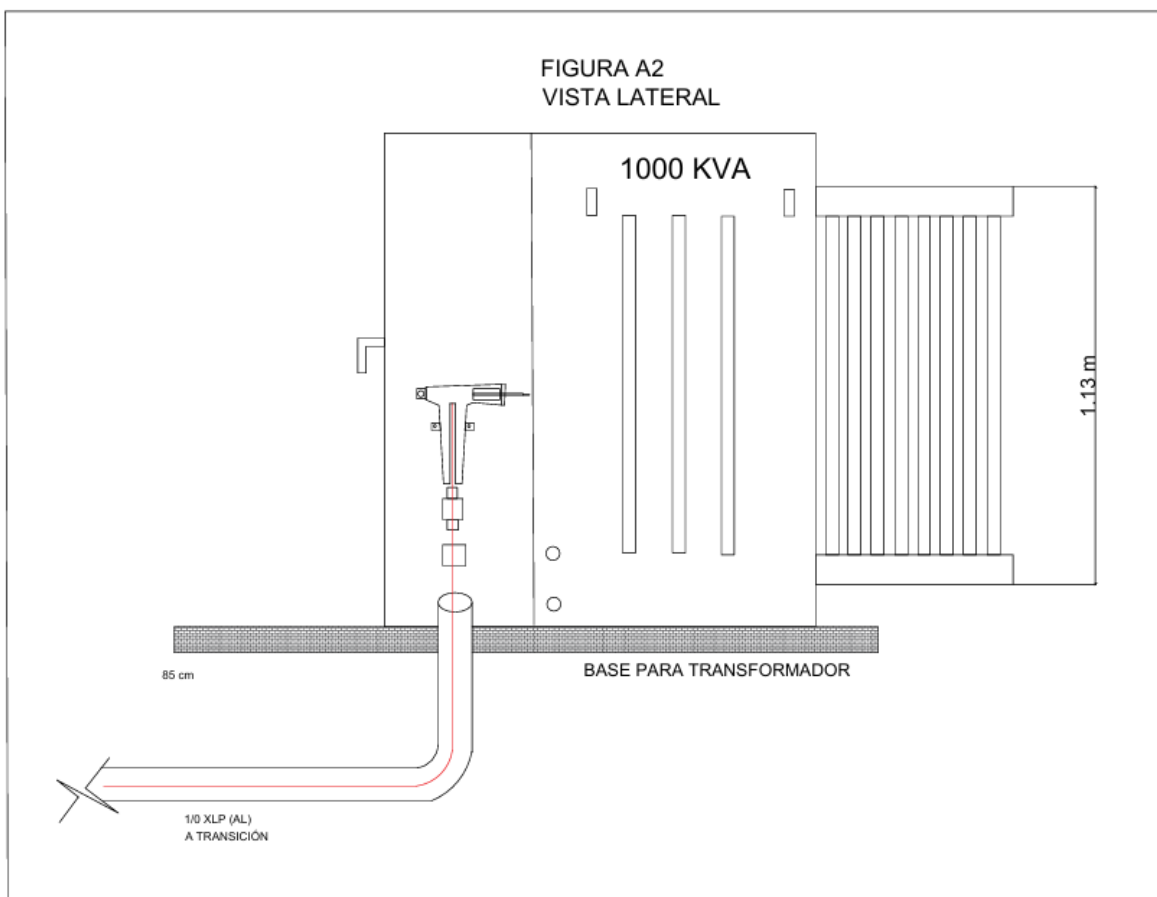
[illegible]

En la imagen 3.66 se muestra la vista lateral detallada de la conexión del transformador, con su registro y en que posición se encuentra la banqueta y a que distancia será colocados sus componentes



pág. 118

En la imagen 3.67 se muestra la vista lateral de solo el transformador y como será colocado la tubería y para su conexión del transformador hacia el tablero de control



**Imagen 3.67** Vista lateral de transformador y base para colocación.

### 3.7.5 Preparación de puesta a servicio

Después de realizar su diseño de la instalación e ubicaciones de todos los componentes para su instalación eléctrica, ahora si se traslada el transformador del taller a la nave para su instalación. Como consecuente de que se mantuvo el equipo almacenado se realiza nuevamente una inspección pequeña del equipo, antes de conectar el equipo:

- 1) El equipo se debe de mantener montado en un base de madera ya que el terreno no ser completamente plano
- 2) Verificar que el transformador cuente con la llave de apertura del gabinete, que las puertas se puedan abrir y que el sistema de bloqueo opere correctamente
- 3) Verificar que los accesorios se encuentren completos y que las terminales estén en buen estado y que no contenga fugas de aceite
- 4) Verificar que tanto no contenga abolladuras o golpes en el tanque o radiadores
- 5) Verificar que no contenga manchas de aceite por ningún lado

Para continuar con la puesta al servicio del equipo se realiza una inspección del terreno y si las medidas están a acorde con los registros y las tuberías que se sacaron inicialmente y que las distancias mencionadas conforme a la base sean las adecuadas como se muestra en la imagen 3.68, se muestra el terreno donde se realizara la excavación para el registro y tuberías



*Imagen 3.68 Terreno en donde se meterá máquina para realizar conexiones subterráneas*

Como se muestra en la imagen 3.69 se mantiene una inspección constante al momento de la excavación. Para que la estructura quede conforme al plano



*Imagen 3.69 Montaje de transformador y tuberías de conexiones*

Posteriormente se revisa que los niveles y que la conexiones se hayan instalado adecuadamente y que el dique este bien anivelado para la colocación del transformador como se muestra en la imagen 3.70.



*Imagen 3.70 Base y registro para montaje de transformador, colocado base al plano general*

Posteriormente que la estructura se haya realizado se realiza la revisión de medida del dique que las medidas sean las adecuadas y que tenga un nivel adecuado, bajo el plano principal, revisando que las tuberías corrugadas coincidan con todas las entradas y sobre todo que coincida con la entrada del tablero para su alimentación, ya que a veces unos centímetros pueden hacer la diferencia, así atrasado el trabajo.

Verificando los puntos anteriores se deja secar la estructura para posteriormente realizar el montaje del transformador.

Cuando la estructura se mantenga completamente seca se realiza la colocación del transformador como se muestra en la imagen 3.71.



*Imagen 3.71 Montaje de transformador a base y conexión.*

Esta estructura realizada debe de ser completamente lisa y nivelada, lo suficientemente fuerte para soportar el peso de este equipo. La unidad debe de soportar el peso y no debe de tener una inclinación en ninguna dirección o más de  $1.5^\circ$ , permitida lo cual se realiza otra inspección con un nivelador para la corroboración de este dato ya que estas desviaciones en el nivel de aceite pueden aumentar la posibilidad de falla disruptiva

Cuando sea instalado a la base se debe de revisar que tenga una manipulación lo suficientemente libre para poder apertura las puertas del gabinete del transformador, las cuales deben de alcanzar un Angulo mayor de  $135^\circ$ . Como dato importante y sobre todo puesto en práctica el equipo no debe de estar instalado en lugares transitado por peatones o rutas peatonales obligadas

Para continuar con la puesta a servicio se debe de tomar en cuenta ciertos puntos o datos importantes a las conexiones, las cuales se debe de revisar que las puntas deben de estar lo suficientemente largas para permitir su extracción y contracción. Es muy importante verificar que las conexiones queden bien apretadas para evitar que se generen puntos calientes, o que por efecto de las vibraciones propias del transformador las terminales pudieran desconectarse del transformador con repercusiones peligrosas.

### Precauciones importantes

No hacer conexiones que no estén autorizadas por el fabricante o indicadas en la placa de las características

#### 3.7.5.1 Conexiones en baja tensión

Para conectar los cables de baja tensión se debe de proceder de la siguiente manera.

Identifique la acometida (conductor) del calibre que va a conectarse a las terminales de baja tensión.

La longitud del conductor que se utilizara debe tener la longitud suficiente para que no realice una tensión sobre a las terminales de baja al efectuar la conexión al transformador, por lo tanto, debe tener precaución de que el conductor sea cortado a la medida justa. Como se muestra en la imagen 3.72, se puede observar el corte del conductor a utilizar.



*Imagen 3.72 Longitud de cable para conexión de transformador*

Remueva el aislamiento del cable en la dimisión exacta y estañe preferiblemente la punta del cable antes de

Forre las terminales de baja tensión con cinta aislante auto fundente para garantizar que la instalación quede de frente y así evitar accidentes para las personas que operen el equipo.

### 3.7.5.2 *Conexión de alta tensión.*

Para la conexión de alta tensión se conecta el cable de media tensión al transformador, lo cual es importante que se identifique las fases por colores tanto en la red como en las terminales de alta tensión.

Se debe cerciorar que los accesorios premoldeados estén bien ajustados y que sea del calibre del conductor que se va a utilizar.

Para la conexión en alta tensión se debe tener en cuenta el funcionamiento de los accesorios y que los cables de alimentación deben de entrar por la parte inferior, a nivel subterráneo como se muestra en la imagen 3.73.



*Imagen 3.73 Conexión de alta tensión para transformador*

Verificar que todas las conexiones a tierra estén rígidamente aseguradas y que la resistencia óhmica a tierra este de acuerdo a las exigencias de la electrificadora respectivamente. Esto es vital para la seguridad de las personas y la operación de los equipos.

#### Nota importante

Asegurar que todas las conexiones queden bien ajustadas. Una conexión floja producirá recalentamiento carbonizado por la parte afectada, que esta podrá causar la falla de la conexión o el equipo

### 3.7.5.3 Inspección de instalación de los electrodos de puesta a tierra

Para realizar una evaluación de subsuelo para el montaje de sistema de tierras se debe de verificar las condiciones climáticas, en las cuales se trabajara, utilizar los elementos de seguridad necesarios, para la medición de la resistencia a tierras se debe de utilizar un instrumento que especula o medidor de resistencia de tierra, este paso es importante para realizar una puesta a tierra correcta la cual se encargaron un equipo especialidad para este tipo de trabajo, lo cual se entregara un informe de datos para proceder con la instalación de puesta a tierra del trasformador

Para la inspección de la instalación de los electrodos de puesta a tierra, conforme al informe mencionado con anterioridad se procede a hacer la estructura para la instalación de electrodos, la cual este informe nos muestra qué tipo de varillas se utilizarán y como será su conexión. La cual se realiza un modelo sencillo para agregarse en el plano del trasformador, en conjunto con el informe de evaluación de subsuelo. Como se muestra en la imagen 3.74 se muestra la forma correcta de conexión del dique de concreto y la conexión en estrella de las varillas o electrodos para un sistema de tierra adecuado para este equipo.

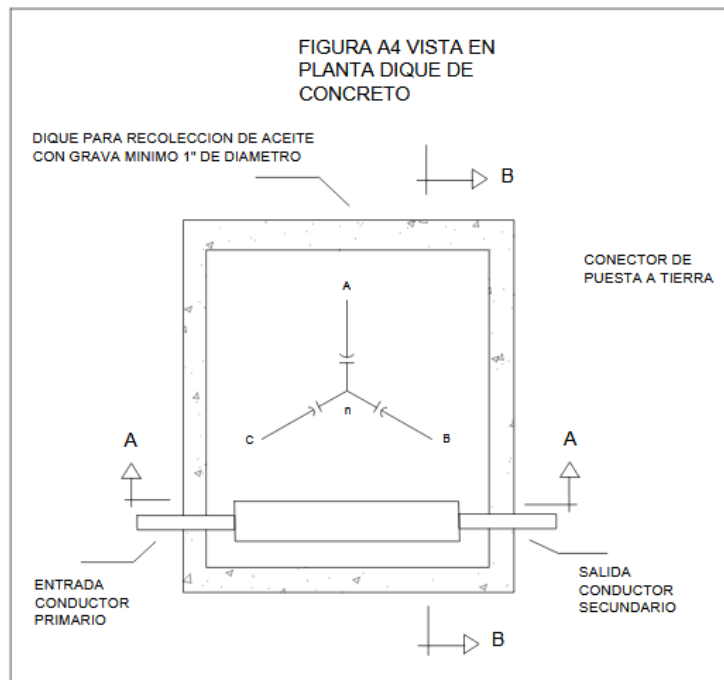


Imagen 3.74 Vista en planta de dique de concreto

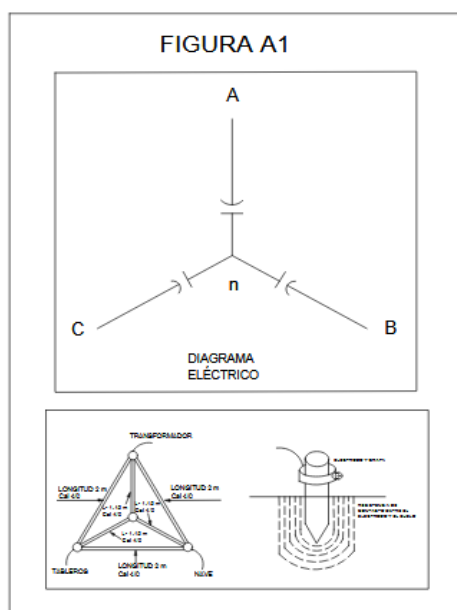
Par realizar el modelo anterior se comienza con la unión de los electrodos donde se debe de conectar en un ángulo de  $45^\circ$  con respecto a la vertical cumpliendo con una profundidad de entierro de 0.76 metros como lo menciona el informe.

Se realizo la unión de medio de la estrella donde solo se realiza un proceso de fundición para unir los dos electrodos o varillas como se muestra en la imagen 3.75.



*Imagen 3.75 Conexión de electrodos*

Por motivos de privacidad de la empresa no se pudo concluir esta actividad ya que la empresa contrato a su personal para esta actividad. Por lo cual solo se realizó el plano general de la ubicación del trasformador principal y larga distancia dicha actividad. Tomando en cuenta que solo se cómo se realizó las uniones de las varillas para concluir la actividad anterior. En la imagen 3.76 se muestra el diagrama de conexión de los electrodos.



*Imagen 3.76 Plano de conexión para electrodos*

### 3.8 Acondicionamiento de los hornos eléctricos

En el acondicionamiento de los hornos eléctricos, como objetivo principal de ello es la mezcla de resina y fibra de vidrio la cual pasa por altas temperaturas con un método de aire caliente y así formar una mezcla homogénea

La superficie donde se instalarán los hornos es de 18.5 m de ancho con largo de 19.5 m para la instalación de 13 hornos eléctricos, distribuido en una sola planta (planta baja) en el área de los hornos eléctricos es necesario situar un sistema de ventilación para la expulsión de gases. Como se muestra en la imagen 3.77 se observa el estado de llegada de los equipos.



*Imagen 3.77 Estructura de horno eléctrico (para su habilitación)*

Para el acondicionamiento de los hornos eléctricos se debe de realizar una investigación y cómo funcionan todos los componentes eléctricos para su acondicionamiento y sobre todo para el montaje. Ya que se tiene que realizar su montaje

### 3.8.1 Capacidad

El horno eléctrico está diseñado exclusivamente para expulsar aire caliente en la parte interior del horno, formando una mezcla completamente homogénea entre la resina y la fibra de vidrio este proceso es muy importante ya que no debe de tener ningún tipo de aire la pieza para que pueda realizar su función, estas piezas son aislantes de calor y de ruido.

### 3.8.2 Temperatura de trabajo

Las temperaturas que se alcanzan en el interior de un horno durante el proceso de formación de las piezas de aislantes deben ser entre 1200°C en este punto de temperatura es cuando la resina y la fibra de vidrio se suaviza haciendo que la pieza tome la forma del molde y que la mezcla se complemente entre sí.

Como se muestra en la siguiente imagen 3.78 se muestra la cámara principal donde se calienta la mezcla



*Imagen 3.78 Visualización de mezclas de fibras de vidrio*

### 3.8.3 Energía calorífica

Como primer método es saber la constitución del horno eléctrico. Ya que este es utilizado por energía calorífica de tipo eléctrica para su alimentación de los hornos y energía química para el método de mezclado de resinas, como el método de explosión de aire caliente para su mezclado de dicho material.

Para saber más sobre el proceso de dichas energías, se muestra la imagen 3.79 se muestra el sistema de tuberías que funciona como intercambiador de calor, donde sale aire caliente (inyectado), que inyecta al horno eléctrico, cumpliendo con su función de calentamiento alcanzando temperaturas muy altas para dicho mezclado



*Imagen 3.79 Elementos para restructuración y conexión de los hornos eléctricos*

#### 3.8.4 Cámara principal

La cámara principal. Es donde se tiene lugar a la combustión principal lo cual en donde se embonarán los moldes las cuales se colocan en esa cámara y se les agregara calor, están prediseñadas para los dichos moldes.

Las cámaras principales se pueden reconocer por la forma rectangular y con el techo en forma de chimenea para la expulsión de gases. En unos de los extremos de menos anchura se ubica un orificio también rectangular, de dos grandes dimensiones, en donde se colocará la compuerta de entrada. En el extremo opuesto, se ubica un agujero circular a media altura que servirá para acoplar el quemador principal. A la salida de este es donde se produce la chispa con las resistencias eléctricas para comenzar con el proceso.

Como se muestra en la imagen 3.80 encontramos la cámara principal



*Imagen 3.80 Cámara principal de hornos eléctricos*

Además, se colocar un tubo que sirve de entrada de gases calientes procedentes de la chimenea que permiten redirigir el flujo para una combustión optima de la carga, servir viendo también para mantener la temperatura constante durante el proceso de las piezas.

Finalmente, un puerto de trasferencia permitiente el paso de los gases de desechos producidos a la cámara secundaria, este puerto está formado por varios orificios rectangulares. Situados en la parte de abajo donde serán conectados a la cámara secundaria.

### 3.8.5 Cámara secundaria

La cámara secundaria es donde tiene lugar la combustión principal y se genera el aire caliente. Donde se puede observar en la imagen 3.81 está aislado por fibra de vidrio para que el calor se mantenga por dentro de la cámara principal y no haya transferencia de calor entre el exterior y el interior, en el acondicionamiento de los hornos eléctricos se realizó una inspección simple y se arreglaron algunas tuberías ya que fueron cortadas para su traslado exitosos de la fábrica.



*Imagen 3.81 Cámara secundaria desmontada*

El funcionamiento principal de la cámara principal es por el puerto de transferencia y desciende al interior de la zona de combustión secundaria, la cual cuenta con su propio quemador. Aquí se lleva a cabo la combustión completa y la depuración de los gases, garantizando una permanencia de los gases en la cámara durante un mínimo de 3 segundos y a una temperatura de al menos 1200° C gracias a la acción del quemador, la cámara secundaria esta diseñada con un volumen considerador para que este ubicada a lado de la cámara principal, por lo que los gases van de un lado al otro durante la postcombustión, el principal paso se sitúa a lado de la cámara principal, en un lateral de la misma y de ahí los gases pasan al siguiente paso situado justo debajo, para después avanzar por debajo de la cámara hasta llegar al extremo opuesto, donde se sitúa la salida.

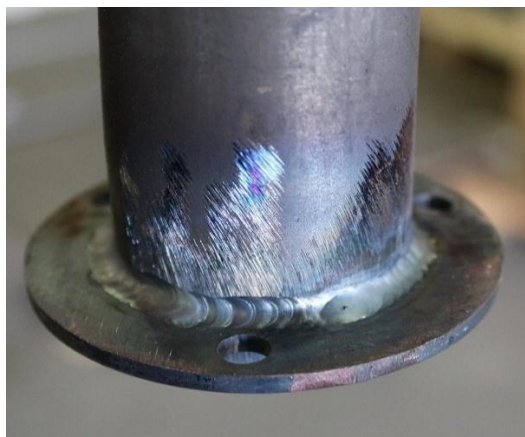
El propósito de la cámara secundaria es conseguir la post- combustión de los gases que salen de la cámara principal, esto es la combustión completa. De esta manera todos los gases y olores generados durante el proceso son eliminados. Esto permite el no genere contaminación interior mejorando las condiciones de trabajo.

En la imagen 3.82 se muestra las tuberías las cuales se realizara una restauración de las tuberías de la cámara secundaria, se realiza una limpieza de la escoria que contenía, se revisaron las piezas y se realizaron reconexiones de todas las tuberías, con el método de soldadura por electrodo ya que es un método eficaz para la unión de dichos elementos por el tipo de material que fue fabricado esta tubería para esto se comienza por el método de soldadura por arco eléctrico



*Imagen 3.82 Tuberías sueltas sin instalar*

3.82 se muestran las tuberías en el estado que llegaron y la imagen 3.83 se muestran la tubería restaurada con soldadura y se realiza las reconexiones



*Imagen 3.83 Tuberías restauradas y soldadas para montaje*

En la imagen 3.84 se muestra las conexión final de tubería instalada, se comienza por el sistema de pintura y conexión.



*Imagen 3.84 Tuberías montadas para sus conexiones*

En la imagen 3.85 se muestra las tuberías completamente restauradas y su equipo de protección, que contiene un aislante con fibra de vidrio para que el calor no se traspase y cause quemaduras a la hora de realizar mantenimiento, también este sirve para que los gases expulsados no se dispersan por si, ay una fuga interna.



*Imagen 3.85 Conexión de tuberías y protecciones térmicas para hornos eléctricos*

### 3.8.6 Ventiladores de aire extractores

Para el sistema de ventilación para la extracción de gases, va tomando de la mano con los extractores montados, que permite facilitar el control de gases y expulsión de ellos correctamente.

Realizaron un sistema de ventilación integrado para su extracción de gases en la parte de la tolva o chimenea de los hornos eléctricos que permite facilitar el control de gases y una expulsión de ellos correctamente.

El sistema consiste en un conducto que aspira parte del gas que sale por la chimenea gracias a la acción del ventilador, este sistema está en serie ya que extrae los gases de cada horno.

Los gases y el aire aspirado se mezclan y son conducidos mediante un circuito con una cámara de control para su mejor extracción

Los extractores contienen una capacidad de y se muestran en la figura 3.86:



*Imagen 3.86 Extractores para acondicionamiento de hornos eléctricos*

Ambos ventiladores trabajan con un compresor conectados en serie, cada vez que detecten una gran cantidad de aire en la tubería se accionaran por medio del sistema de expulsión de gases, detectado los gases que se mantiene en la tubería y así se accionara y será expulsados correctamente. Los hornos contienen una chimenea por la parte de arriba lo cual se hará más factible la evacuación de gases.

En la siguiente imagen 3.87 se muestra el sistema de extracción de gases para una mejor ventilación



*Imagen 3.87 Conexión de extracción de gases y ventilación*

### *3.8.6.1 Montaje de la ventilación de los extractores*

Para el montaje de la ventilación de los extractores se realiza una base sólida donde se montarán los extractores.

Como se muestra en la siguiente imagen 3.88.



*Imagen 3.88 Montaje final de extractores.*

Como primer paso se saca las medidas para poder contar el material ya que. Debe de quedar por encima de las chimeneas de los hornos eléctricos para que pueda pasar la tubería para su extracción de cada uno de los hornos eléctricos. En la imagen 3.89 se muestra su procedimiento de ensamble.



*Imagen 3.89 Montaje y soldadura para base de extractor*

Lo cual este método de unión fue a base de soldadura por medio de electrodo, después de realizar las uniones pertinentes, para la estructura de la base de los extractores como se muestra en la imagen 3.90, se continua a pintar la estructura para tener una buena estética en ellos



*Imagen 3.90 base finalizada para extractor*

### 3.8.7 Tablero de control para hornos eléctricos

Para realizar las conexiones del tablero de control que se utiliza para el manejo de los hornos eléctrico se inspecciono todo el tablero y se realizó una lista de los componentes.

Para ponerlos a servicio se realizó una inspección de los equipos y si algunos estaban dañados se colocó en la lista de presupuesto y se comenzó con su montaje de cada uno de los componentes, a continuación, se coloca la lista de cada uno de los componentes

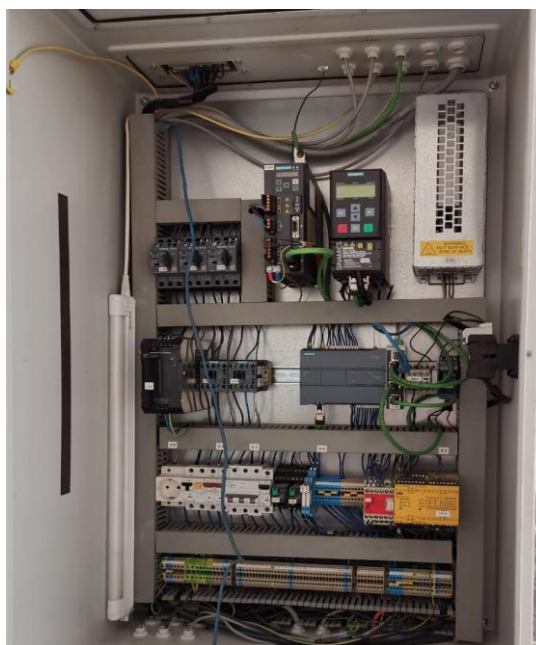
- Simatic HMI KTP 700 BASIC
- ABB (Botonera) MCB
- Válvula neumtica 3/4 N.A
- Ventilador
- Botonera simes A6
- Contactor
- Clemas de potencia
- Guarda motor
- Interruptor automático
- Fuente de alimentación
- Switch 5 calace x boo5
- S7-1200 Siemes
- Módulo de entradas
- Termostato RITTAL
- sinamic G120 basic operator panel bop-2
- Sinamics g10 pn,3
- Lamparas indicadoras WERMAN
- contactor AC3
- Relevador 3TX7114-5LC03
- Clemas de paso
- Clemas de tierra

Después de realizar el enlistado y verificar que ningún componente hacía falta se realizó el montaje de todo el sistema de control en los equipos o tablero de control de los hornos. En la siguiente imagen 3.91 se muestra un tablero de cómo está estructurado



*Imagen 3.91 Tablero de control de horno eléctrico*

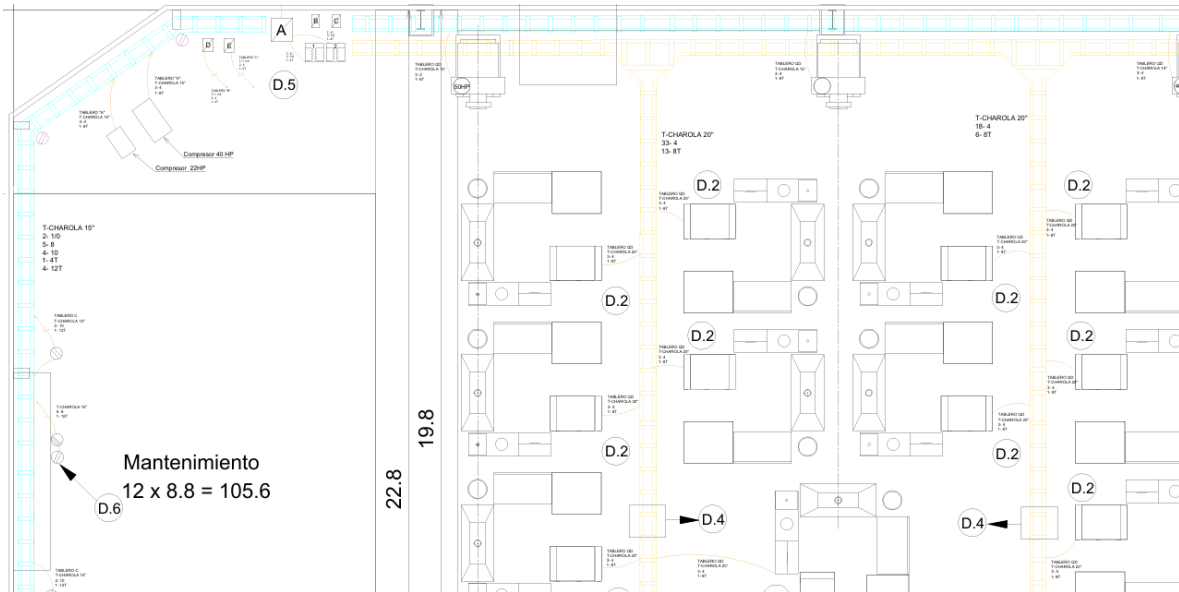
Este tablero es importante al momento de su conexión ya que ningún componente puede fallar ya que puede ocasionar un problema con los hornos y sobre todo con el calentamiento de las piezas. En la siguiente imagen 3.92 se muestra cómo se fueron conectados los equipos y su finalización de ellos



*Imagen 3.92 Conexión de componentes de tableros de control de hornos eléctricos*

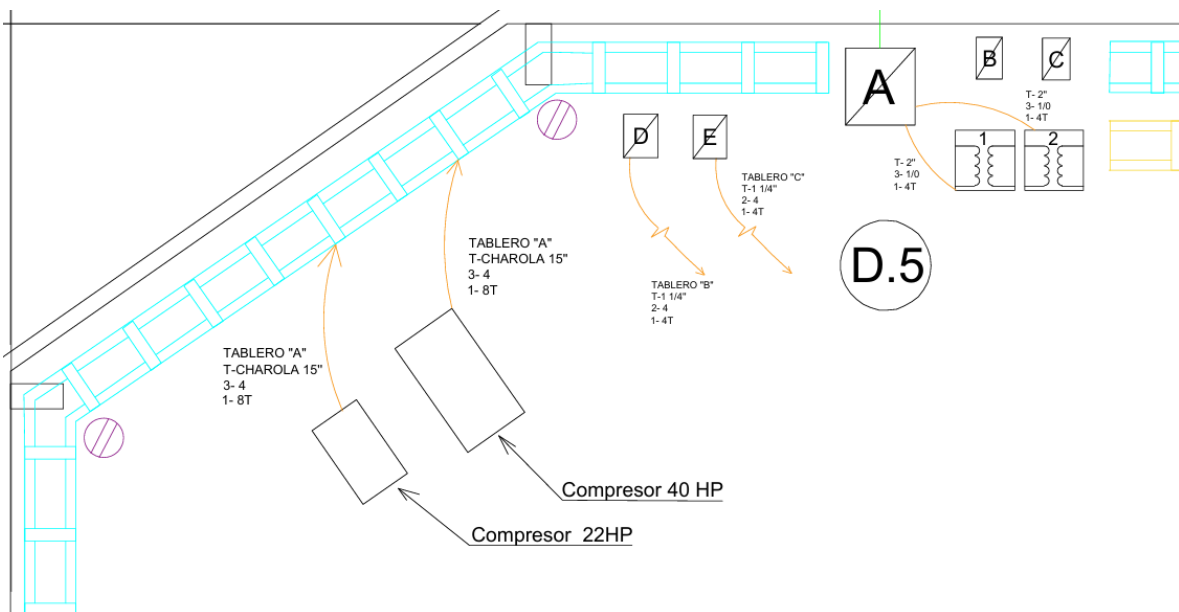
### 3.8.8 Planos de la estructura de los hornos eléctricos y posicionamiento

En la imagen 3.93 se muestra la ubicación de los hornos eléctricos y en que secuencia, serán acomodado alineados con los extractores, que se marca en línea punteada, para que la tubería de extracción de gases vaya en secuencia tipo serie



*Imagen 3.93 Plano de colocación de hornos eléctricos*

En la imagen 3.94 se muestra la ubicación exacta de los compresores



*Imagen 3.94 Ubicación de compresores para acondicionamiento de hornos eléctricos*

## 4 Resultados finales

Para finalizar y concluir el proyecto, se e concluyeron los planos generales de cada uno de los equipos expuestos anteriormente. Como resultado estos planos fueron entregados al cliente con una lista de presupuesto de todo el proyecto donde especulada lo siguiente.

- Planos generales de toda la planta
- Planos unifilares de cargas
- Planos del trasformador principal
- Planos de detalles de instalación eléctrica
- Estudio de cargas
- Presupuesto de recuperación de material

Todo esto se entregó al cliente después de que se haya energizado toda la planta y que haya estado funcionando al 100 en las siguientes imágenes se mostrara su antes y después de todos los componentes que se colocaron y que se restauraron y se instalaron. Realizando una exitosa energización

Como primer punto se observa la nave con el material al instalar como se muestra en la siguiente imagen 4.1, se muestra la planta en su inicio.



*Imagen 4.1 Maquinaria y equipos.*

En segundo término, se observa en la imagen 4.2 la canalización de toda la planta por donde bajaran los ramales para la conexión de los tableros de control de los hornos eléctricos y su posición final



*Imagen 4.2 Ubicación y limitaciones de los hornos eléctricos*

Como último punto se observa en la imagen 4.3 el funcionamiento y la operación en marcha, donde ya los trabajadores están operando sus hornos eléctricos con seguridad.



*Imagen 4.3 Canalización finalizada con conexiones de hornos eléctricos y operando*

En la imagen 4.4 se observan los equipos adicionales como texturizadores y embobinadoras, se verifica que estén conectadas correctamente y que operen al 100.



*Imagen 4.4 Conexión final de maquinaria*

En las imagen 4.5 se muestran los equipos conectados con sus respectivos ramales para realizar pruebas de energización de los equipos y que no presenten ninguna falla de conexión.



*Imagen 4.5 Conexión final de empacadoras*

Para el acondicionamiento de los hornos eléctricos se puede observar su cambio al inicio, que se puede observar en la imagen 4.6 en donde se observa que los componentes vienen desmontados y con exceso de óxido. Para esto se realiza una restauración como se muestra en la imagen 4.7



*Imagen 4.6 Conexiones en proceso hornos eléctricos*



*Imagen 4.7 Montaje de hornos eléctrico*

Se puede observar aquí la instalación completa de los hornos eléctricos con sus cámaras principales y secundarias en buen estado, como se muestra en la siguiente imagen 4.8



*Imagen 4.8 Conexión finales del montaje de hornos eléctricos*

La imagen 4.9 se muestra el sistema de ventilación o de aire acondicionado de la salida del aire o gases tóxicos de los hornos eléctricos, donde se observa su correcto funcionamiento.



*Imagen 4.9 Conexiones finales de acondicionamiento de hornos eléctricos*

En la imagen 4.10 se muestra el sistema de acondicionamiento de los hornos eléctricos funcionando correctamente con vista por la parte de afuera de la empresa, funcionando en optimas conexiones. Así como se muestra en la imagen 4.11 el sistema de acondicionamiento de salida de gases.



*Imagen 4.10 Conexión finales de montaje de hornos eléctricos con sus respectivos ramales*



*Imagen 4.11 Elementos de extracciones de gases*

## 5 Conclusiones

El presente trabajo consistió en el desarrollo de adaptación y diseño de una instalación eléctrica de una nave ordinaria a una nave equipada para un fabrica industrial con su acondicionamiento de los hornos eléctricos, ya que estos venían en partes para su traslado. Las conclusiones generales son las siguientes

Para el desarrollo y adaptación de nave se realizó distintas investigaciones nuevas para un estudiante ya que en el ámbito laboral es muy distinto todo los elementos con los cuales trabajaron, ya que los hornos son elementos que fueron fabricados para las capacidades y necesidades requeridas por la empresa, por lo tanto no se contaba con mucha información para su desglosamiento, cabe mencionar que con la ayuda de personas capacitadas se montó con éxito las cámaras principales, cámaras secundarias, ventiladores de aire, tableros de control y con una finalización de planos de la estructura de los hornos.

Como elemento principal se realizó el diseño de la instalación eléctrica para toda la nave, pero no solo se realizó el diseño, sino que también se incluyeron distintos elementos muy importantes para una instalación adecuada, lo cual fueron elementos adicionales y que también conlleva a una buena formación de una instalación eléctrica, como es una aprobación por la unidad verificadora y la conexión de una acometida de media tensión por los elementos de CFE. Lo cual amplía un mayor conocimiento de lo que es una instalación eléctrica, en ella se llevaron a cabo los puntos más importantes como la instalación de un transformador de una capacidad de 100 Kva y un tablero principal QD LOGIC con una serie de transformadores para tener un voltaje adecuado para dicha instalación y diagrama unifilares para un mejor entendimiento de dicha instalación, por concluyente se aprobaron todos los diseños y planos de la instalaciones eléctricas y de distintos elementos ya mencionados con lo cual se aprobó por la unidad verificadores, CFE y lo más importante que la empresa que nos contrató, teniendo un energización buena y funcional. Como dato importante para este proyecto, solo se concluyó la mitad de proyecto ya que algunas máquinas y elementos no habían llegado lo cual como objetivo principal al trabajar solo fue con una carga máxima de 436.7 Kw, para finalización del proyecto se tiene estipulado una carga total de 738.67 Kw, lo cual esa estará pronosticada para su finalización el diciembre del año en el que se realizo este proyecto, lo cual por motivos de contrato ya se formo parte de la continuación.

## 6 Bibliografías

- AGUSTO, C. A. (OCTUBRE de 2021). *CALOR ESPECIFICO Y TEMPERATURA Y FUSIÓN* . Obtenido de <https://es.scribd.com/document/541775036/Monografia-Hornos-Industriales>: <https://es.scribd.com/document/541775036/Monografia-Hornos-Industriales>
- BOYLESTAD, R. L. (2004). Introduccion al analisis de circuitos. En R. L. BOYLESTAD, *Introduccion al analisis de circuitos*. EDO, DE MEXICO: PERSON.
- CAMPERO, N. (1977). [https://www.academia.edu/39725236/Instalaciones\\_El%C3%A9ctricas\\_2da\\_Edici%C3%B3n\\_Neagu\\_Bratu\\_and\\_Eduardo\\_Campero](https://www.academia.edu/39725236/Instalaciones_El%C3%A9ctricas_2da_Edici%C3%B3n_Neagu_Bratu_and_Eduardo_Campero). Obtenido de INSTALACIONES ELECTRICAS, CONCEPTOS BASICOS Y DISEÑO 2A.EDICIÓN : [https://www.academia.edu/39725236/Instalaciones\\_El%C3%A9ctricas\\_2da\\_Edici%C3%B3n\\_Neagu\\_Bratu\\_and\\_Eduardo\\_Campero](https://www.academia.edu/39725236/Instalaciones_El%C3%A9ctricas_2da_Edici%C3%B3n_Neagu_Bratu_and_Eduardo_Campero)
- COLLAVINO, A. S. (2007). *DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS 4a EDICIÓN*. Obtenido de <https://www.studocu.com/es-ar/document/universidad-nacional-de-la-matanza/tecnicas-de-electricidad/disen-y-dimensionamiento-de-las-intalaciones-electricas-silvia-collavino-pdf/122202786>: <https://www.studocu.com/es-ar/document/universidad-nacional-de-la-matanza/tecnicas-de-electricidad/disen-y-dimensionamiento-de-las-intalaciones-electricas-silvia-collavino-pdf/122202786>
- JOSE LUIS SANZ SERRANO, J. C. (2009). TECNICAS Y PROCESOS EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EN MEDIA Y BAJA TENSION. En J. C. JOSE LUIS SANZ SERRANO, *INSTALACIONES ELECTROTECNICAS* (págs. PAGINA 2, A LA 5). MADRID, ESPAÑA: EDITORIAL DE ADQUISICIONES CARMEN LARA CARMONA 6TA EDICION.
- MANUEL CABELLO, M. S. (2014). INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES . En M. S. MANUEL CABELLO, *INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES* (págs. 120, 139). EDITEX S,A <https://es.scribd.com/document/367628861/Instalaciones-Electricas-Interiores-Manuel-Cabello-Miguel-Sanchez>.
- PACHECO, E. E. (2021). <https://es.scribd.com/document/535915673/Manual-de-Operacion-de-Horno-de-Fundicion>. Obtenido de MANUAL DE OPERACION DEL HORNO DE FUNDICION LABORATORIO DE METALURGIA: <https://es.scribd.com/document/535915673/Manual-de-Operacion-de-Horno-de-Fundicion>
- RAS, E. (1991). Tranformadores de potencia,de medida y de proteccion. En E. Ras, *Tranformadores de potencia,de medida y de proteccion 7ta edicion*. Barcelona-mexico.