



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

Ingeniería de detalle en media y baja tensión para la ampliación del servicio eléctrico en la empresa “Importaciones Tecnológicas y Servicios Industriales SAC”, ubicada en el departamento de Arequipa, provincia de Caraveli, distrito de Chala

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTORES:**

Cárdenas Malca, Flavio César (ORCID: 0000-0002-2929-1150)

García Landa, Manuel Fernando (ORCID: 0000-0001-7213-3046)

**ASESOR:**

ING. Sánchez Huertas, Carlos Enrique (ORCID: 0000-0002-6754-8017)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Generación, Transmisión y Distribución

TRUJILLO – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

Dedicamos esta tesis a nuestros padres por haber sido el motor principal y guías, apoyándonos en nuestra carrera académica y siendo soporte para seguir adelante.

A nuestros distintos maestros que nos apoyaron y corrigieron en nuestra vida universitaria.

A nuestro asesor que ha sido de mucho apoyo y fuente de conocimiento para nosotros, por la exigencia que nos pide para ser buenos profesionales.

Y también por aquellos familiares que hemos perdido en esta lucha contra el covid 19, y han sido motivo para seguir con nuestro futuro profesional.

## **Agradecimiento**

Agradecemos a Dios por darnos salud cada día y seguir adelante, a nuestros padres por el apoyo incondicional y oportunidad de estudiar y ser profesionales, a nuestros maestros por sus enseñanzas académicas y éticas para nuestra vida profesional.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. MARCO TEÓRICO .....	12
Normas en Instalaciones Eléctricas .....	17
Media Tensión.....	17
Sistema de Utilización .....	17
Baja Tensión .....	37
III. METODOLOGÍA.....	39
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	39
3.2. Variables, Operacionalización.....	39
3.3. Población y Muestra.....	40
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	40
3.5. Procedimientos .....	41
3.6. Método de Análisis de Datos.....	42
3.7. Aspectos Éticos .....	42
IV. Resultados .....	46
V. Discusiones .....	59
VI. Conclusiones.....	63
VII. Recomendaciones.....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n° 01: Transformador de distribución .....	22
Figura n° 02: Cable N2XSY .....	24
Figura n° 03: Disposición vertical de conductores .....	28

## RESUMEN

La empresa Importaciones Tecnológicas y Servicios Industriales SAC, actualmente presenta problemas en su servicio eléctrico, la cual le impide realizar trabajos debido a que se presentan varios cortes de energía al momento de accionar todas sus máquinas, donde se hace notable la deficiente demanda actual que posee la empresa. La actual potencia de la empresa es de 10 KW y está alimentada a una línea de 22.9 Kv, donde mediante un estudio de cargas se ampliará la potencia a 320 KW, la cual es la necesaria para poder satisfacer todas sus cargas actuales y que le permita trabajar sin generar pérdidas en su producción y pérdidas económicas.

En esta presente investigación se detalla ordenadamente el proceso para el diseño de la línea de media tensión de 22.9 Kv, la cual empezará desde nuestro punto de diseño (otorgada por la concesionaria SEAL) hasta la empresa, en donde se implementará una subestación tipo caseta, la cual será su punto final. Se realizará el trazado de la línea, el cual estará conformado por un recorrido aéreo (Conductor AAAC 35  $mm^2$ ) y por un recorrido subterráneo (Conductor N2XSY 50  $mm^2$ ). El transformador empleado para la subestación será de 400 KVA, la cual será empleada también para el diseño de la red de baja tensión en la empresa, realizando la distribución eléctrica, áreas de trabajo, selección de equipos.

Cabe mencionar que los cálculos justificativos presentados en esta investigación, como cálculos mecánicos, eléctricos, media tensión, baja tensión, y selección de equipos, estarán basados de acuerdo a las normas peruanas (CNE Utilización, CNE Suministro, CNE Distribución, Resolución directoral, Normas DGE, Normas IEC).

Palabras Clave: Demanda, media tensión, punto de diseño, subestación, baja tensión

## **ABSTRACT**

The company Importaciones Tecnológicas y Servicios Industriales SAC, currently has problems in its electrical service, which prevents it from carrying out work due to the fact that there are several power cuts when operating all its machines, where the current deficient demand is notable. the company. The current power of the company is 10 Kw and it is fed to a 22.9 Kv line, where through a study of loads the power will be increased to 320 Kw, which is the necessary to be able to satisfy all its current loads and that allows work without generating losses in production and economic losses.

In this present investigation, the process for the design of the 22.9 Kv medium voltage line is detailed in an orderly manner, which will start from our design point (granted by the SEAL concessionaire) to the company, where a booth-type substation will be implemented, which will be your end point. The line will be drawn, which will be made up of an aerial route (Conductor AAAC 35  $mm^2$ ) and an underground route (Conductor N2XSY 50  $mm^2$ ). The transformer used for the substation will be 400 KVA, which will also be used for the design of the company's low voltage network, carrying out the electrical distribution, work areas, and equipment selection.

It is worth mentioning that the supporting calculations presented in this investigation, such as mechanical, electrical, medium voltage, low voltage calculations, and selection of equipment, will be based on Peruvian standards (CNE Utilización, CNE Supply, CNE Distribución, Directorial Resolution, Standards DGE, IEC Standards).

Keywords: Demand, medium voltage, design point, substation, low voltage

## I. INTRODUCCIÓN

En los Estados Unidos, se hizo un reciente estudio en donde se demostró que las firmas industriales y comerciales digitales han ido perdiendo 45 700 millones de dólares en un año, debido a las interrupciones en su suministro. En casi todos los sectores comerciales, se estimó una pérdida entre 104 000 a 164 000 millones de dólares, debido a las interrupciones, mientras otros, de 15 000 a 24 000 millones de dólares, debido a otros problemas de calidad en el suministro (Seymour, 2010).

Al realizar un mantenimiento eléctrico periódicamente, se está salvando vidas, además de realizar una clara mejora en el rendimiento de los equipos, como también, el ahorro de grandes sumas de dinero, y la disminución del consumo eléctrico. Pero, lamentablemente, no es una práctica muy habitual, a consecuencia, se realizan diversos accidentes (Galcon, 2020).

A nivel de todo el Perú, las empresas eléctricas, desde el año 2001 al 2013, se ha mostrado un registro de 2452 accidentes, debido a la electrocución en el personal propio de las empresas, contratistas y externos, casi la mayoría con lesiones, con mutilaciones y otros accidentes muy graves (Chinchihualpa, 2014).

En la gran mayoría de países, los accidentes de trabajo han ido aumentando en una tasa muy alta, pero comparado con Perú, los demás países han estado estableciendo una política de prevención de accidentes. Lamentablemente en el Perú, se está limitado de políticas, normas y planes nacionales, los cuales realicen una prevención en relación a la seguridad y salud en el trabajo. En el año 2011, se realizó la aprobación de la Ley 29783, en donde su propósito es tratar de realizar una cultura de prevención de riesgos laborales en el Perú. Adicionalmente, esta ley se aprobó en el año 2012 (Sánchez y Toledo, 2013).

En Arequipa, debido a los constantes fallos eléctricos en empresas que se ha ido causando año tras año, se propone realizar un plan de mantenimiento en los sistemas de distribución de la zona, para así poder tener buena calidad del servicio eléctrico, implicando un requerimiento de aumento de niveles de confiabilidad y calidad en el servicio, crecimiento de la demanda, así como evaluar el tiempo de servicio de los equipos instalados, fijándose en las normas actuales y así poder tener un mejor servicio eléctrico (Espinoza Quispe, Rodolfo, 2019).



La empresa “Importaciones Tecnológicas y Servicios Industriales SAC”, ubicada en el departamento de Arequipa, dedicada al diseño, fabricación y montaje de equipos para las plantas procesadoras de mineral. Actualmente se encuentra a disposición con una potencia de 10 KW, para toda la empresa. A la cual, con la potencia disponible, se están generando problemas en la empresa, debido a que se presentan fallas eléctricas al momento de operar todas sus máquinas.

Ante esto, la empresa no ha podido generar una buena producción, debido a que solo se puede manipular ciertas máquinas, y no todas en su totalidad, ya que, se presentan constantes cortes y fallas eléctricas en la empresa, ocasionando una clara disminución en su producción, plazos de entrega y sus ingresos económicos.

Ante esta clara realidad problemática presentada en el ámbito eléctrico, es que se plantea la siguiente **formulación del problema**: ¿Mejorará el servicio eléctrico al presentar un nuevo diseño de las instalaciones eléctricas en la empresa?

El informe de investigación se **justificó** con la aplicación de conocimientos ya existentes para solucionar la problemática ya que, el diseño de las instalaciones eléctricas, tanto de media tensión como en baja tensión, ampliará la carga de la empresa a 320 KW. Esta demanda máxima se calculará con la recolección de datos de las cargas eléctricas en la empresa según la tensión que cada una requiera. Este diseño garantizará la ampliación de carga que requiere la empresa para aumentar su productividad, como también, evitará fallas por sobrecargas en el sistema eléctrico de la empresa aumentando la vida útil de los equipos y la seguridad en el trabajo. Para el cálculo de lo mencionado se basará en teoría científica existente ya comprobada. Asimismo, también se elaborará el estudio tendido eléctrico para este se debe solicitar a la concesionaria local un punto de diseño que será tomado como punto de partida hasta la subestación eléctrica particular que se diseñará para la empresa. Para este estudio del tendido y del diseño de la subestación tendremos en cuenta las normas técnicas regidas en el Perú y la teoría científica existente ya comprobada para que la carga a transportar no tenga muchas pérdidas, esto también se tendrá en cuenta para el tendido eléctrico en baja tensión. En el diseño de las instalaciones eléctricas de interiores se utilizará las normas técnicas y de seguridad laboral regidas en el Perú para cumplir con los estándares de seguridad al equipo y al operador del equipo.

Por último, desde un criterio económico la empresa evitará gastos innecesarios en su facturación, como también, en reparación de equipos defectuosos por los fallos eléctricos, tableros eléctricos en cortocircuito, y podrá aumentar su producción de manufactura de los equipos por la ampliación de la carga eléctrica.

En respuesta al problema, se plantea el siguiente **objetivo general**: Realizar una ingeniería de detalle de las instalaciones eléctricas de media tensión y baja tensión en la empresa “Importaciones Tecnológicas y Servicios Industriales SAC”.

Para lograr el objetivo, se van a plantear los siguientes **objetivos específicos**: **(1)** Realizar un inventario de todas las máquinas, **(2)** Calcular la demanda máxima de la empresa, **(3)** Diseñar el tendido eléctrico en media tensión, **(4)** Diseñar una subestación tipo caseta con celdas, **(5)** Diseñar las instalaciones eléctricas de baja tensión en interiores.

Para dar respuesta a la formulación de problema, se planteó la siguiente **hipótesis**: Al realizar la ingeniería de detalle para las instalaciones eléctricas de las líneas de media tensión y baja tensión, se podrá ampliar la carga del sistema eléctrico mediante una subestación eléctrica tipo caseta, la cual, mejorará la calidad y el servicio eléctrico en la empresa “Importaciones Tecnológicas y Servicios Industriales SAC”.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Esta investigación está basada en trabajos internacionales, nacionales y locales relacionados a la problemática planteada.

Criollo (2020), en su tesis de grado “Diseño de las instalaciones eléctricas de bajo voltaje para la nueva infraestructura de la empresa metalmecánica IMEC considerando criterios de eficiencia energética”. Está enfocado en el diseño eléctrico para bajo voltaje, en la industria metalmecánica, ingeniería y construcción (IMEC) tomando en cuenta criterios para la eficiencia energética. El sector industrial metalmecánico tiene una gran contribución respecto a la creación de empleos en nuestro país, siendo así uno de los sectores primarios para nuestra economía, es por ello que, se le debe garantizar su continuidad y confiabilidad del suministro eléctrico. Obteniendo información de todas las cargas en la empresa, se realizará una ampliación en su demanda contratada de 50 KVA a 150 KVA.

Millán (2009), en su tesis de grado "Diseño de las instalaciones eléctricas de una nave industrial destinada a la transformación de plásticos". Este proyecto se realiza para el diseño y cálculo en una nave industrial, la cual, se encarga de la transformación de plástico. Guiándose del reglamento vigente y respaldado por las normas se adjuntan los cálculos y planos necesarios para tener conocimiento del tipo de material a utilizar

Chávez (2002) en su Tesis de grado "Diseño, montaje, pruebas y puesta en servicio subestación eléctrica en 10/0,22kv planta industrial D'Onofrio". En este proyecto se dan las pautas a tomar en cuenta para la selección de cada parte que conforma una subestación: como las barras de cobre, aisladores, cable de acometida en media tensión, etc.

Quilluya (2018) en su tesis de grado "Diseño de redes de distribución subterránea, subestaciones eléctricas, estudio de coordinación de protecciones de un sistema de distribución radial." Basa su estudio en la empresa R.D.R consultores y contratistas S.R.L. En este estudio se muestra el diseño y desarrollo de un sistema de distribución, tanto para la baja y media tensión de 10 KV, aquí podemos ver a detalle los cálculos para una demanda máxima, las instalaciones subterráneas, diseño de subestaciones y estudio de coordinación de protecciones

Sotelo (2011) en su tesis de grado "Dimensionamiento de Subestaciones Eléctricas de media tensión aplicativo en Java" Plantea poder realizar diversos cálculos para una subestación y sus diversos componentes, como también, los factores que intervienen del exterior, como línea de acometida, dispositivos de protección. Y así, poder realizar un algoritmo de diseño, para posteriormente, colocarlo en el software, y satisfacer las necesidades del cliente.

Bravo (2020) en su tesis de grado "Diseño del sistema de utilización en media tensión a nivel de 22.9KV y la subestación tipo caseta de 1000KVA para la empresa congelado Gutiérrez" La presente investigación se refiere al diseño de un Sistema de Utilización en Media Tensión para el suministro de energía a la planta industrial productora de hielo en bloques perteneciente a la empresa Congelados Gutiérrez S.A, dicho sistema de Utilización está compuesta por una acometida aérea, acometida subterránea y una subestación eléctrica tipo caseta. La cual mediante

cálculos justificativos selecciona los componentes eléctricos para el diseño del sistema.

La presente investigación se basa en el diseño de un sistema eléctrico, de esta forma podremos ampliar la carga y mejorar el servicio eléctrico de una empresa, por consiguiente, nos basamos en teorías básicas que se encuentren relacionadas al tema:

## **Definiciones Generales**

### **Energía**

Todo tipo de actividad requiere energía y esta hace que las cosas ocurran. La energía se presenta en formas distintas: gravitatoria, cinética, química, eléctrica, magnética, radiante y puede convertirse de una a otra (CNE Utilización,2006).

### **Energía Eléctrica**

Se produce por el movimiento de las cargas eléctricas en el interior de los materiales conductores. Esta energía produce fundamentalmente 3 efectos: luminoso, térmico y magnético (CNE Utilización, 2006).

### **Instalación Eléctrica**

Es el conjunto de las instalaciones de alambrado que hay en un edificio o predio, accesorios de un terreno, donde llega alimentado desde un punto de la concesionaria que suministra energía eléctrica, hasta llegar a los puntos de utilización (CNE Utilización.2006).

### **Conductor**

Tiene como finalidad el llevar la corriente eléctrica desde un punto eléctrico hacia otro, u hacia tierra. Puede ser de alambre, cable u otra forma de metal (CNE Utilización,2006).

### **Cable**

Es un conductor que llega a tener aislamiento, como un conductor con varios hilos trenzados, ya sea con aislamiento o sin él, o la combinación de conductores aislados entre sí (CNE Utilización,2006).

## **Ampere**

Es la unidad de medida que representa la corriente eléctrica (CNE Utilización, 2006)

## **Voltio**

Es la unidad derivada del S.I para el potencial eléctrico, la fuerza electromotriz y la tensión eléctrica. (CNE Utilización, 2006)

## **Watt**

Es la unidad de medida que representa la potencia eléctrica. (CNE Utilización,2006)

## **Tensión**

La diferencia de potencial eficaz entre dos conductores cualquiera o entre un conductor y la tierra. Las tensiones están expresadas en valores nominales a menos que se indique lo contrario. La tensión nominal de un sistema o circuito es el valor asignado al sistema o circuito para una clase dada de tensión con el fin de tener una designación adecuada. La tensión de operación del sistema puede variar por encima o por debajo de este valor (Norma DGE 091-Terminología en Electricidad, 2002).

## **Nivel de Tensión**

Uno de los valores de tensión nominal utilizados en un sistema dado (Norma DGE 091-Terminología en Electricidad, 2002).

## **Baja Tensión**

Utilizado para la distribución de electricidad. Su límite superior generalmente es  $U \leq 1 \text{ kV}$ , siendo U la Tensión Nominal (CNE Utilización,2006)

## **Media Tensión**

Su nivel de tensión se comprende entre la alta tensión y baja tensión. Los límites son  $1 \text{ kV} < U \leq 35 \text{ kV}$ , siendo U la Tensión Nominal (CNE Utilización,2006)

## **Alta Tensión**

De forma general, es toda tensión que excede la baja tensión (tomando en cuenta el Código Nacional de Electricidad – Utilización). De una forma rigurosa, llega a ser

el conjunto de niveles de tensión superior, donde son utilizados para la transmisión masiva de electricidad. Con límites comprendidos entre  $35 \text{ kV} < U \leq 230 \text{ kV}$  (CNE Utilización, 2006)

### **Muy Alta Tensión**

Se utilizan en los sistemas eléctricos de transmisión, superiores a 230 KV (CNE Utilización, 2006)

### **Demanda**

Es la potencia que requiere un cliente, para un lapso de tiempo, la cual se expresa en Kilowatts (KW) (CNE Utilización,2006)

### **Demanda Máxima**

Es el valor máximo de todas las demandas conjuntas, en breves periodos de tiempo (CNE Utilización,2006).

### **Estimación de la demanda**

Para una correcta estimación de la demanda se debe considerar lo siguiente:

Determinar la carga instalada que es la suma de las potencias nominales de todos los equipos.

Tomar en cuenta los factores de frecuencia de uso y factores de simultaneidad para cada equipo.

Se debe tener las características de las cargas las cuales son:

Carga instalada, es la sumatoria de las potencias nominales de todos los equipos que existen en una instalación.

Capacidad instalada, se define como la sumatorio de las potencias nominales de los quipos como: transformadores y generadores que son los equipos que suministran la potencia eléctrica a las cargas conectadas.

Carga máxima, es la máxima demanda que puede presentar un sistema durante un periodo de tiempo, este valor es de suma importancia ya que el transformador seleccionado debe abastecer el valor de esta demanda. (Ramírez, 2004).

### **Factor de simultaneidad**

Es la relación entre la sumatoria de las demandas máximas individuales de las cargas y la demanda máxima del grupo de cargas. (Schneider Electric, 2010)

<b>Numero de circuito</b>	<b>Factor (FS)</b>
<b>≤3</b>	0.9
<b>≤5</b>	0.8
<b>≤9</b>	0.7
<b>≥10</b>	0.6

*Tabla N° 1 Factor de simultaneidad. Fuente: Norma IEC 60439*

### **Punto de Diseño**

Se asigna por el Concesionario a partir del cual se debe iniciar el proyecto del Sistema de Distribución o Sistema de Utilización en Media Tensión (Resolución directoral 018, 2002)

### **Acometida Eléctrica**

Es una parte de la instalación eléctrica comprendida entre la red de distribución (incluye el empalme) y la caja de conexión o la caja de toma (CNE Utilización, 2006)

### **Normas en Instalaciones Eléctricas**

Código Nacional de Electricidad – Utilización (2006).

Código Nacional de Electricidad – Suministros (2011).

Normas Técnicas Peruanas – Ministerio de Energía y Minas.

Normas DGE.

Resolución directoral – MINEM.

Normas IEC.

### **Media Tensión**

#### **Sistema de Utilización**

Se constituye por el conjunto de instalaciones eléctricas de Media Tensión, comprendida desde el punto de entrega hasta los bordes de Baja Tensión del transformador, el cual está destinado a suministrar energía eléctrica a un predio.

Estas instalaciones se ubican en vías pública o en propiedad privada, excepto la subestación, que siempre deberá instalarse en la propiedad del Interesado. Se entiende que quedan fuera de este concepto las electrificaciones para usos de vivienda y centros poblados.

Los niveles de tensión que se utilizan para un sistema de utilización son:

Baja tensión: 380/220V, 440/220V

Media tensión: 20.0Kv, 22.9Kv, 22.9/10Kv, 33Kv, 33/19Kv (Resolución directoral 018, 2002)

### **Subestaciones de transformación eléctrica**

Una subestación eléctrica es una instalación industrial la cual está destinada a realizar transformaciones en la tensión, frecuencia, número de fases y conexión de dos o más circuitos. Forman parte de un sistema eléctrico de potencia. Sus funciones son: Producir energía eléctrica, convertir, regular, repartir o transportar, distribuir (TWENERGY, 2019)

### **Nivel de Aislamiento**

Si un equipo técnico puede soportar una sobretensión, sin deteriorarse de le va a denominar nivel de aislamiento (NA)

Para los niveles de media tensión, estas tensiones de prueba son:

Tensión a frecuencia industrial (60 Hz) aplicada durante 60 segundos.

Impulsos de tensión tipo rayo, onda de forma 1,2/50  $\mu$ s.

### **Criterios para la selección del nivel de aislamiento**

Para la determinación del nivel de aislamiento se ha considerado los siguientes aspectos, según la Norma IEC 71-1. (CCIP Perú, 2017).

Sobretensiones a frecuencia industrial en seco.

Sobretensiones atmosféricas.

Contaminación ambiental.

Condición en operación del Sistema:



Tensión nominal del sistema.

Tensión máxima del sistema.

Contaminación ambiental del área del proyecto.

Altitud máxima sobre el nivel del mar.

### **Selección del Aislador**

Los indicadores que se tomarán en cuenta para la selección de los aisladores son:

Sobretensiones atmosféricas.

Sobretensiones a frecuencia industrial en seco.

Contaminación ambiental.

En la siguiente tabla se muestran los niveles de aislamiento normalizadas

<b>Tensión nominal entre fase (Kv)</b>	<b>Tensión máxima entre fases (Kv)</b>	<b>Tensión de sostenimiento a la onda 1.2/50 entre fases y fase a tierra (Kvp)</b>	<b>Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase – tierra (Kv)</b>
22.9	25	125	50

*Tabla N° 2: Niveles de Aislamiento. Fuente: RD 018 - 2003*

### **Contaminación Ambiental**

Nos basaremos en la Norma IEC 815. En donde la norma indica cuatro niveles de contaminación, a continuación, se mencionan: Nivel Ligero, Nivel Medio, Nivel Pesado y Nivel Muy pesado

En la Norma IEC 815, se puede observar los niveles de ambiente respectivamente con su nivel de contaminación. A cada nivel descrito de contaminación, le corresponde una línea de fuga específica mínima, en mm por kV (fase - fase), relativa a la máxima tensión de servicio. (RD 018 – 2003)

Nivel de contaminación	Descripción del ambiente	Distancia de fuga Nominal mínima
		mm/Kv
Alto Nivel III	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Áreas con alta densidad de industrias y suburbios de grandes ciudades con alta densidad de casas con calefacción que generen contaminación.</li> <li>- Áreas cercanas al mar que estén expuestas a vientos relativamente fuertes procedentes del mar.</li> </ul>	25

*Tabla N° 3: Nivel de contaminación. Fuente: Norma IEC 815*

## Esquemas

### Esquema Unifilar

Esquema donde cada conexión es representada por una línea.

### Esquema de recorrido de la red en media tensión

Esquema que nos indica el recorrido del alimentador de media tensión, desde el punto de diseño fijado por la concesionaria, hasta la subestación del abonado (CCIP Perú, 2017).

### Aislador

En una infraestructura eléctrica de alta tensión, los aisladores son los elementos que cumplen la función de sujetar mecánicamente a los conductores que forman parte de la línea, manteniéndolos aislados de tierra y de otros conductores. (DGE - 091– Terminología en Electricidad, 2002)

### Distancia Mínimas de seguridad en Subestaciones

Para evitar que la vida del personal corra riesgo dentro de las subestaciones se establecen las distancias mínimas de seguridad, de esta manera hay una correcta circulación y pueden efectuar sus maniobras libremente (Mendoza, 2015).

Zona de circulación, la altura mínima debe ser de 2,25m. deben estar presentes las vallas de protección

Zona de circulación de vehículos. Las distancias horizontales a las partes activas son de 0,7m. La distancia vertical será como la distancia mínima para las barras rígidas respecto a la puesta a tierra y cuando sea barras conductoras flexibles se le aumentará 0,5m.

Zona de trabajo, las distancias de seguridad se determinan igual que los antes mencionados, cabe señalar que en ningún caso sea de 3m.

También se debe tener en cuenta los valores de las siguientes distancias, cuyos valores se obtendrán de Código Nacional de Electricidad - Suministro.

Distancia entre fases

Distancia entre fases y tierra

Distancias de seguridad

Altura de apoyo final de las líneas que llegan a la S.T.

Altura de barras colectoras sobre el suelo.

Altura de los equipos sobre nivel del suelo.

### **Transformadores de Distribución**

Utilizados para la reducción de voltaje de media tensión a niveles de redes de distribución de baja tensión. Es útil para toda actividad que requiera energía eléctrica de manera intensiva y constante, como centros comerciales, industrias, minería y zonas urbanas. Su rango de fabricación va desde 5 kVA a 5,000 kVA, con nivel de tensión hasta 36 Kv (Promelsa, 2010)

### **Aislamiento en transformadores de Potencia convencionales**

Los transformadores de potencia convencionales para distribución o utilización en media tensión, en base a su aislamiento pueden ser los siguientes:

#### **Transformadores con aislamiento seco**

Su potencia y tensión es Limitada. Tienen la parte activa con un medio aislante como aire (gaseoso) o resinas, materias plásticas (sólido).

## **Transformador con aislamiento en aceite**

No poseen límites en la potencia y las tensiones. Tienen su parte activa sumergidas en aceite mineral. (Albarez,2016)

### **Celdas de Media Tensión**

Se denomina celda al conjunto de equipos eléctricos de media tensión conectados entre sí que cumplen una función (salida, entrada, protección de transformador, medida, etc.) (CCIP Perú, 2017)

### **Puesta a Tierra**

El diseño de la subestación debe contemplar los sistemas de puesta a tierra que son de gran importancia, ya que su principal objetivo es transportar las corrientes de cortocircuito a tierra. La función de la puesta a tierra es proteger a las personas, limitando las tensiones de toque y paso a valores aceptables en las vecindades de la instalación durante condiciones de cortocircuito.

### **Diseño de la Red Primaria**

Los alimentadores de una subestación pueden ser aéreos o subterráneos.

Para seleccionar el calibre del conductor subterráneo debe cumplir con la caída de tensión permisible, tensión de aislamiento, capacidad de corriente y soportar el máximo cortocircuito que pudiera ocurrir.

La sección de los conductores alimentadores deberá calcularse de tal forma que la caída de tensión, desde el punto de diseño, fijada por la suministradora hasta nuestra subestación, no debe exceder 3,5% de la  $V_n$  y 6% para sistemas de distribución rural (CCIP Perú, 2017).

El cable utilizado para alimentar redes de MT es el cable seco N2XS<sub>2</sub>, anteriormente se utilizaba el NKY actualmente ya no se fabrica este tipo de cable. El N2XS<sub>2</sub> es un conductor de cobre electrolítico recocido, cableado compactado. Compuesto semiconductor extruido sobre el conductor. (CCIP Perú, 2017)

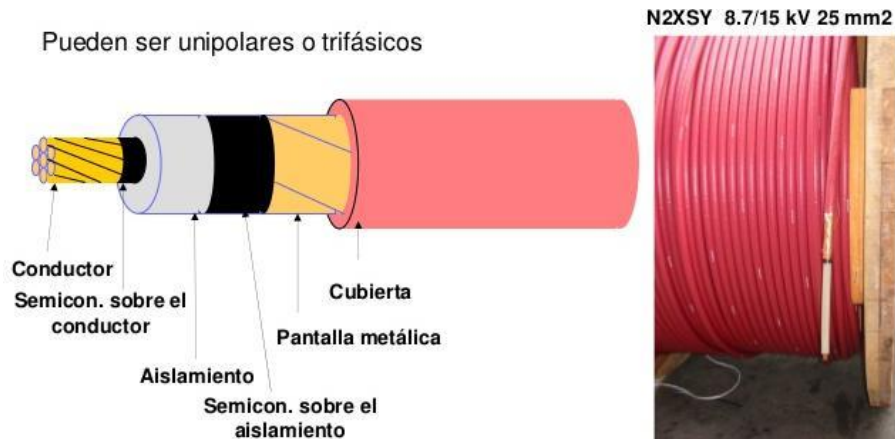


Figura N° 2 Cable N2XSy. Fuente: CCIP Perú, 2017

## Cálculos eléctricos

Todas las fórmulas empleadas para los cálculos eléctricos han sido tomadas de las Normas DGE “Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural”.

## Cálculo de Potencia de Transformador

$$TRAFO = \left( \frac{P_{MD}}{\cos \phi} \right) * F.S (KVA) \quad (Ec. 01)$$

Fuente: DGE “Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural”, 2015.

Donde:

$P_{MD}$ : Potencia de Máxima Demanda

$\cos \phi$ : Factor de potencia (0.8)

F.S: Factor de seguridad (1.20)

## Corriente nominal del sistema en Media Tensión

En requisitos de la operación, la magnitud de corriente del sistema a transferir, se examina la potencia y la tensión nominal de la línea primaria, por medio de la siguiente expresión que es usada para sistemas trifásicos:

$$I_N = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \phi} \quad (\text{Ec. 02})$$

*Fuente: "El ABC de las instalaciones eléctricas industriales", Enríquez Harper, 2001.*

Donde:

$I_d$ : Intensidad de corriente a transmitir (A)

$P$ : Potencia (KW)

$V$ : Tensión nominal de la línea primaria (22.9 KV)

### **Corriente de Corto circuito del sistema**

El flujo del corto circuito en el sistema tendrá el mismo valor para el tramo subterráneo como para el tramo aéreo, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

$$I_{CC} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \times V} \quad (\text{Ec. 03})$$

*Fuente: "El ABC de las instalaciones eléctricas industriales", Enríquez Harper, 2015.*

Donde:

$S_{CC}$ : Potencia aparente de corto circuito (90 MVA)

$V$ : Tensión nominal de la línea (22.9 KV)

El valor de la potencia de corto circuito fue brindado por la concesionaria SEAL.

## Máxima caída de tensión permisible

Según, Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos Rurales (NTCSER), R.D. 016-2008-EM/DGE. La caída máxima para la red de Media Tensión no debe exceder el  $\pm 6\%$  de la tensión nominal, es decir:

Sistema 22.9 KV: Máxima Caída de Tensión,  $\pm 1374$  KV

## Cable Subterráneo y Aéreo de Media Tensión

### Datos del Conductor Subterráneo

Conductor: N2XSY

Calibre:  $50 \text{ mm}^2$

Diámetro del conductor: 8.15 mm

Longitud de recorrido: 48 m

Resistencia óhmica a  $20^\circ\text{C}$ :  $0.387 \text{ } \Omega/\text{km}$

Coefficiente de temperatura (Cu) a  $20^\circ\text{C}$ :  $\alpha = 0.00382$

### Datos del Conductor Aéreo

Conductor: AAAC

Calibre:  $35 \text{ mm}^2$

Diámetro del conductor: 7.5 mm

Distancia de recorrido total: 126.10 m

Resistencia óhmica a  $20^\circ\text{C}$ : 0.959

Coefficiente de temperatura a  $20^\circ\text{C}$ :  $\alpha = 0.0036$

### Resistencia eléctrica del conductor

$$R_{op} = R_{20^\circ\text{C}} \times [1 + \alpha(t_2 - t_1)] \quad (\text{Ec. 04})$$

*Fuente: Resolución Directoral 018 - 2003*

$R_{op}$ : Resistencia a la temperatura máxima de operación ( $\Omega/\text{Km}$ )

$R_{20^\circ\text{C}}$ : Resistencia a  $20^\circ\text{C}$  (catálogo)

$t_1$ : Temperatura a  $20^\circ\text{C}$

$t_2$ : Temperatura de operación del conductor (40°C)

$\alpha$ : Coeficiente de temperatura de la resistencia que depende del tipo y material del conductor (Cu = 0.00382, Al = 0.0036)

### Distancia Media Geométrica (DMG)

Disposición vertical del conductor aéreo en las tres fases:

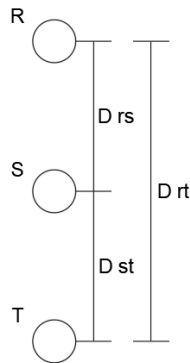


Figura N° 3 Disposición vertical de los conductores. Fuente: Elaboración propia

Tenemos:

$$DMG = \sqrt[3]{d_{RS} \times d_{ST} \times d_{RT}} \quad [m] \quad (Ec. 05)$$

Fuente: Resolución Directoral 018 - 2003

$D_{rs}$ : Distancia entre conductores “r” y “s” (1.00 m)

$D_{st}$ : Distancia entre conductores “s” y “t” (1.00 m)

$D_{rt}$ : Distancia entre conductores “r” y “t” (2.00 m)

### Radio Medio Geométrico (RMG)

Para conductor de 7 hilos:

$$RMG = 0.726 r \quad [m] \quad (Ec. 05)$$

Fuente: Resolución Directoral 018 - 2003

$r$ : radio del conductor (m)

El número de hilos se muestra en la tabla de especificaciones de cada conductor a escoger, en este caso son los cables N2XSY y AAAC.



### Reactancia inductiva del conductor

$$X_L = 377 \left[ 0.5 + 4.6 \log \frac{DMG}{RMG} \right] \times 10^{-4} \quad [\Omega/Km] \quad (Ec. 06)$$

*Fuente: Resolución Directoral 018 - 2003*

$X_L$ : Reactancia inductiva ( $\Omega/Km$ )

DMG: Distancia Media Geométrica

RMG: Radio Medio Geométrico

### Caída de tensión para el cable subterráneo

Factor de caída de tensión (K):

$$K = \frac{(r \cos \phi + x \sin \phi)}{10V^2} \quad (Ec. 07)$$

*Fuente: Resolución Directoral 018 - 2003*

$r$ : Resistencia óhmica ( $\Omega/Km$ )

$x$ : Reactancia inductiva ( $\Omega/Km$ )

$V$ : Tensión de línea (22.9 Kv)

Caída de tensión:

$$\Delta V (\%) = P \times L \times k \quad (Ec. 08)$$

*Fuente: Resolución Directoral 018 - 2003*

$\Delta V (\%)$ : Caída de tensión (%)

$P$ : Potencia (320 Kw)

$L$ : Recorrido de la línea subterránea (km)

$k$ : Factor de caída de tensión

La caída de tensión para el recorrido aéreo se hará por tramos, en este caso se tiene 3 tramos (anexo n°), y luego se suma junto a la caída de tensión del recorrido subterráneo para tener la caída de tensión total.

### **Pérdida de Potencia**

En circuitos trifásicos:

$$P_j = \frac{P^2(r_l)L}{1000V_L^2 \cos \phi^2} \quad (\text{Ec. 09})$$

*Fuente: Resolución Directoral 018 - 2003*

$P$ : Potencia

$r_l$ : Resistencia Ohmica

$L$ : Recorrido de línea (Km)

$V_L$ : Tensión de línea

$\cos \phi$ : Factor de potencia

### **Corriente de corto circuito admisible en cable subterráneo**

$$I_{Km} = \frac{K \times S}{\sqrt{t}} \quad (\text{Ec. 10})$$

*Fuente: Metodología de diseño para alimentadores subterráneos en media tensión, 2018*

$I_{Km}$ : Corriente de corto circuito admisible por el cable (KA)

$K$ : Constante según el material y aislante del conductor

$S$ : Sección del cable ( $mm^2$ )

$t$ : Tiempo de duración de corto circuito (s)

## Resistencia máxima de conexión a tierra

Para la precisión de la oposición de las conexiones a tierra, se deberán tener en cuenta entre otras, las probables averías entre los sistemas Primario y Secundario, y las gradientes de potencial peligrosa, en todo caso no deberá adelantar los valores dados en el cuadro N°3.9 de acuerdo al CNE Distribución 2011 que se detalla a continuación:

Nivel de tensión	Potencia del transformador (KVA)	Resistencia máxima a tierra (ohms)
Primario	--	25
Secundario	Hasta 50	25
	De 51 a 500	15
	Mayor de 500	10

*Tabla N° 6 Resistencia máxima de Puesta a Tierra. Fuente: CNE Distribución, 2011*

Del cuadro anterior, se determina la resistencia máxima de las conexiones a la puesta a tierra.

### Lado Primario

$$R_{m\acute{a}x} = 25 \Omega$$

### Lado Secundario

$$R_{m\acute{a}x} = 15 \Omega$$

## Cálculo de resistencia de la varilla de puesta a tierra

Suelen colocarse con mayor frecuencia cuando se requiere un mínimo espacio de aplicación, se coloca un electrodo tipo varilla de cobre, teniendo como medidas estándar una longitud de: 2 m, 2.5 m y 3 m, teniendo como resistencia:

$$R_V = \frac{\rho}{2\pi L} \ln\left(\frac{4L}{D}\right) \quad (\text{Ec. 12})$$

*Fuente: Diseño y ejecución de una Puesta a Tierra, Qqueshuayllo*

$R_V$ : Resistencia de la varilla

$\rho$ : Resistividad del terreno ( $\rho = 200 \Omega/m$ )

$L$ : Longitud de la varilla (m)

$D$ : Diámetro de la varilla (m)

### **Cálculos Mecánicos**

Todas las fórmulas empleadas para los cálculos mecánicos han sido tomadas de las Norma DGE “Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural”, como también del libro “Líneas de Transmisión de potencia – Aspectos mecánicos y conductores”.

### **Cálculos Mecánicos del Conductor**

Los conductores para líneas y redes primarias aéreas serán de aleación de aluminio (AAAC), fabricados según las prescripciones de las normas ASTM B398, ASTM B399 o IEC 1089.

<b>Característica mecánica de conductor de aleación de aluminio normalizado (sin grasa)</b>	
Sección	35
Nº de alambres	7
Diámetro exterior (mm)	7.5
Diámetro alambre (mm)	2.50
Masa total (kg/m)	0.094
Coef. de expansión térmica (1/°C)	$2.3 \times 10^{-6}$
Módulo de elasticidad final (N/mm <sup>2</sup> )	60760

*Tabla N° 7 Característica mecánica de conductor de aleación de aluminio. Fuente: Resolución Directoral 018, 2003.*

### **Hipótesis de Estado**

#### **Hipótesis I: Condición de mayor duración (EDS inicial)**

Temperatura: 20 °C

Velocidad del viento: 0

Sobrecarga de hielo: 0

## Hipótesis II: De máxima velocidad del viento

Temperatura: 10 °C

Velocidad del viento: 94 km/h

Sobrecarga de hielo: 0

## Hipótesis III: De máxima temperatura

Temperatura: 40 °C

Velocidad del viento: 0

Sobrecarga de hielo: 0

## Ecuación de Cambio de Estado

$$T_{02}^2 \left[ T_{02} + \frac{a^2 E A W_{r1}^2}{24 T_{01}^2} + \alpha E (t_2 - t_1) A - T_{01} \right] = \frac{a^2 E A W_{r2}^2}{24} \quad (Ec. 13)$$

*Fuente: Líneas de transmisión de potencia de potencia - Aspectos Mecánicos y conductores, Bautista Juan*

$$\sigma_2^2 \left[ \sigma_2 + \alpha E (t_2 - t_1) + \frac{W_{r1}^2 a^2 E}{24 A^2 \sigma_1^2} - \sigma_1 \right] = \frac{W_{r2}^2 a^2 E}{24 A^2} \quad (Ec. 14)$$

*Fuente: Líneas de transmisión de potencia de potencia - Aspectos Mecánicos y conductores, Bautista Juan*

$T_{01}$ : Tiro horizontal para la condición 01 (kg)

$T_{02}$ : Tiro horizontal para la condición 02 (kg)

$\sigma_1$ : Esfuerzo horizontal para la condición 01 ( $kg/mm^2$ )

$\sigma_2$ : Esfuerzo horizontal para la condición 02 ( $kg/mm^2$ )

$\alpha$ : Coeficiente de expansión térmica ( $1/^\circ C$ )

$E$ : Módulo de elasticidad final del conductor ( $kg/mm^2$ )

$t_1$ : Temperatura del conductor en la condición 01 ( $^\circ C$ )

$t_2$ : Temperatura del conductor en la condición 02 ( $^\circ C$ )

$A$ : Sección del conductor ( $mm^2$ )

$a$ : Distancia de vano (m)

$W_{r1}$ : Peso unitario resultante en condición 01 ( $kg/m$ )

$W_{r2}$ : Peso unitario resultante en condición 02 ( $kg/m$ )

### **Esfuerzo en conductor**

$$\sigma = \frac{T}{A} \quad (Ec. 15)$$

*Fuente: Bautista Juan, 2001*

$\sigma$ : Esfuerzo en conductor ( $kg/mm^2$ )

$T$ : Tiro en conductor (kg)

$A$ : Sección en conductor ( $mm^2$ )

### **Longitud del Conductor**

$$L = 2C \sin\left(\frac{a}{2C}\right) \quad (Ec. 16)$$

$$L = a + \frac{a^3 W_c^2}{24T_o^2} \quad (Ec. 17)$$

*Fuente: Resolución Directoral 018 – 2003*

$L$ : Longitud del conductor (m)

$C$ : Catenaria

$a$ : Distancia entre estructuras – vano (m)

$T_o$ : Tiro Horizontal (kg)

$W_c$ : Peso del conductor ( $kg/m$ )

### **Flecha del conductor**

Terreno sin desnivel

$$f = C \left( \cosh \frac{a}{2C} - 1 \right) \quad (Ec. 18)$$

$$f = \frac{W_c a^2}{8T_o} \quad (Ec. 19)$$

*Fuente: Bautista Juan, 2001*

$f$ : Flecha del conductor (m)

C: Catenaria

a: Distancia entre estructuras – vano (m)

$W_C$ : Peso del conductor (kg/m)

$T_O$ : Tiro horizontal (kg)

### **Peso Unitario resultante del conductor**

$$W_R = \sqrt{[W_C + W_h]^2 + [W_V]^2} \quad (\text{Ec. 20})$$

*Fuente: Bautista Juan, 2001*

$W_R$ : Peso unitario resultante del conductor (kg/m)

$W_C$ : Peso unitario del conductor (kg/m)

$W_h$ : Peso unitario del hielo (kg/m)

$W_v$ : Peso unitario del viento (kg/m)

### **Peso Unitario por la presión del viento**

$$W_V = 0.00481V_v^2 \frac{(\phi_C + 2e)}{1000} \quad (\text{Ec. 21})$$

*Fuente: Bautista Juan, 2001*

$W_V$ : Peso unitario por la presión del viento

$V_v$ : Velocidad del viento (km/h)

$\phi_C$ : Diámetro del conductor (mm)

e: Costra del hielo sobre el conductor (mm)

### **Presión del viento**

Para conductores:

$$P_v = 0.00481(V_v)^2 \quad (\text{Ec. 22})$$

*Fuente: Bautista Juan, 2001*

$P_v$ : Presión del viento

$V_v$ : Velocidad del viento (km/h)

### **Vano – Peso**

$$V_p = XD(i) + XI(i + 1) \quad (\text{Ec. 23})$$

*Fuente: Resolución Directoral 018,2003*

### **Vano – Medio**

$$VM = \frac{di + d(i + 1)}{2} \quad (Ec. 24)$$

*Fuente: Resolución Directoral 018,2003*

## **Cálculos mecánicos de postes**

### **Factores de Seguridad**

Según la Resolución Directoral 018 – 2003, los factores de seguridad mínimos a considerar respecto a la carga de rotura, son:

Postes de madera: 2.2

Postes de concreto: 2

### **M. debido a carga del viento sobre conductor**

$$MVC = (Pv)(d)(\phi_c) \left( \sum hi \right) \cos(\alpha/2) \quad (Ec. 25)$$

*Fuente: Resolución Directoral 018 - 2003*

### **M. debido a carga de conductor**

$$MTC = 2(Tc) \left( \sum hi \right) \sin(\alpha/2) \quad (Ec. 26)$$

*Fuente: Resolución Directoral 018 - 2003*

### **M. debido a carga de los conductores en estructuras terminales**

$$MTR = Tc \left( \sum hi \right) \quad (Ec. 27)$$

*Fuente: Resolución Directoral 018 - 2003*

### **M. debido a la carga del viento sobre estructura**

$$MVP = \frac{(Pv)(hl)^2(Dm + 2Do)}{600} \quad (Ec. 28)$$

*Fuente: Resolución Directoral 018 - 2003*

### **M. debido al desequilibrio de cargas verticales**

$$MCW = (Bc)[(Wc)(d)(kr) + WCA + WAD] \quad (Ec. 29)$$

*Fuente: Resolución Directoral 018 - 2003*

### **M. total para hipótesis de condiciones normales en estructuras de alineamiento**

$$MRN = MVC + MTC + MCW + MVP \quad (Ec. 30)$$

*Fuente: Resolución Directoral 018 – 2003*



## M. total en estructuras terminales

$$MRN = MTC + MVP \quad (Ec. 31)$$

Fuente: Resolución Directoral 018 - 2003

## Carga en la punta del poste de concreto (hipótesis de condición normal)

$$Q_N = \frac{MRN}{(hl - 0.15)} \quad (Ec. 32)$$

Fuente: Resolución Directoral 018 – 2003

## Baja Tensión

### Corriente nominal del sistema en Baja Tensión

Sistemas Trifásicos:

$$I_d = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \phi} \quad (Ec. 36)$$

Fuente: El ABC de las instalaciones eléctricas industriales, 2001

Sistemas Monofásicos:

$$I_d = \frac{P}{V \times \cos \phi} \quad (Ec. 37)$$

Fuente: El ABC de las instalaciones eléctricas industriales, 2001

$I_d$ : Intensidad de corriente a transmitir (A)

$P$ : Potencia (KW)

$V$ : Tensión nominal de la línea (0.38 KV – 220 V)

### Sistemas Eléctricos en Baja Tensión

Los sistemas que son considerados por el CNE Suministro para corriente alterna, son de acuerdo a los siguientes niveles:

- 220 /trifásico monofásico/red con neutro aislado
- 380/220 / trifásico/ Red con neutro a tierra.( 4 conductores)
- 440/ 220 / Monofásico / Red con neutro múltiple (3 conductores)

### Distancias de Seguridad

El alejamiento de seguridad verticales de los conductores de acometida, sobre el nivel del piso o calzada, son las siguientes:

Item	Descripción	Distancia
1	En pistas, avenidas, calles y vías transitables	5.50 m
2	En áreas de ingreso a garajes residenciales	4.00 m
3	En áreas de ingreso de vehículos a predios comerciales e industriales	5.00 m
4	En terrenos o áreas normalmente accesibles solo a peatones (pasajes peatonales sin acceso a vehículos)	4.00 m
5	En áreas de solo acceso peatonal, desde el punto más bajo del lazo de goteo a la superficie de la vereda	3.00 m

*Tabla N° 9 Distancia de seguridad. Fuente: CNE Suministro*

## **Tipos de Conexiones Eléctricas en Baja Tensión**

Para la conexión de la acometida hacia el suministro de energía, puede ser aérea, subterránea y aéreo – subterránea, depende del tipo de red de baja tensión que disponga la concesionaria.

El cable de acometida o el de sub-acometida dará parte a cualquiera de los tres tipos de conexiones siguientes:

### **Conexión Simple**

Consta en el abastecimiento de energía eléctrica a un solo beneficiario. Este enlace emplea una caja de medición.

### **Conexión Doble**

Consiste en el suministro de energía eléctrica a dos usuarios, utilizando una sola acometida similar a la conexión simple.

### **Conexión en Derivación**

Serán utilizadas cuando se tenga que proveer potencia eléctrica a más de dos consumidores, disponiendo para ello sub-acometidas y cajas de derivación.

## **Sección Mínima en Conductores**

Cada circuito tiene una sección mínima de acuerdo a norma para los circuitos de tomacorrientes y circuitos de fuerza una sección no menor a 2.5 mm<sup>2</sup>, y para circuitos de control de alumbrado una sección de 1.5 mm<sup>2</sup>. (CNE Utilización, 2011).

## **Interruptores Automáticos en Baja Tensión**

Los interruptores usados tienen la obligación de ser aptos para la tensión nominal de operación requerida en el sistema eléctrico empleado: 380/220 V, 440/220 V o 220 V (CCIP Perú, 2017)

### **Interruptor Automático de Corriente Diferencial-Residual o Diferenciales**

Para resguardar a los individuos contra los resultados de contactos eléctricos indirectos y como ayuda adicional contra contactos directos, se deberá usar el interruptor de corriente diferencial-residual. Deberá tener una afectividad (corriente residual de operación) no mayor a 30 mA, de acuerdo a la Norma Técnica Peruana correspondiente o a la Norma IEC60364.

### **Interruptor Termomagnético**

Será empleado como instrumento de apoyo contra un flujo de sobrecargas y cortocircuitos, la cifra de polos puede ser de 2, 3 o 4 y será de corte unipolar (conjunto de polos a tiempo parecido). Debe de sostener las corrientes de cortocircuito que se muestre en el punto de instalación, asimismo deberá ser apropiado para la demanda máxima de la instalación concordante con la amplitud del conductor.

Los interruptores termo magnéticos deberán ser realizados con la información de la Norma Técnica Peruana correspondiente o la IEC-60898 (CCIP Perú, 2017)

## **III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y Diseño de Investigación**

#### **Tipo de Investigación**

El estudio es de tipo **aplicada** porque se basa en resolver la problemática de los fallos eléctricos en la empresa por una mala instalación eléctrica, siendo este un tema de interés común para diferentes empresas.

## Diseño de Investigación

El estudio es de diseño **pre-experimental**, ya que el estudio cumple con que las variables se relacionen.

### 3.2. Variables, Operacionalización

- **Variable Independiente**

Demanda Máxima de la empresa “Importaciones Tecnológicas y Servicios Industriales SAC”.

- **Variable Dependiente**

Ingeniería de detalle de las instalaciones eléctricas para la ampliación de la empresa.

### 3.3. Población y Muestra

- **Población**

Sistema eléctrico en Media tensión en empresas industriales del servicio eléctrico en el departamento de Arequipa.

- **Muestra**

Sistema eléctrico de la empresa “Importaciones Tecnológicas y Servicios Industriales SAC”.

- **Muestreo**

El muestreo es no probabilístico intencionado, por elección de los investigadores.

### 3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Análisis Documental	Ficha de registro
Observación	Ficha de Observación

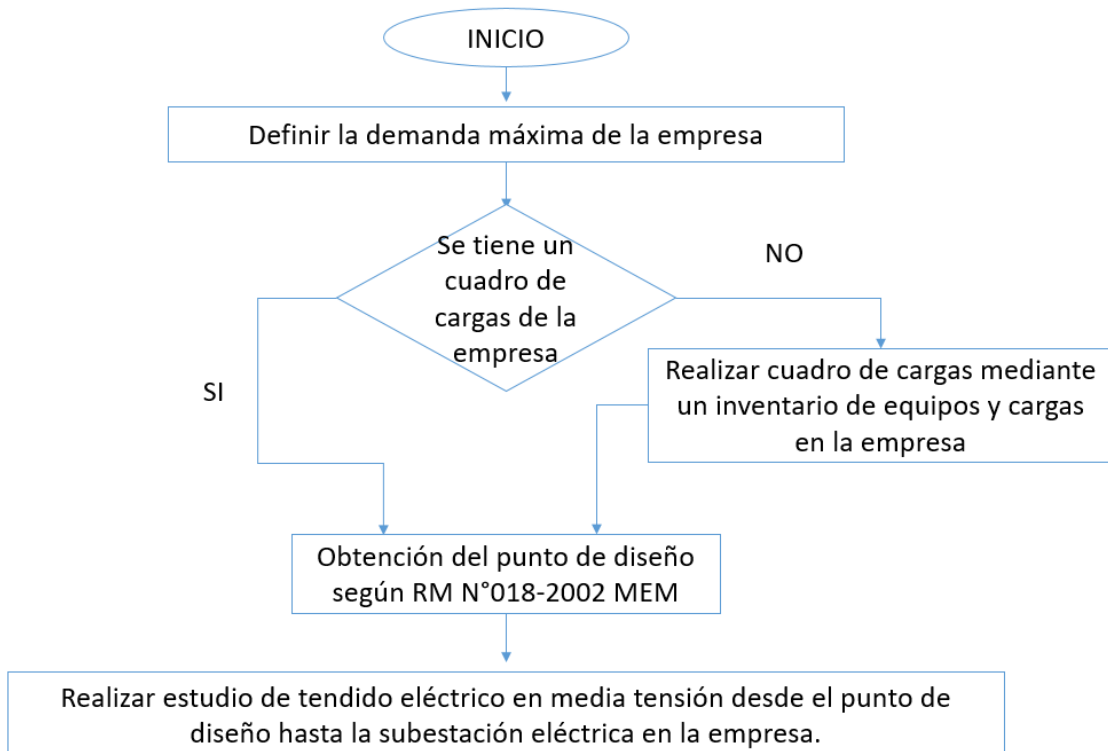
La técnica empleada para la recolección de datos de los equipos que en archivo tienen sus facturas y fichas técnicas es el análisis documental con su instrumento de recolección de datos la ficha de registro, y los datos de los equipos que no tienen en archivo

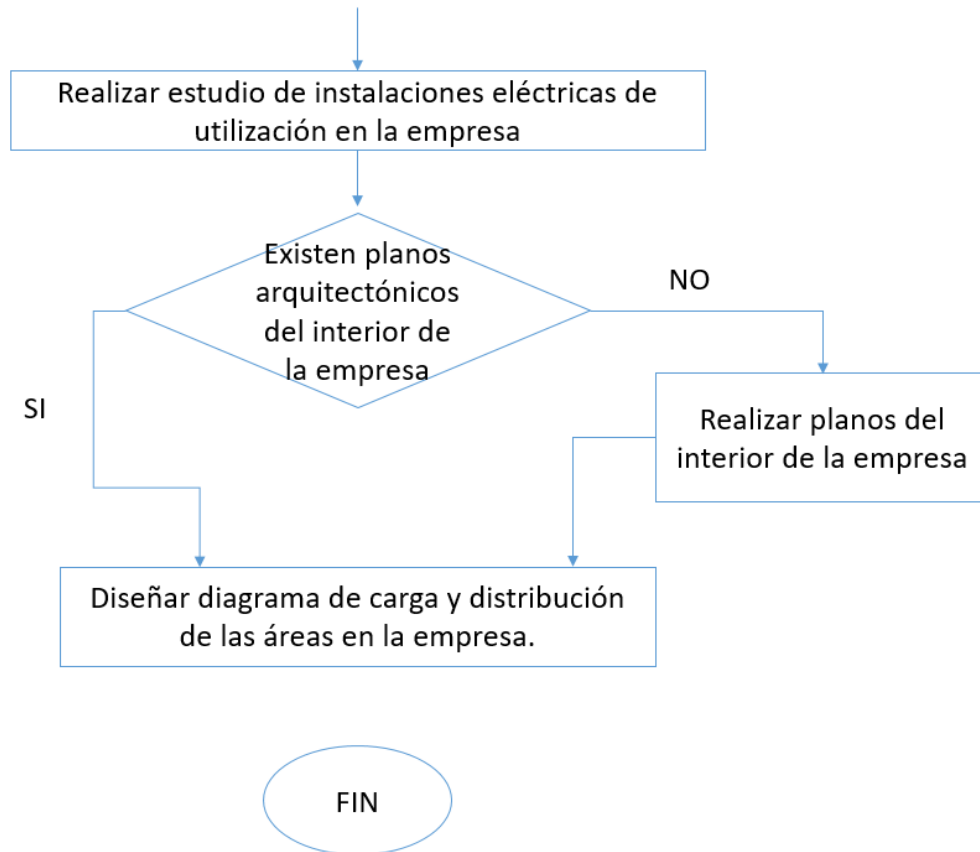
documentos es la de observación con su instrumento de recolección de datos la ficha de observación.

Esta ficha técnica será validada brindada fiabilidad a los datos obtenidos. Estas fichas serán validadas por especialistas en el tema tratado, brindando fiabilidad a los datos obtenidos.

### 3.5. Procedimientos

#### DIAGRAMA DE FLUJO





### 3.6. Método de Análisis de Datos

Todos los datos se van a adquirir mediante las fórmulas y tablas establecidas en el ambiente eléctrico, además de tener en cuenta las diversas normas eléctricas del país, que serán tomadas para el estudio presente.

### 3.7. Aspectos Éticos

Para esta investigación, se tendrá muy en cuenta los aspectos éticos, como la veracidad, la cual se tendrá presente al momento de realizar los cálculos eléctricos, sujetos a las normas eléctricas establecidas. Como también, el consentimiento, el cual, se obtendrá de los encargados de la empresa, para así poder realizar el estudio, y también, si se podrá tener en cuenta su participación en la investigación.

#### IV. Resultados

##### a) Realizar un inventario de los equipos de la empresa

Según lo que se planteó como primer objetivo, se realizó una tabla resumen del inventario de equipos de la empresa.

ÁREA	MÁQUINA	CANTIDAD	POTENCIA (KW)	POTENCIA TOTAL (KW)
Área de conformado de materiales	Torno CNC	08	7.5	60
	Fresadora	02	11	22
	Compresor	01	3.73	3.73
	Prensa mecánica	01	14.9	14.9
	Afiladora de brocas	01	0.6	0.6
	Fresadora taladro	01	1.5	1.5
	Taladro radial tipo bandera	01	2.25	2.25
	Taladro de Banco	01	0.249	0.249
	Impresora 3D	02	0.12	0.24
	Taladro manual	10	0.65	6.5
	Esmeril de Banco	02	0.18	0.36
Área de soldar	Máquina de Soldar 1	06	13.5	81
	Máquina de Soldar 2	06	7.5	45
Área de corte	Cortadora de Plasma	01	4.8	4.8

	Pulidora Angular	03	0.8	2.4
	Amoladora	10	2.4	24

Tabla 10 Inventario de máquinas. Fuente: Elaboración propia

En este cuadro resumen se muestran las cantidades requeridas de las máquinas que se obtuvieron por medio de la ficha de registro (Anexo 01) y la ficha de observación (Anexo 02), para luego colocarlas en un inventario general para la empresa (Anexo 03). Obteniendo la potencia de cada equipo, según su área de trabajo para poder calcular la demanda máxima de la empresa.

### b) Calcular la demanda máxima de la empresa

Según lo que se planteó como segundo objetivo, con los datos que se obtuvieron del inventario de máquinas se realizó un cuadro de cargas, teniendo en cuenta las normas establecidas por el CNE - Utilización. Para así obtener la demanda máxima de la empresa.

Área Techada ( $m^2$ )	Tipo de Carga	Área ( $m^2$ )	Potencia Instalada (W)	Factor de Demanda	Demanda Máxima
164.1 (Habitaciones)	Alumbrado y Tomacorrientes				
	Carga Básica	90	2500	1	2500
	Carga Adicional	74.1	1000	1	1000
32 (Oficinas)	Alumbrado y Tomacorrientes				
	Carga Básica	32	1600	0.9	1440
	Alumbrado y Tomacorrientes				
	Carga Básica	897.39	22434.75	1	22434.75
	Cargas Especiales				
	Descripción	Pot. Inst (Kw)	Pot. Inst. Total (Kw)	Factor de Utilización	Demanda Máxima
	Torno CNC	7.5	60	0.85	51
	Fresadora	11	22	0.85	18.7



897.39 (Área de Trabajo)	Fresadora	1.5	1.5	0.85	1.3
	Taladro				
	Máquina de Soldar 1	13.5	81	0.85	68.85
	Máquina de Soldar 2	7.5	45	0.85	38.25
	Compresor	3.73	3.73	0.85	3.17
	Taladro de Banco	0.249	0.249	0.85	0.21
	Taladro radial tipo bandera	2.25	2.25	0.85	1.91
	Prensa Mecánica	14.9	14.9	0.85	12.66
	Esmeril de Banco	0.18	0.36	1	0.36
	Pulidora	0.8	2.4	1	2.4
	Cortadora de Plasma	4.8	4.8	1	4.8
	Afiladora de brocas	0.6	0.6	1	0.6
	Impresora 3D	0.12	0.24	1	0.24
	Taladro	0.65	6.5	1	6.5
	Amoladora	2.4	24	1	24
<b>POTENCIA INSTALADA (KW)</b>					262.32
<b>Factor de Simultaneidad</b>					0.9
<b>DEMANDA MÁXIMA TOTAL (KW)</b>					236.09

*Tabla N° 11 Cuadro de demanda máxima en la empresa. Fuente: Elaboración propia*

En este cuadro se reflejan los datos obtenidos por el inventario de máquinas, para posteriormente realizar el cuadro de demanda máxima, tomando en cuenta las normas del CNE – Utilización Sección 050, en donde se sacaron los datos de los distintos causantes que participan en el cálculo de la demanda máxima, el cual nos

servirá para obtener la potencia total eléctrica que pueda satisfacer a la empresa y que nos servirá para el diseño de nuestra subestación tipo caseta con celdas.

### **c) Diseñar el tendido eléctrico en media tensión**

Se requirió la sujeción del trazo de diseño (punto de partida) para el trazado del tendido eléctrico y la ubicación de la empresa (Ver anexo N°4) donde se implementará la subestación eléctrica (punto de llegada). Por lo cual se le solicitó a la concesionaria de la zona Seal las coordenadas del punto de diseño y características de la línea eléctrica presentándose en coordenadas UTM (tabla N° 12) para fines del estudio según norma DGE 018-2002. Con ello se colocaron los puntos o vértice hasta la subestación tipo caseta al interior de la empresa, teniendo como resultado un tramo de tendido aéreo de 126.10 m y un tramo subterráneo de 48 m (tabla N° 13). Obteniendo el recorrido eléctrico se elaboró la configuración del armado de estructuras eléctricas que se requerirán para la elaboración del tendido eléctrico (Ver Anexo N°5), apoyándonos de la norma DGE 024-2003. Por lo que se diseñó un armado de medición (PMI), un armado derivación (D-01) y un armado de anclaje (A-01). En el armado de medición (PMI) se implementó, teniendo en consideración las condiciones del sistema, 6 cadenas de aisladores de suspensión, 3 seccionadores cut-out, un interruptor seccionador con apertura automática (Recloser) y un transformador mixto para el equipo de medición (Ver anexo N°6). Para el armado de derivación (D-01) se implementó para el cambio de dirección en 90° hacia la empresa, en el cual se requirió 6 aisladores de suspensión o anclaje (Ver anexo N°7). En el armado de anclaje o fin de línea y bajada subterránea (A-01) se requirió de 3 cadenas aisladores de suspensión y 2 aisladores tipo pin para la separación de líneas hacia las terminaciones para cable de media tensión hacia la bajada subterránea hasta el interior de la empresa (Ver Anexo N°8).

### Coordenadas UTM-DATUM WGS84

Vértice	Armado	Cuadrante	Coordenada este	Coordenada norte
V0 (punto de diseño)	S.E	18 L	579833.140	8248032.9300
V1 (PMI)	PMI	18 L	579841.882	8247997.9603
V2	D-01	18 L	579901.557	8247961.4036
V3	A-01	18 L	579891.557	8247944.0520

Tabla N° 12 Coordenadas UTM-DATUM WGS84. Fuente: Elaboración propia

### Distancia de tramo de tendido eléctrico

Vértice	Angulo (°)	Vano (m)	Recorrido(m)
V0 (punto de diseño)	0	0	0
V1 (PMI)	284	36.05	36.05
V2	328	70	106.05
V3	240	20.05	126.1
<b>TOTAL</b>	<b>Tramo aéreo</b>	<b>126.1</b>	
	<b>Tramo subterráneo</b>	<b>48.0</b>	

Tabla N° 13 Distancia de tramo de tendido eléctrico. Fuente: Elaboración propia

Para el diseño se tuvo como condiciones básicas para su cálculo electromecánico los siguientes datos:

CONDICIONES BASICAS ELECTRICAS	
CARACTERISTICAS	DATOS DE LA LINEA
Tensión Nominal de la red	22.9 KV
Tensión máxima de servicio	25KV
Potencia de corto circuito mínima	90 MVA
Máxima caída de tensión	3% sin regulación

<b>Factor de potencia</b>	0.8
<b>Máximas Perdidas de potencia</b>	3%
<b>Máximas pérdidas de energía</b>	1.50%

Tabla N° 14 Condiciones eléctricas básicas para diseño. Fuente: Norma DGE: Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural, 2003

<b>CONDICIONES BASICAS MECANICA</b>		
<b>CARACTERISTICAS</b>		<b>DATOS DE LA LINEA</b>
<b>Temperatura mínima</b>		10°C
<b>Temperatura media ambiental</b>		20°C
<b>Temperatura máxima de operación</b>		40°C
<b>Velocidad del viento</b>		90 Km/h
<b>Coefficiente de seguridad de postes</b>		
	Condiciones anormales	2.5
	Condiciones normales	2.0

Tabla N°15 Condiciones mecánicas básicas para el diseño. Fuente: Norma DGE: Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificaciones rural, 2003.

Se calculó las características eléctricas principales del sistema (Ver tabla N°16) como también se determinó su nivel de aislamiento (Ver tabla N° 17) para la selección de sus componentes y equipos que se requerirán.

<b>Características principales del Sistema</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Unid</b>	<b>Valor requerido</b>
<b>Tensión de Línea</b>	Kv	22.9
<b>Corriente Nominal</b>	A	10.08
<b>Corriente de Corto Circuito</b>	KA	2.27
<b>Potencia de Corto Circuito</b>	KVA	90

Tabla N°16 Características principales del sistema. Fuente: Elaboración Propia

<b>Nivel de Aislamiento</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Unid</b>	<b>Valor calculado</b>
<b>Longitud mínima de fuga</b>	mm	625
<b>Sobretensiones atmosféricas</b>	kVp	125
<b>Sobretensiones a frecuencia industrial en seco</b>	Kv	50

*Tabla N°17 Nivel de aislamiento. Fuente: Norma DGE 018-2003*

Considerando las condiciones eléctricas y mecánicas del sistema se procedió a la selección de equipos que cumplirían estas. Para la selección de los conductores, según DGE 018-2003 se realizaron cálculos eléctricos que justificaran los conductores para el tendido tanto aéreo como subterráneo. Con ello se determinó las siguientes características principales del conductor que se requiere (Ver tabla N°18).

<b>LINEA DE MEDIA TENSION</b>		
<b>Recorrido de Línea</b>	<b>Aéreo</b>	<b>Subterráneo</b>
<b>Resistencia óhmica (<math>\Omega/km</math>)</b>	0.81	0.49
<b>Reactancia inductiva (<math>\Omega/km</math>)</b>	0.466	0.462
<b>Caída de Tensión (<math>\% \Delta V</math>)</b>	Tramo 01: 0.00196 Tramo 02: 0.00381 Tramo 03: 0.00109	0.00013
<b>Pérdida de Potencia (KW)</b>	0.031	0.00717
<b>Corriente de corto circuito (KA)</b>	10.51	15.99

*Tabla N° 18 Características de la línea en media tensión del sistema. Fuente: Elaboración propia.*

Se seleccionó el conductor AAAC de calibre 35 mm<sup>2</sup> cumple con lo requerido para el diseño de la línea área (Anexo N°9). Según la Resolución directoral 018 - 2003, recomienda que para cables aéreos se seleccione el tipo AAAC, de aleación de aluminio fabricados según norma IEC 1089, ASTM B398, ASTM B399. Para el tramo subterráneo desde el punto de anclaje hasta la subestación eléctrica al interior de la empresa se seleccionó el conductor N2XSJ de calibre 50 mm<sup>2</sup> por

cumplir con las características (Anexo N°10) que se requiere. Según INDECO el conductor N2XSY se emplea en sistemas de distribución y subtransmisión subterránea de energía ya que están fabricados por normas IEC 60502-2, IEC 60228, IEC 60332-1-2, UL 2556, UL 2556 que cumplen con las características que están establecidas en la norma DGE.

Se consideró colocar un interruptor seccionador con apertura automática (recloser) que para su selección cumplió las siguientes características eléctricas del sistema (ver tabla N°18) por ello se eligió el equipo NOVA 27 de Marca Promelsa (Anexo N°11). Se requirió un transformador mixto para el control de medición del sistema por la concesionaria. Para la selección del transformador de medición (transformix) se requirió tener las características eléctricas del sistema (ver tabla N°18), eligiendo el transformix marca OMEGA ELECTRIC (Anexo N°12). Se seleccionó del catálogo Silicon technology el seccionador CUT-OUT polimérico STCOR-27-38 (Anexo N°13) el cual cumple con las características eléctricas (ver tabla N°16) y características de aislamiento (ver tabla N°17) del sistema para su protección y cumple con las normas ANSI C37.41, ANSI C37.42 e IEC 60282-2. Para la selección de aisladores se tuvo en consideración las características eléctricas (Ver tabla N°16) y de aislamiento (Ver tabla N°17) del sistema según los cálculos y normas DGE por lo cual se seleccionó el aislador polimérico tipo PIN de marca Enersis Endesa (Ver anexo N°14) y el aislador polimérico tipo retención marca Enersis Endesa (Ver anexo N°15). Los aisladores tipo pin se utilizaron en los armados de anclaje y los aisladores de retención o suspensión se utilizaron en el armado de PMI y de derivación del sistema.

Según CNE Suministro se determina las alturas, cargas y retenidas en los armados de redes primarias, teniendo en consideración las condiciones básicas mecánicas (ver tabla N°15) y las distancias mínimas de seguridad. Por lo que se concluyó seleccionar el poste de 13metros/ 400 Kg para el tendido eléctrico aéreo (Ver Anexo N°16). Teniendo en consideración los esfuerzos mecánicos que actúan sobre los armados de cada tramo del tendido se obtuvo las cargas sobre los postes. Por lo que se concluyó colocar una retenida de 37° en el armado de PMI el cual era el armado con más esfuerzo en la línea (Ver anexo N° 19) para reducir las cargas del poste. Teniendo en consideración los siguientes datos mecánicos. (ver tabla N° 19).

Esfuerzos mecánicos sobre armados en media tensión									
Van o (m)	Tiro extre mo superi or (N)	MVC (Nm)	MTC (Nm)	MTR (Nm)	MVP (Nm)	MCW (Nm)	MRN Sin Reteni da (Nm)	MRN Con Reteni da (Nm)	Carga en la punta del poste (N)
20. 05	1754. 02	2643. 1	1566. 71	44885. 37	5883. 98	1571. 92	11665. 71	7450. 69	1036. 95
36. 05	1754. 21	5132. 23	1566. 88	44890. 23	5883. 98	1618. 87	14201. 96	7450. 86	1262. 39
70	1753. 92	1470. 02	1566. 62	44882. 81	5883. 98	1549. 78	10471. 4	7450. 6	930.7

Tabla N° 19. Esfuerzos sobre armados del tendido en media tensión. Fuente Elaboración propia

Cada configuración o armado cuenta con su puesta a tierra que cumple las características y distancias mínimas según DGE 018-2003. Por lo que se mide la potencia de la puesta a tierra teniendo en consideración las características eléctricas del sistema para la selección de sus componentes y accesorios. Para el armado de medición (PMI) se consideró 2 puestas a tierra ya que este cuenta con media tensión y baja tensión (Ver anexo N° 18), para los otros tipos de armados se detalló su puesta a tierra en su plano mencionado anteriormente.

#### **d) Diseñar una subestación tipo caseta con celdas**

Se realizó el diseño de la subestación eléctrica teniendo un área de 36.26 m<sup>2</sup> (4.90m x 7.40m) con muros concreto armado de F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>, con un espesor de 0.20 m. La losa del piso será construida con pendientes de 1% hacia las puertas accesos de la caseta y canales de 40cm x 50cm de profundidad donde recorrerá los cables para la distribución de celdas y equipos según su selección. Se dividirá en 2 ambientes: media tensión que dispondrá de un área de 19.8 m<sup>2</sup> (4.40mx4.5m) y baja tensión de 11.25 m<sup>2</sup> (2.5m x 4.5m). En la parte de media tensión se colocarán las celdas de llegada, de protección y de transformación, por la parte de baja tensión se implementará los tableros de distribución de cargas de toda la empresa

(Ver anexo N° 19). Se deberá tener en cuenta según el código nacional de electricidad las distancias mínimas de seguridad entre los individuos y las partes bajo tensión de la subestación eléctrica. Se calculó las características técnicas eléctricas de los equipos requeridos para la subestación mediante cálculos justificativos los cuales se basaron en las condiciones base del sistema (ver tabla N°14 y N°15) como resultado se obtuvo las características eléctricas para la subestación (ver tabla N°20).

<b>Características eléctricas de subestación</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Unid</b>	<b>Valor requerido</b>
<b>Potencia a instalar</b>	MVA	236.09
<b>Tensión de Línea</b>	Kv	22.9
<b>Corriente Nominal</b>	A	10.08
<b>Corriente de Corto Circuito</b>	KA	2.27

*Tabla N° 20 Características eléctricas del sistema para subestación eléctrica.  
Fuente: Elaboración propia*

La celda transformación dispondrá de un área total de 3 m<sup>2</sup> (2 m x 1.5 m) con una altura de 2.4 m que estará al interior del área de media tensión. Dispondrá de una ventana inferior y superior para una correcta circulación de aire dentro de la subestación, un transformador eléctrico que se encontrará empotrado por pernos tipo HILTI de 3/8" x 2". Esta celda dispondrá de un enmallado para la protección del personal técnico del transformador, cumpliendo con las distancias de seguridad apropiadas, según CNE-Distribución Tomo IV. La celda debe estar señalada por un letrero que diga "PELIGRO RIESGO ELECTRICO" y sus estructuras deberán tener conexión a tierra.

Para la selección del transformador eléctrico se consideró la demanda máxima de 236.09 KW (ver tabla N°11) para el cual se le aplica un componente de potencia y un factor de seguridad obteniendo la potencia del transformador en KVA (ver tabla N°21)

#### **Potencia del transformador**

<b>Datos</b>	<b>Unid</b>	<b>Valor</b>
<b>Demanda máxima</b>	KW	236.09



<b>Factor de potencia</b>	Cos Ø	0.80
<b>Factor de seguridad</b>	%	1.20
<b>Potencia de transformador</b>	354.14 KVA	
<b>Valor de trasfo en catalogo</b>	400 KVA	

Tabla N° 21 Características eléctricas de subestación eléctrica. Fuente: Elaboración propia

Se debe considerar los niveles aislamiento según CNE-Distribución Tomo IV se recomienda tomar los valores de las tablas de IEC-71 (ver tabla N°22). Por lo que se considera un transformador eléctrico marca EPLI de 400 KVA- 22.9 KV/ 0.4-0.23 KV (ver anexo N°20) para la celda de transformación.

#### Nivel de aislamiento para subestación eléctrica

<b>Tensión máxima del equipo Um KV (eficaz)</b>	Tensión no disruptiva al impulso (onda 1.2/50 µs) KV (pico)	Tensión no disruptiva a la frecuencia de la servicio KV (eficaz)
<b>24.0</b>	95	50

Tabla N° 22 Niveles de aislamiento para subestación eléctrica. Fuente: Norma IEC-71

Según CNE-Distribución Tomo IV se debe considerar una ventilación para la subestación tipo caseta la cual debe estar ubicada en la parte inferior y superior del transformador. Por lo cual se optó por la ventilación convencional que mediante bases de cálculo y teniendo en consideración las características del sistema se consideró una de sección de 0.67m<sup>2</sup> para la ventana inferior y superior de la subestación (Ver Anexo N°21).

Las celdas de llegada (remonte) y de protección son establecidas por el cumplimiento de las características eléctricas del sistema (ver tabla N°18) por lo tanto se establece las celdas SM6 de la marca Schneider electric por criterio de los investigadores por ser unidades modulares equipadas con instrumentos de corte y seccionamiento, estas celdas cumplen con las demandas en materia de la seguridad personal y de los equipos, y la comodidad de instalación y mantenimiento cumpliendo los estándares establecidos de las normas IEC 62271. Para la celda de

llegada se establece la SM6 modelo GAM2 de 24 kV (ver anexo N°22) por ser una unidad modular para la conexión de cables de entrada, como también para la celda de protección se estableció la SM6 modelo DM1-A de 24 KV (ver anexo N°23) por contener un interruptor automático SF6 y un seccionador de aislamiento para la protección del transformador.

La subestación tendrá canalización en el interior para la distribución de conductores hacia las celdas seleccionadas por lo considero en la parte de media tensión y baja tensión una canalización de 0.40m ancho y 0.50 m de profundidad estas abarcaran todo el recorrido de las celdas y tableros eléctricos (Ver anexo N°24).

#### **e) Diseñar las instalaciones eléctricas de baja tensión en interiores**

Teniendo en consideración el inventario de máquinas y distribución de áreas en la empresa (Ver anexo N°25) se realizó el diagrama unifilar de la instalación eléctrica interior de la empresa (Ver anexo N°26) basándonos en CNE-Utilización 2006. El centro de cargas en baja tensión se ubicó al interior de la caseta en un área de 11.25m<sup>2</sup>. Se distribuyó en 5 tableros industriales, en el tablero general en el cual se colocó el interruptor termomagnético teniendo en consideración la corriente nominal calculada del sistema de 607.74 A, se consideró en un interruptor tetrapolar Compact NS630B de la marca Schneider que cumple con las características del sistema y está fabricado bajo la norma IEC 60947-2 que es recomendada en las normas DGE, para el conductor se consideró el cable NYY 3-1x70mm<sup>2</sup> + 1x70mm<sup>2</sup>(N). Se elaboró un tablero por cada área de trabajo, por lo cual en el área de conformado de material y de soldadura se consideró un interruptor trifásico NR/NS 300 de la marca Schneider, para el área de corte se consideró un interruptor trifásico EZC150 de la marca Schneider y un interruptor monofásico para el área de habitaciones y oficinas como también a los equipos de trabajo con tensión 220V.

En el área de conformado de materiales se distribuyó en 8 circuitos principales de los cuales 6 fueron trifásicos (380V) y 2 monofásicos (220V) estos con sus interruptores y conductores seleccionados según las características del sistema para la derivación hacia los equipos de trabajo del área, esto se detalla en el plano del diagrama unifilar ST-01 Área de conformado de materiales. Como también en el área de soldadura se distribuyó en 3 circuitos trifásicos (380V) que se detallan

en ST-02 Área de soldadura en el diagrama unifilar de la empresa con sus interruptores y conductores seleccionados que cumplen sus características eléctricas. El área de corte se requirió la distribución de 4 circuitos monofásicos (220V) para la distribución de los equipos que corresponde al área esto se detalla en el ST-03 Área de corte del diagrama unifilar. Se consideró la implementación de un subtablero para el área de habitaciones y oficinas de tensión 220V como también de los equipos o circuitos de reserva que se considera en el sistema. Por consiguiente, se detalla en ST-04 Servicios generales en el diagrama unifilar del sistema. Las corrientes nominales consideradas en el sistema fueron por cada equipo según el área que le correspondía (Ver tabla N°23).

<b>Baja Tensión</b>			
<b>Área</b>	<b>Descripción</b>	<b>Corriente Nominal (A)</b>	<b>Corriente conductor (A)</b>
<b>Conformado de Materiales</b>	Torno CNC	96.86	121.07
	Fresadora	37.98	47.47
	Compresor	6.02	7.5
	Prensa Mecánica	24.04	30.05
	Afiladora de brocas	3.41	4.26
	Taladro	4.02	5.02
	Impresora 3D	1.36	1.7
	Taladro manual	36.93	46.16
	Esmeril de Banco	2.04	2.55
<b>Soldadura</b>	Máquina de soldar	203.4	254.25
<b>Corte</b>	Cortadora de plasma	27.27	34.09
	Pulidora angular	13.63	17.04
	Amoladora	136.36	170.45
<b>General</b>	Oficinas	8.18	10.23 A
	Habitaciones	19.88	24.85 A
	Área adicional	127.47	159.34

Tabla N° 23. Características eléctricas del sistema en baja tensión. Fuente: Elaboración propia

## V. Discusiones

Según la teoría para la realización de una ingeniería de detalle de una instalación eléctrica se deben tener en consideración como primer punto hallar la demanda máxima necesaria que requiere la empresa para su producción, por ello se tiene en consideración los siguientes datos: Carga instalada, capacidad instalada y carga máxima (Ramírez, 2004). Como base a esta información, para la obtención de datos necesarios para fines del estudio se realizaron los instrumentos de recolección de datos teniendo como objetivo organizar y recolectar datos técnicos de las cargas especiales instaladas al interior de la empresa. La empresa presenta áreas de trabajo detalladas en el capítulo IV en la presentación de resultados, los cuales presentan en el área de conformado de materiales un total de 30 equipos que suman una potencia de 42.679 KW, en el área de soldadura se cuenta con un total 12 máquinas y una potencia de 21 KW, en el área de corte se cuenta con un total de 14 equipos y una potencia de 8 KW. Corroborando con la tesis de grado de Criollo (2020), Diseño de las instalaciones eléctricas de bajo voltaje para la nueva infraestructura de la empresa metalmecánica IMEC considerando criterios de eficiencia energética. Que obtuvo como resultados que al comparar con la fundamentación teórica estaría acorde a lo que se menciona en las teorías existentes. Por ello, en base a nuestros resultados se concluye que se ha realizado un correcto procedimiento para la realización de un inventario de equipos de la empresa, ya que se puede obtener de este, datos esenciales para el desarrollo de la investigación.

La demanda máxima de la compañía como punto de partida para la investigación se calculó según teoría existente y corroborada la cual nos dice que se debe tener la sumatoria de las cargas básicas que son las áreas de oficinas y habitaciones, las cuales se calcularon por un factor de demanda y una potencia básica según el área que corresponda (CNE-Utilización,2006). Las cargas especiales se consideran según la potencia de cada equipo y un factor de simultaneidad según el número de circuitos y rubro de la empresa (Schneider Electric, 2010). Como resultado para la investigación se obtuvo una potencia a instalar de 262.32 KW, la cual fue la sumatoria de las cargas básicas y las cargas especiales de la empresa. Esta

potencia se le aplicó un factor de simultaneidad de 0.9 según IEC 60439. Teniendo como resultado una demanda máxima de 236.09 KW. Apoyándonos de la tesis de grado de Bravo (2018), Diseño del sistema de utilización en media tensión a nivel de 22.9KV y la subestación tipo caseta de 1000KVA para la empresa congelado Gutiérrez. Que tuvo como resultados una demanda máxima de 598.50 KW la cual se basó en fundamentación teórica, estaría acorde a lo que se menciona en las teorías existentes. Por lo tanto, los resultados de nuestra investigación han sido procesados correctamente con fines de estudio.

Teniendo en consideración los requerimientos para el trazado del tendido eléctrico en media tensión se solicitó la fijación del punto de diseño a la concesionaria de la zona (EM/DGE-018,2002). Seguidamente se realiza el trazado del trayecto de la línea de media tensión (aérea y subterránea). Luego se desarrolla la base de cálculos eléctricos y mecánicos de los conductor, equipos y apoyos que conforman la línea (Norma DGE-018,2003). Se presentó los requerimientos para la obtención de la fijación del punto de diseño por parte de la concesionaria que conllevó a la realización del trazado del recorrido eléctrico en media tensión el cual cuenta con una distancia de recorrido aéreo de 126.10 m y un recorrido subterráneo de 48 m. El recorrido aéreo cuenta con 3 tipos de armados los cuales se presentan como poste de medición (PMI), armado de derivación (D-01) y armado de anclaje (A-01) cada uno con sus respectivos accesorios y configuraciones. Se realizó la base de cálculos eléctricos y mecánicos la cual muestra como características principales la tensión nominal del sistema 22.9 KV, la corriente nominal 10.8, la corriente de corto circuito que es 2.27KA y una potencia de corto circuito de 90 MVA, como también el cálculo del nivel de aislamiento del sistema según la Norma DGE-018,2003 y la norma IEC 815. Estos datos apoyaron para la selección de los equipos, conductores y apoyos de los armados eléctricos del recorrido aéreo del sistema. Corroborando con la tesis de grado de Quilluya (2018), "Diseño de redes de distribución subterránea, subestaciones eléctricas, estudio de coordinación de protecciones de un sistema de distribución radial". Basa su estudio en la empresa R.D.R consultores y contratistas S.R.L. Mostro como resultados el trazado eléctrico para el tendido en media tensión como también los cálculos para la selección de los componentes. Apoyándonos metodológicamente se concluyó un correcto procedimiento con los fines del estudio.

Para el plan de una subestación eléctrica modelo caseta con celdas de protección se tuvo en consideración las teóricas existentes, las cuales nos dan como datos base la corriente nominal del sistema, la corriente de corto circuito, la tensión nominal de servicio y la potencia a instalar en la empresa (CCIP Perú ,2017). Para el dimensionamiento correcto de la subestación se tiene como base las distancias de seguridad para la distribución de celdas, equipos y accesorios como también el dimensionamiento de una correcta ventilación en la caseta (CNE- Distribución tomo IV). Se consideró un área de 36.26 m<sup>2</sup> para la subestación eléctrica las cuales se distribuirá en 2 ambientes: un área de 19.8m<sup>2</sup> para media tensión y otra área de 11.25 m<sup>2</sup> para baja tensión. Para la selección de celdas, equipos y accesorios se calculó las características principales de la subestación que fueron características eléctricas y niveles de aislamiento. Con ello se pudo seleccionar las celdas y equipos requeridos para el sistema. Para la celda de llegada se seleccionó la SM6 de modelo GAM-2, para la de protección la SM6 de modelo DM1-A, la celda de transformación dispondrá un área de 3m<sup>2</sup> y un transformador de 400 MVA marca EPLI, según las características del sistema. Para una óptima ventilación se contará con 2 ventanas de 0.67 m<sup>2</sup> en la parte superior e inferior de la caseta, según cálculos justificativos ya antes mencionados. Comparando los procedimientos con la tesis de grado de Chávez (2002), "Diseño, montaje, pruebas y puesta en servicio subestación eléctrica en 10/0,22kv planta industrial D'Onofrio" se observó las pautas a tomar en cuenta para la selección de cada parte que conforma una subestación: como transformador, cables de conexión y componentes de protección para la subestación. Con ello se concluye que los procedimientos tomados para el diseño de la subestación eléctrica fueron correctos.

Para el diseño de la red en baja tensión según la teoría existente, primero se obtuvo la corriente nominal del sistema, teniendo como dato la tensión del sistema (380 V o 220 v) y el factor de potencia (CNE Utilización, 2006). Para la selección de componentes eléctricos en la red de baja tensión, como: interruptores termomagnéticos, interruptor diferencial, conductor, tableros y accesorios, se tiene en consideración las características eléctricas sustentadas en la base de cálculos (CCIP Perú, 2017). La distribución eléctrica de la empresa partió desde la salida del transformador hasta el tablero general de sistema. El cual deriva la corriente a 3 sub tableros de distribución correspondiente a las 3 áreas de trabajo (área de

conformado de materiales, área de soldadura y área de corte) y un sub tablero correspondiente para el área de oficinas, habitaciones y áreas adicionales la cual su tensión será de 220V, estos serán ubicados en el área seleccionada para baja tensión en el interior de la caseta. Con la potencia eléctrica de cada área se pudo obtener una corriente nominal de 372.32 A para sistema trifásico y una corriente nominal de 376.55 A para sistema monofásico. Con la base de cálculos se pudo obtener la selección del conductor: para el sistema trifásico se usará el conductor N2XOH (máquinas) y para el sistema monofásico se usará el conductor NH-80 (iluminación, tomacorrientes, equipos monofásicos). Por cada circuito se hará uso de un interruptor termo magnético acompañado de un interruptor diferencial si es requerido, el cual deberá ser igual o mayor a la corriente que soporte el interruptor termo magnético. Las distribuciones de las áreas de trabajo fueron: área de conformado de materiales, área de soldadura y área de corte, y área de oficinas, habitaciones; esta fue definida en origen a la información que se obtuvo por el personal de la empresa “Innovaciones tecnológicas y servicios industriales S.A.C”, previa autorización. Corroborando con la tesis de grado de Criollo (2020), en donde realizó un procedimiento para el diseño del sistema de baja tensión, donde primero calculó la corriente nominal y caída de tensión para la selección del conductor, como también seleccionó las protecciones que se deben tener en cuenta a causa de fallas eléctricas. En donde, para todo cálculo y selección se basa en las normas eléctricas de su país, para así poder obtener un diseño correcto de su red de baja tensión. Apoyándonos metodológicamente para el desarrollo de la investigación se concluyó un correcto procedimiento.

## VI. Conclusiones

Los resultados de este trabajo de tesis, nos lleva a concluir que:

- Se realizó el inventario de máquinas con ayuda de las fichas de observación y registro, la cual nos permitió organizar las áreas de trabajo según los equipos que la empresa posee y obtener los datos técnicos necesarios para el presente estudio.
- De acuerdo a la teoría de demanda máxima, se calculó una demanda máxima de 236.09 KW, donde es la marca de salida para la implementación de la subestación eléctrica requerida para la empresa.
- El trayecto de la línea de Media Tensión está conformado por la línea aérea de 126.10 m y de conductor AAAC 35  $mm^2$ , y una línea subterránea de 48 m y de conductor N2XSJ 50  $mm^2$ . La línea aérea tendrá 3 postes de apoyo hasta la empresa, los cuales serán un poste de medición (PMI), un poste de derivación (D-01) y un poste de anclaje (A-01) los cuales fueron diseñados cumpliendo las normas establecidas y por criterio de los investigadores.
- Con la demanda máxima que se obtuvo, se calculó un transformador de potencia de 400 KVA para nuestra subestación tipo caseta, el área para la subestación tendrá 36.26  $m^2$ , la subestación tendrá una celda de remonte (donde llega el cable de media tensión), una celda de protección y una celda de transformación (donde se ubica el transformador de potencia).
- La red de baja tensión en la empresa estará conformada por tensiones de 380 V y 220 V. La tensión de 380 V estará conformada por las áreas de trabajo (área de conformado de materiales, área de soldadura y área de corte), y la tensión de 220 estará conformada por las áreas de oficinas, habitaciones, equipos monofásicos. Habrá 03 tableros generales para la red de 380 V (para cada área de trabajo) y 01 tablero general para la red de 220 V.



- Con la elaboración de la ingeniería de detalle se pudo realizar el proceso de diseño paso a paso del diseño eléctrico, demostrando mediante cálculos, normas y selección de equipos, la elaboración del diseño en media tensión y baja tensión para la empresa Importaciones Tecnológicas y Servicios Industriales SAC, en donde con una correcta elaboración y respetando las normas, la ampliación calculada será la correcta para abastecer a la empresa.

## **VII. Recomendaciones**

- Se recomienda usar para la implementación de la subestación equipos y accesorios eléctricos que cumplan con las especificaciones obtenidas en el capítulo IV, como también que cumplan con estándares de calidad en su fabricación de acuerdo a las normativas peruanas.
- Se recomienda para el planteamiento y cálculo de la red primaria el uso de diversos softwares para líneas de transmisión, para la obtención de datos más precisos de las características que se requieran para la implementación de la línea ya que los cálculos manuales son complejos lo cual se vuelve más tendente a errores, perjudicando el producto.
- Se recomienda la educación de los trabajadores de mantenimiento de la empresa “Importaciones tecnológicas y servicios industriales S.A.C” para la operabilidad de apertura y cierre de las celdas auto soportadas como también su mantenimiento.
- Se recomienda elaborar un informe de mantenimiento de los equipos seleccionados como también su operabilidad.
- Se recomienda la implementación de un generador eléctrico de emergencia automatizado para que se ponga en funcionamiento cuando se registre cortes de fluido eléctrico en la zona.

## REFERENCIAS

- ✓ SEYMOUR, Joseph y HORSLEY, Terry. Los siete tipos de problemas en el suministro eléctrico.  
Disponible:  
[https://download.schneider-electric.com/files?p\\_Doc\\_Ref=SPD\\_VAVR-5WKLPK\\_LS](https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=SPD_VAVR-5WKLPK_LS)
  
- ✓ GALCON (En línea). Importancia del mantenimiento en instalaciones eléctricas. 2020  
Disponible:  
<https://galconrd.com/posts/importancia-del-mantenimiento-en-instalaciones-electricas>
  
- ✓ SANCHEZ, Carmen y TOLEDO, Gabriela. Estudio, Análisis y evaluación de la siniestralidad laboral en las empresas del sector de construcción. Perú, 2013  
Disponible:  
[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4908/SANCHEZ\\_CARMEN\\_SINIESTRALIDAD\\_LABORAL\\_SECTOR\\_CONSTRUCCION.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4908/SANCHEZ_CARMEN_SINIESTRALIDAD_LABORAL_SECTOR_CONSTRUCCION.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  
- ✓ CRIOLLO, Rogger. Diseño de las instalaciones eléctricas de bajo voltaje para la nueva infraestructura de la empresa metalmecánica IMEC considerando criterios de eficiencia energética. Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2020.  
Disponible: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20989>
  
- ✓ MILLÁN, José. Diseño de las instalaciones eléctricas de una nave industrial destinada a la transformación de plásticos. España: Universitat Rovira i Virgili, 2009.  
Disponible: <http://deeea.urv.cat/public/PROPOSTES/pub/pdf/1319pub.pdf>

- ✓ TALLA, Elisa. Ahorro de energía eléctrica en una industria cervecera como estrategia de excelencia operativa. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2015.  
Disponible: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/4030>
- ✓ VELÁSQUEZ, María y Roncal, Rosa. Propuesta de un programa de ahorro de energía para disminuir los costos energéticos en el proceso productivo de metalmecánica de la empresa “ipsycom ingenieros S.R.L. Perú: Universidad Privada del Norte, 2016.  
Disponible: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/9890>
- ✓ ESPINOZA, Rodolfo. Plan de mantenimiento en base a registros históricos de falla en redes de distribución eléctrica Arequipa. Perú: Universidad Nacional San Agustín, 2019.  
Disponible: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8535>
- ✓ NORMA DGE (en línea). Terminología en electricidad. Perú: R.M N° 091 – 2002  
Disponible:  
<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/electricidad/legislacion/rm091-2002-em-vme-TERMINOLOGIA.pdf>
- ✓ MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Especificaciones técnicas para el suministro de materiales y equipos de líneas y redes primarias para electrificación rural, 2003.  
Disponible:  
<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/electricidad/legislacion/rd026-2003-EM-DGE.pdf>
- ✓ NORMA IEEE 142. Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems, 2007

- Disponible: [IEEE Std 142-2007 \(Revision of IEEE Std 142-1991\) IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems \(rpi.edu\)](#)
- ✓ NORMA TECNICA PERUANA. Seguridad eléctrica, electrodos de cobre para puesta a tierra. NTP 370.056, 1999  
Disponible: [https://prevencionlaboralrimac.com/Cms\\_Data/Contents/RimacDataBase/Media/legislaciones/LEG-8588686580999157842.pdf](https://prevencionlaboralrimac.com/Cms_Data/Contents/RimacDataBase/Media/legislaciones/LEG-8588686580999157842.pdf)
  - ✓ NORMA UNE 20460–5-523. Instalaciones eléctricas en edificios, 2004  
Disponible: [Norma Une 20460-5-523/2004 - Google Drive](#)
  - ✓ ELÉCTRICA – La Guía del Electricista (En línea). Subestaciones eléctricas, 2011  
Disponible: <https://electrica.mx/wp-content/uploads/2019/02/Electrica34.pdf>
  - ✓ OSINERGMIN (En línea). La industria de la electricidad en el Perú. 2017  
Disponible: [https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/Institucional/Estudios\\_Economicos/Libros/Osinergmin-Industria-Electricidad-Peru-25anios.pdf](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Industria-Electricidad-Peru-25anios.pdf)
  - ✓ LINARES, Javier. Diseño de Subestaciones de Media Tensión. Colombia: Universidad Autónoma de Occidente, 2009  
Disponible: <http://red.uao.edu.co/bitstream/10614/6146/1/T04146.pdf>
  - ✓ PÉREZ, Jesús. Cómo diseñar sistemas eléctricos. Editorial: Diana (En línea)  
Disponible: <http://www.amperonline.com/sites/library/Como%20dise%C3%B1ar%20sistemas%20electricos.pdf>

- ✓ Capítulo 05: Distribución Eléctrica. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2008  
Disponible: <http://files.pucp.edu.pe/departamento/economia/LDE-2008-02-08.pdf>
  
- ✓ INNECSOL. Instalaciones Eléctricas  
Disponible: <https://www.inneconsol.mx/instalaciones-electricas/>
  
- ✓ MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Código Nacional de Electricidad – Utilización. Perú, 2006  
Disponible: <http://www.pqsperu.com/Descargas/NORMAS%20LEGALES/CNE.PDF>
  
- ✓ MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Código Nacional de Electricidad – Suministro. Perú, 2011  
Disponible: <http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2011/Mayo/05/RM-214-2011-MEM-DM.pdf>
  
- ✓ MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Resolución Directoral Norma 018 – 2002 – EM/DGE. Perú  
Disponible: <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/electricidad/legislacion/rd018-2002-em.pdf>
  
- ✓ MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Normas DGE – Simbología. Perú  
Disponible: <http://ayb.pe/wp-content/uploads/2017/08/Simbolos-Graficos-en-electricidad.pdf>
  
- ✓ Subestaciones y Tableros de Distribución. Documento  
Disponible: [http://aducarte.weebly.com/uploads/5/1/2/7/5127290/subestaciones\\_y\\_tableros\\_de\\_distribucion.pdf](http://aducarte.weebly.com/uploads/5/1/2/7/5127290/subestaciones_y_tableros_de_distribucion.pdf)

- ✓ Subestaciones Eléctricas. Documento  
Disponible:  
[http://s4887e6ebc61586c5.jimcontent.com/download/version/1317798972/module/5206262759/name/aparamenta\\_subestaciones\\_electricas.pdf](http://s4887e6ebc61586c5.jimcontent.com/download/version/1317798972/module/5206262759/name/aparamenta_subestaciones_electricas.pdf)
  
- ✓ ENRIQUEZ, Gilberto. El ABC de las instalaciones eléctricas industriales.  
Edit: LIMUSA, México, 2001  
Disponible:  
<https://pdfslide.net/documents/146366108-el-abc-de-las-instalaciones-electricas-industriales-pdf.html>
  
- ✓ QUILLUYA, Rudy. Diseño de redes de distribución subterránea, subestaciones eléctricas, estudio de coordinación de protecciones de un sistema de distribución radial. Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2018  
Disponible:  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6998/ELqusare.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  
- ✓ Tecnológico de Monterrey. Distribución de la Energía Eléctrica.  
Disponible:  
[https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/632615/8\\_t4s2\\_c11\\_pdf\\_1.pdf?sequence=1](https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/632615/8_t4s2_c11_pdf_1.pdf?sequence=1)
  
- ✓ Comisión Federal de Electricidad. Diseño de Subestaciones Eléctricas de distribución en Bajo Perfil y encapsuladas en SF6.  
Disponible:  
<https://lapem.cfe.gob.mx/normas/construccion/pdfs/E/DCDSEBPE.pdf>
  
- ✓ SUAREZ, Pedro. Diseño de un plan de gestión de calidad e inspección en la construcción de subestaciones eléctricas. Costa Rica: Instituto tecnológico de Costa Rica, 2011

Disponible: <https://core.ac.uk/download/pdf/61000716.pdf>

- ✓ ENRÍQUEZ, Gilberto. Elementos de Diseño de Subestaciones Eléctricas. Edit: LIMUSA, México  
Disponible:  
<http://www.amperonline.com/sites/library/Elementos%20Dise%C3%B1o%20de%20subestaciones%20Electricas.pdf>
  
- ✓ Schneider Electric. Guía de Diseño de Instalaciones Eléctricas 2020  
Disponible:  
[https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=Application+solutions&p\\_File\\_Name=020511\\_E10-guia-diseno-instalac-electricas.pdf&p\\_Doc\\_Ref=020511E10](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Application+solutions&p_File_Name=020511_E10-guia-diseno-instalac-electricas.pdf&p_Doc_Ref=020511E10)
  
- ✓ ZUBIETA, José. Diseño de las Instalaciones Eléctricas para las Oficinas y Almacén de Productos del Hogar de Duprée en el Distrito de Ate. Perú: Universidad Tecnológica del Perú, 2018  
Disponible:  
[http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/2522/3/Jose%20Jaimes\\_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional\\_Titulo%20Profesional\\_2019.pdf](http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/2522/3/Jose%20Jaimes_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2019.pdf)
  
- ✓ RUBIO, José. análisis del suministro de energía eléctrica de la planta procesadora de limón y mango de agroindustrias AIB – Motupe – Lambayeque en el marco de la norma técnica de calidad de los servicios eléctricos. Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2018  
Disponible:  
<http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/2674/BC-TES-TMP-1543.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  
- ✓ OSINERGMIN. Supervisión de las Instalaciones de Distribución Eléctrica por Seguridad Pública. Perú, 2013  
Disponible:  
<https://www.osinergmin.gob.pe/newweb/uploads/Publico/OficinaComunicaci>



[ones/EventosRealizados/ForoTumbes/3/4.-%20Supervision%20de%20las%20Instalaciones%20de%20Distribucion%20Electrica.pdf](#)

- ✓ MATTOS, Harry. Proyecto de instalación de líneas de distribución en media tensión en fábrica Cerestar Ibérica. Perú: Universidad de Piura, 2009  
Disponible: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1445/IDP\\_IME\\_028.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1445/IDP_IME_028.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  
- ✓ MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Reglamento de seguridad y salud en el trabajo con electricidad – 2013  
Disponible: <http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2013/Marzo/27/RM-111-2013-MEM-DM.pdf>
  
- ✓ CÓRDOVA, Edson. Diseño de subestaciones de transmisión de potencia convencional mediante la elaboración de una herramienta computacional en Microsoft Excel. Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2018  
Disponible: [http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1208/1/TL\\_CordovaSaavedraEdson.pdf.pdf](http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1208/1/TL_CordovaSaavedraEdson.pdf.pdf)
  
- ✓ MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural.  
Disponible: <http://www.minem.gob.pe/archivos/prepublicacion-wz3x7s0f6ozzhzs637gi.pdf>
  
- ✓ MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Conexiones eléctricas en baja tensión en zonas de concesión de distribución. Perú, 2004  
Disponible: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/95070/RM\\_442\\_2004\\_DM.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/95070/RM_442_2004_DM.pdf)


- ✓ PROMELSA. Transformadores de Distribución Monofásica – Trifásica. Perú, 2010

Disponible:

<http://www.promelsa.com.pe/pdf/cat-transformadores-promelsa.pdf>

## ANEXOS

### ANEXO N° 01: FICHA DE REGISTRO

FICHA DE REGISTRO DE MAQUINARIA			
REALIZADO POR:		FECHA:	
MÁQUINARIA/EQUIPO	UBICACIÓN		
MARCA	SECCIÓN		
MODELO	AÑO DE FABRICACION		
FECHA DE INSTALACION	CODIGO		
CARACTERISTICAS GENERALES			
ALTURA	ANCHO	LARGO	
CARACTERISTICAS TÉCNICAS			
POTENCIA (KW)	TENSIÓN (V)	INTENSIDAD(A)	FRECUENCIA (HZ)
FUNCIÓN		FOTO DE LA MÁQUINA/EQUIPO	

FICHA DE REGISTRO DE MAQUINARIA



<b>REALIZADO POR:</b>	CÁRDENAS - GARCÍA	<b>FECHA:</b>	28/11/2020
<b>MÁQUINARIA/EQUIPO</b>	MÁQUINA DE SOLDAR	<b>UBICACIÓN</b>	TALLER
<b>MARCA</b>	SOLANDINAS	<b>SECCIÓN</b>	MÁQUINAS DE SOLDAR
<b>MODELO</b>	TRC - 300	<b>AÑO DE FABRICACION</b>	2015
<b>FECHA DE INSTALACION</b>	22-mar-18	<b>CODIGO</b>	SOLD - 001
<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>			
<b>ALTURA</b>	<b>ANCHO</b>	<b>LARGO</b>	
76 cm	36 cm	59 cm	
<b>CARACTERISTICAS TÉCNICAS</b>			
<b>POTENCIA (KW)</b>	<b>TENSIÓN (V)</b>	<b>INTENSIDAD(A)</b>	<b>FRECUENCIA (HZ)</b>
13.5	220	97	60
<b>FUNCIÓN</b>		<b>FOTO DE LA MÁQUINA/EQUIPO</b>	
<p>Permite soldar con electrodos ferrosos y no ferrosos hasta 5/32" de diámetro en 6011 y aluminio , electrodos de 1/8" de diámetro en E-7018 y 6013. La corriente DC se caracteriza por tener un arco más estable, menos salpicaduras, fácil encendido, más facilidad para soldar piezas delgadas y mayor facilidad en soldadura en toda posición. Una corriente AC produce un menor efecto de soplo magnético del arco de soldadura.</p>			

## FICHA DE REGISTRO DE MAQUINARIA




<b>REALIZADO POR:</b>	CÁRDENAS - GARCÍA	<b>FECHA:</b>	28/11/2020
<b>MÁQUINARIA/EQUIPO</b>	MÁQUINA DE SOLDAR	<b>UBICACIÓN</b>	TALLER
<b>MARCA</b>	MILLERMATIC	<b>SECCIÓN</b>	MÁQUINAS DE SOLDAR
<b>MODELO</b>	SERIE 252	<b>AÑO DE FABRICACION</b>	2015
<b>FECHA DE INSTALACION</b>	19-feb-20	<b>CODIGO</b>	SOLD - 002
<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>			
<b>ALTURA</b>	<b>ANCHO</b>	<b>LARGO</b>	
76.20 cm	48.26 cm	101.6	
<b>CARACTERISTICAS TÉCNICAS</b>			
<b>POTENCIA (KW)</b>	<b>TENSIÓN (V)</b>	<b>INTENSIDAD(A)</b>	<b>FRECUENCIA (HZ)</b>
7.5	380	30 - 300	60
<b>FUNCIÓN</b>		<b>FOTO DE LA MÁQUINA/EQUIPO</b>	
<p>Permite soldar con electrodos ferrosos y no ferrosos hasta 5/32" de diámetro en 6011 y aluminio , electrodos de 1/8" de diámetro en E-7018 y 6013. La corriente DC se caracteriza por tener un arco más estable, menos salpicaduras, fácil encendido, más facilidad para soldar piezas delgadas y mayor facilidad en soldadura en toda posición. Una corriente AC produce un menor efecto de soplo magnético del arco de soldadura.</p>			

FICHA DE REGISTRO DE MAQUINARIA



<b>REALIZADO POR:</b>	CÁRDENAS - GARCÍA	<b>FECHA:</b>	28/11/2020
<b>MÁQUINARIA/EQUIPO</b>	FRESADORA TALADRO	<b>UBICACIÓN</b>	TALLER
<b>MARCA</b>	ZAY7550	<b>SECCIÓN</b>	FRESADORA
<b>MODELO</b>	550 - 1	<b>AÑO DE FABRICACION</b>	2014
<b>FECHA DE INSTALACION</b>	05-jul-19	<b>CODIGO</b>	FRES - 001
CARACTERISTICAS GENERALES			
<b>ALTURA</b>	<b>ANCHO</b>	<b>LARGO</b>	
185 cm	135 cm	122 cm	
CARACTERISTICAS TÉCNICAS			
<b>POTENCIA (KW)</b>	<b>TENSIÓN (V)</b>	<b>INTENSIDAD(A)</b>	<b>FRECUENCIA (HZ)</b>
1.5	380	2.4	60
FUNCIÓN		FOTO DE LA MÁQUINA/EQUIPO	
<p>Herramienta diseñada para mecanizar metales, madera y otros materiales sólidos. También se conoce como máquina multitarea porque son máquinas multiusos capaces de fresar y también de torneear los materiales.</p>			

## ANEXO N°3 02: FICHA DE OBSERVACIÓN

ficha de observación de maquinaria							
Realizado por:				Fecha:			
Maquinaria/equipo				Ubicación			
Marca				Sección			
Modelo				Código			
Características Generales							
Altura				Ancho			
				Largo			
Características Técnicas							
Potencia(KW)		Tensión(V)		Vel. Rot. (RPM)		Intensidad (A)	
FUNCION				FOTO DE MAQUINA			

ficha de observación de maquinaria



Realizado por:	CÁRDENAS – GARCÍA	Fecha:	28/11/20		
Maquinaria/equipo	TORNO	Ubicación	TALLER		
Marca	OFA MACHINES	Sección	TORNOS		
Modelo	CS6266C - 1500	Código	TOR-001		
<b>Características Generales</b>					
Altura	145 cm	Ancho	97.5 cm	Largo	263.2 cm
<b>Características Técnicas</b>					
Potencia(KW)	Tensión(V)		Vel. Rot. (RPM)		Intensidad (A)
7.5	380		310		
<b>FUNCION</b>			<b>FOTO DE MAQUINA</b>		
<p>Puede realizar torneado interior y exterior, torneado cónico, extremo que mira, y otras partes rotatorias de inflexión.                      Genera roscas en pulgadas, módulo, métrica y D. P.                      Realizar la perforación, escariado, alisado y ranura                      Mecaniza todo tipo de acciones en los planos y formas irregulares</p>					



ficha de observación de maquinaria



Realizado por:	CÁRDENAS – GARCÍA	Fecha:	28/11/20		
Maquinaria/equipo	TORNO	Ubicación	TALLER		
Marca	OFA MACHINES	Sección	TORNOS		
Modelo	CS6266C - 2000	Código	TOR-002		
<b>Características Generales</b>					
Altura	145 cm	Ancho	97.5 cm	Largo	313.2 cm
<b>Características Técnicas</b>					
Potencia(KW)	Tensión(V)		Vel. Rot. (RPM)		Intensidad (A)
7.5	380		310		
<b>FUNCION</b>			<b>FOTO DE MAQUINA</b>		
<p>Puede realizar torneado interior y exterior, torneado cónico, extremo que mira, y otras partes rotatorias de inflexión.                      Genera roscas en pulgadas, módulo, métrica y D. P.                      Realizar la perforación, escariado, alisado y ranura                      Mecaniza todo tipo de acciones en los planos y formas irregulares</p>					

ficha de observación de maquinaria






Realizado por:	CÁRDENAS - GARCÍA	Fecha:	28/11/20		
Maquinaria/equipo	COMPRESOR	Ubicación	TALLER		
Marca	CAMPBELL HAUSFELD	Sección	COMPRESORAS		
Modelo	CE3000	Código	COMP - 001		
<b>Características Generales</b>					
Altura	180.34	Ancho	78.74 cm	Largo	58.42 cm
<b>Características Técnicas</b>					
Potencia(KW)	Tensión(V)		Vel. Rot. (RPM)		Intensidad (A)
3.73	230		-		22
<p style="text-align: center;"><b>FUNCION</b></p> <p>Máquina diseñada para tomar el aire del ambiente —o gas, dependiendo del uso que se le quiera dar—, almacenarlo y comprimirlo dentro de un tanque llamado calderín y con ese aire, dar potencia a otras herramientas neumáticas.</p>			<p style="text-align: center;"><b>FOTO DE MAQUINA</b></p>		


ficha de observación de maquinaria





Realizado por:	CÁRDENAS - GARCÍA	Fecha:	28/11/20
Maquinaria/equipo	FRESADORA	Ubicación	TALLER
Marca	HELLER	Sección	FRESADORAS
Modelo	HC98636	Código	FRES - 001
Características Generales			
Altura	185 cm	Ancho	165 cm
		Largo	215 cm
Características Técnicas			
Potencia(KW)	Tensión(V)	Vel. Rot. (RPM)	Intensidad (A)
11	380 V	1250	
<b>FUNCIÓN</b>  Herramienta diseñada para mecanizar metales, madera y otros materiales sólidos. También se conoce como máquina multitarea porque son máquinas multiusos capaces de fresar y también de torneear los materiales.		<b>FOTO DE MAQUINA</b>  	

### ANEXO N° 03: INVENTARIO DE MÁQUINAS

INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS CON EL INSTRUMENTO DE FICHAS DE OBSERVACIÓN						
NOMBRE	TIPO DE MÁQUINA - EQUIPO (MANUAL, ELÉCTRICA)	MARCA MODELO	POTENCIA	ESTADO	CANTIDAD	REGISTRO FOTOGRÁFICO
TORNO CNC	ELECTRO MANUAL	REXON CD6260C - 1500	7.5 KW	OPERATIVO	04	
	ELECTRO MANUAL	OFA MACHINES CS6266C - 2000	7.5 KW	OPERATIVO	04	
FRESADORA	ELECTRO MANUAL	DEBER FU 180 M	11 KW	OPERATIVO	02	

COMPRESOR	ELECTROMANUAL	CAMPBELL HAUSFELD CE 3000	3.73 KW	OPERATIVO	01	
-----------	---------------	---------------------------	---------	-----------	----	---

### INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS CON EL INSTRUMENTO DE FICHAS DE REGISTRO

NOMBRE	TIPO DE MÁQUINA - EQUIPO (MANUAL, ELÉCTRICA)	MARCA MODELO	POTENCIA	ESTADO	CANTIDAD	REGISTRO FOTOGRÁFICO
MÁQUINA DE SOLDAR	ELECTROMANUAL	SOLANDINAS TRC - 300	13.5 KW	OPERATIVO	06	
	ELECTROMANUAL	MILLERMATIC SERIE252	7.5KW	OPERATIVO	06	
FRESADORA TALADRO	ELECTROMANUAL	ZAY75550	1.5KW	OPERATIVO	01	

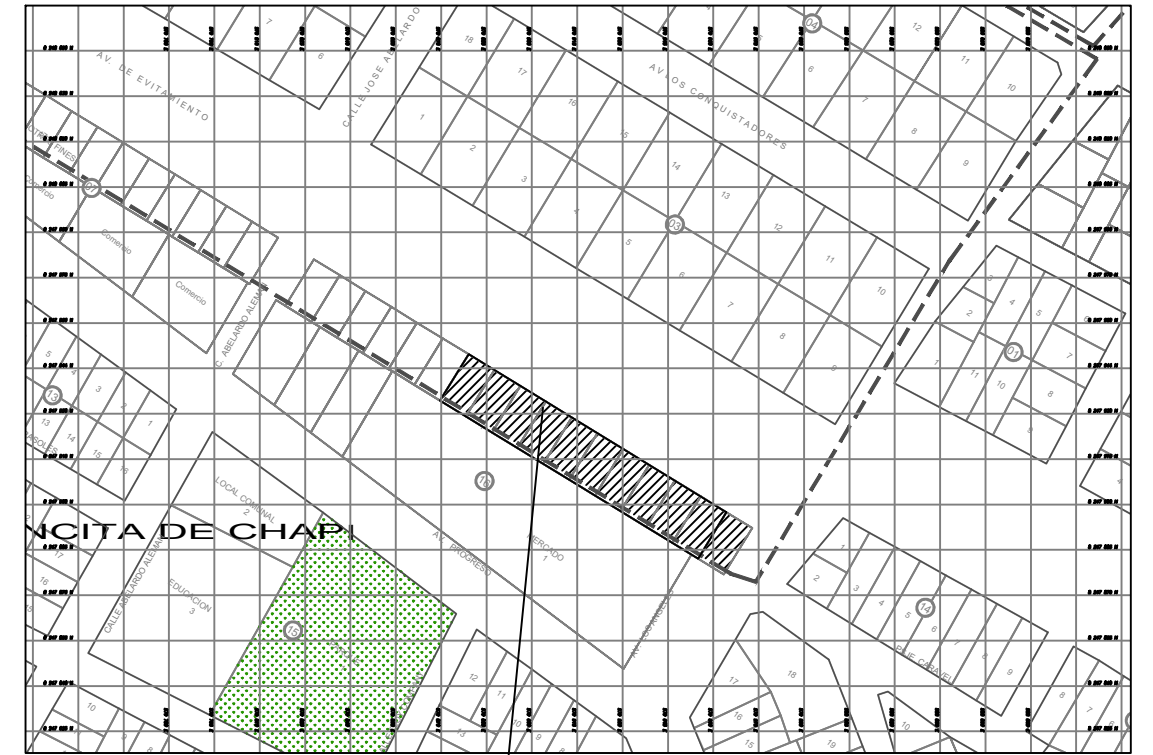
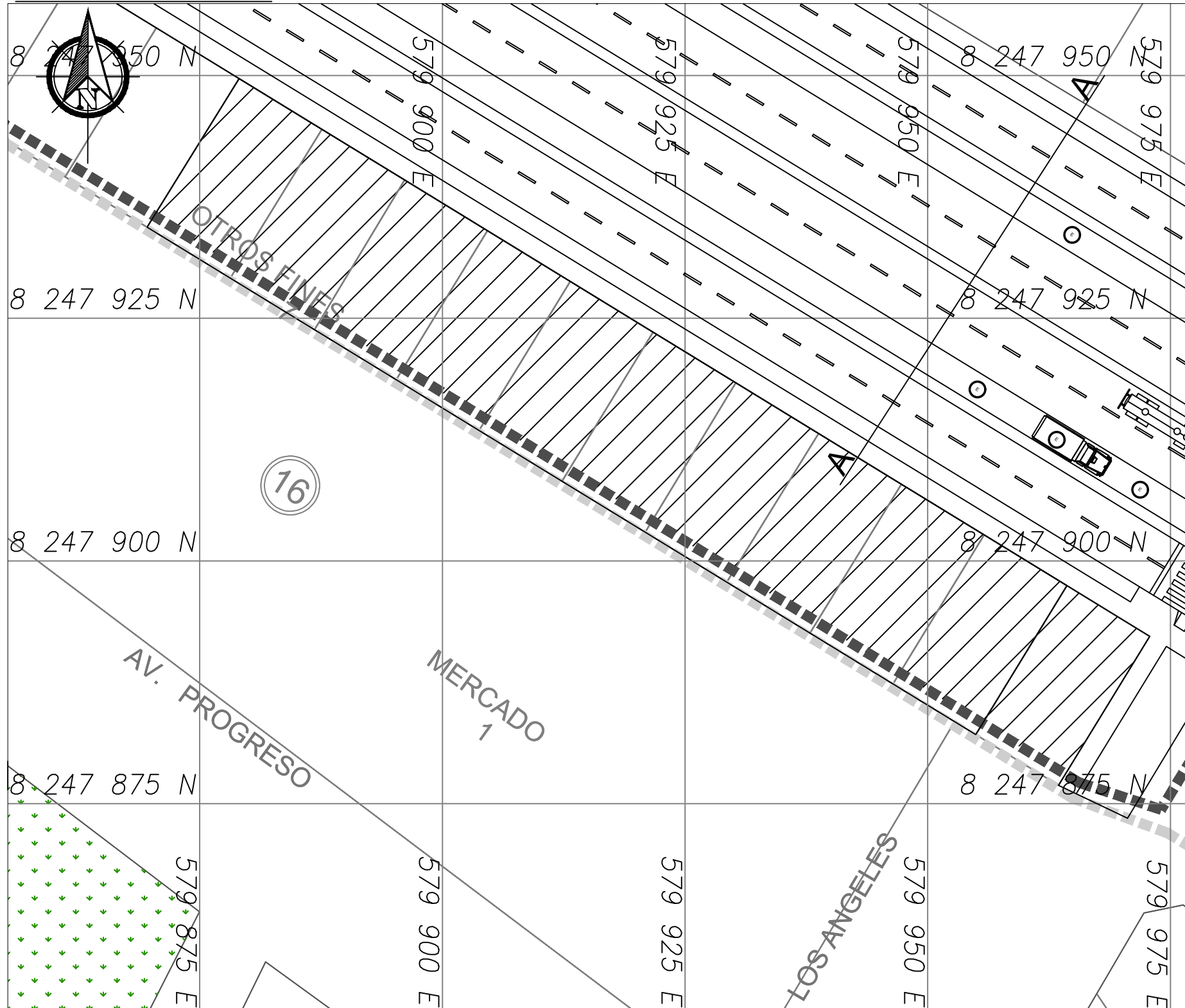
						
TALADRO	ELECTRO MANUAL	DEWALT DWD024K- B2	650 W	OPERATIV O	10	
AMOLADO RA	ELECTRO MANUAL	DEWALT DWE 4597	2400 W	OPERATIV O	10	
IMPRESOR AS 3D	ELECTRO AUTOMATI CA	Prusa Original i3 MK3S	0.12 KW	OPERATIV O	02	
TALADRO RADIAL TIPO BANDERA	ELECTRO MANUAL	FAMA	2.25	OPERATIV O	01	

TALADRO DE BANCO	ELECTRO MANUAL	TRUPER	0.249KW	OPERATIVO	01	
ESMERIL DE BANCO	ELECTRO MANUAL	BLACK&DECKER	0.18	OPERATIVO	02	
PULIDORA ANGULAR	ELECTRO MANUAL	FURIUS	0.8KW	OPERATIVO	03	
PRENSA MECANICA	ELECTRO MANUAL	ERFURT	14.9KW	OPERATIVO	01	
AFILADOR A DE BROCAS	ELECTRO MANUAL	OPTIMUN	0.6KW	OPERATIVO	01	
CORTADORA DE PLASMA	ELECTRO MANUAL	URREA	4.8	OPERATIVO	01	


**ANEXO N° 04: Plano de Ubicación de la empresa**

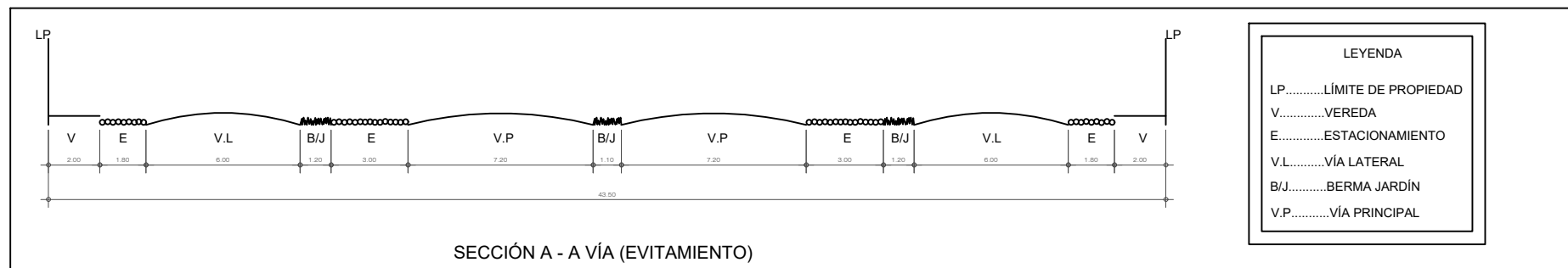


**PLANO DE UBICACIÓN** ESCALA : 1/500

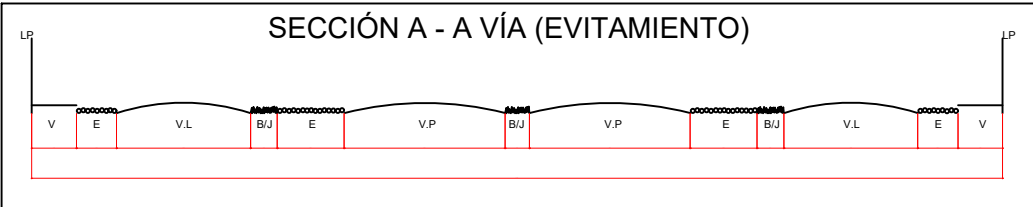
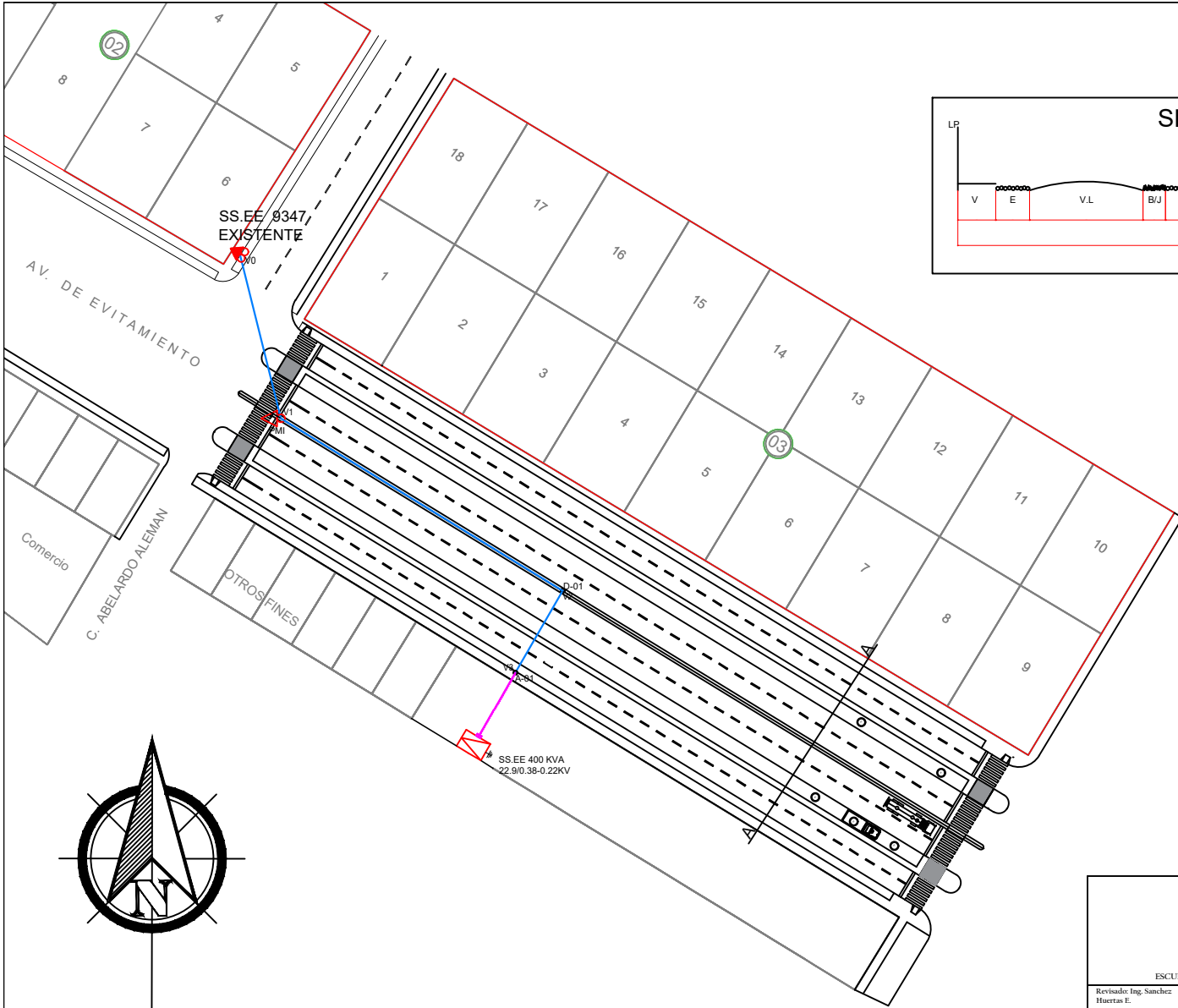


**ESQUEMA DE LOCALIZACION**  
ESCALA : 1/2500

ZONIFICACION	: I
DEPARTAMENTO	: AREQUIPA
PROVINCIA	: CARAVELÍ
DISTRITO	: CHALA
URBANIZACION	: ASOCIACIÓN DE VIVIENDA MECÁNICOS
NOMBRE DE LA VIA:	AV. EVITAMIENTO
N.º DEL INMUEBLE	: ---
MANZANA	: 16
LOTE	: 2-10
ADMINISTRADO:	-----
PROYECTO:	PLANTA
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA	PLANO: <b>PLANO DE UBICACIÓN DE EMPRESA</b> PROYECTO: Ingeniería de detalle en media y baja tensión para la ampliación del servicio eléctrico en la empresa "Importaciones Tecnológicas y servicios Industriales S.A.C"
	ESTUDIANTES: <b>CARDENAS MALCA, FLAVIO</b> <b>GARCÍA LANDA, FERNANDO</b>
PROYECTO DE TESIS	FECHA: <b>JULIO 2021</b> ESCALA: <b>INDICADA</b>



**Anexo N° 05: Trazado de Línea de Media Tensión**




LEYENDA DE SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
○	Poste C.A.C. Proyectado
⚡	Transformador Medida en Monoposte
⚡	Subestación Aérea Biposte Existente
—	Línea Proyectada en Media tensión 22.9KV
—	Línea Subterránea en Media Tensión 22.9KV
⚡	Subestación Eléctrica Tipo Caseta de 250KV
⚡	Buzon de Inspección de Media Tensión
□	Puesta a tierra

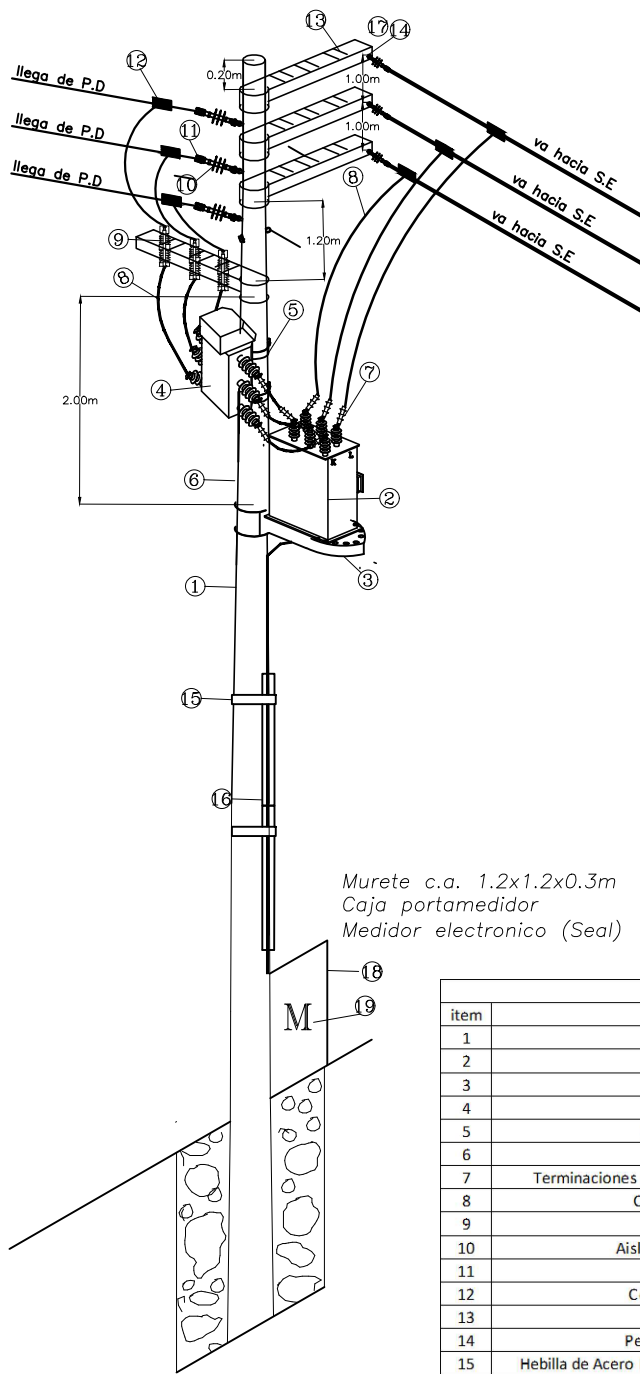
LEYENDA	
LP.....	LÍMITE DE PROPIEDAD
V.....	VEREDA
E.....	ESTACIONAMIENTO
V.L.....	VÍA LATERAL
B/J.....	BERMA JARDÍN
V.P.....	VÍA PRINCIPAL

Coordenadas UTM-DATUM WGS84					
Vertice	Cuadrante	Coordenada este	Coordena norte	angulo	distancia
V0	18L	579833.140	8248032.930	0	0
V1	18L	579841.882	8247997.960	284	36.05
V2	18L	579875.994	8247977.071	328	70
V3	18L	579891.557	8247944.052	240	20.05

LEYENDA DE ARMADOS	
SÍMBOLO	DESCRIPCION
D-01	Armado de derivacion
PMI	Poste de medicion interperie
A-01	Armado de anclaje

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA-ELECTRICA	<b>PLANO: TRAZADO DE LINEA DE MEDIA TENSION</b>	
	PROYECTO: Ingeniería de detalle en media y baja tensión para la ampliación del servicio eléctrico en la empresa "Importaciones Tecnológicas y servicios Industriales S.A.C"	
Revisado: Ing. Sanchez Huertas E. Aprobado: Ing. Sanchez Huertas E.	<b>TESIS</b> ASESOR: ING. SANCHEZ HUERTAS ENRIQUE	ESTUDIANTES: CARDENAS MALCA, FLAVIO GARCÍA LANDA, MANUEL
		LÁMINA: <b>LAM-02</b> FECHA: JUNIO 2021      ESCALA: 1:50

**Anexo N° 06: Armado de PMI**



**VISTA ELEVACION**  
**Escala: 1:50**

Murete c.a. 1.2x1.2x0.3m  
Caja portamedidor  
Medidor electronico (Seal)

Lista de Materiales		
item	Nombre	Cantidad
1	Poste C.A.C. de 13/400	3
2	Trafomix 22.9/0.22 KV, 50-100/ 5A	1
3	Media Loza C.A. de 1.30m	1
4	Recloser 27KV, 150 KV BIL, 400 A	1
5	Abrazadera de Sujecion del Recloser con pernos	2
6	Conector de Cu Desnudo, Temple Duro	m
7	Terminaciones para cable M.T. 18/30 KV. P/Cabla N2XSY de 50 mm2 EXTERIOR	9
8	Conector de Cu Desnudo, Temple Duro de 35 mm2	m
9	Seccionador CUT-OUT 27KV,150 KV BIL,200 A	3
10	Aislador polimerico de suspencion con herraje de 35 KV	6
11	Grapa de anclaje de aislador de suspencion	6
12	Conector tipo cuña CU/ES.BIMET.25-35/10-35mm2	6
13	Palomilla de C.A.V. 1.50m	6
14	Perno OJO de A°G°, C/tuerca, arandela, contratuerca	5
15	Hebilla de Acero Inoxidable para Fleje 3/4", flejo de Acero inoxidable, cinta band IT	5
16	Tubo de F°G° de Ø4" x 3m	1
17	Plancha doblada de Cu. Tipo "J"	6
18	Murete de concreto para medidor	1
19	Caja porta medidor electronico	1



UNIVERSIDAD  
CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA-ELECTRICA

Revisado: Ing. Sanchez  
Huertas E.

TESIS

Aprobado: Ing. Sanchez  
Huertas E.

ASESOR: ING. SANCHEZ HUERTAS ENRIQUE

PLANO: **ARMADO DE POSTE DE MEDICION INTERPERIE (PMI)**

PROYECTO:

Ingeniería de detalle en media y baja tension para la ampliacion del servicio eléctrico en la empresa "Importaciones Tecnológicas y servicios Industriales S.A.C"

ESTUDIANTES:

CARDENAS MALCA, FLAVIO  
GARCÍA LANDA, MANUEL

LÁMINA:

**ARM-01**

FECHA:

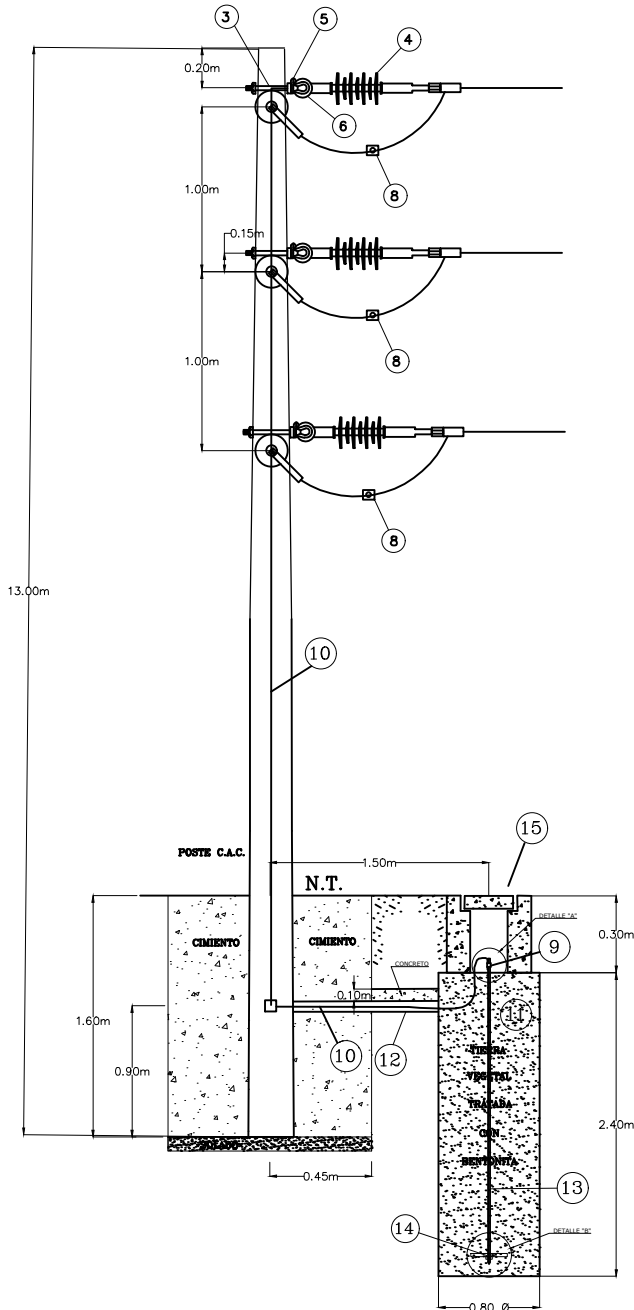
JULIO 2021

ESCALA:

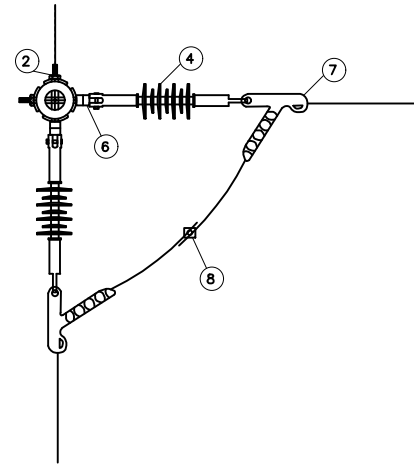
INDICADA

**Anexo N° 07: Armado de Derivación**

**VISTA FRONTAL**  
**Escala: 1:50**



**VISTA PLANTA**  
**Escala: 1:50**



Lista de Materiales		
Item	Nombre	Cantidad
1	Poste de C.A.C de 13/400	1
2	Arandela cuadrada curvada A° G° de 57x57x5. Huevo de 18 mm2	12
3	Peno OJO de A°G° de 5/8", C/tuerca, arandela, contratuerca	6
4	Aislador polimerico de suspencion con herraje de 35 KV	6
5	Plancha de Cu para toma tierra "J"	6
6	Ojal Roscado de Ø5/8"	6
7	Grapa de anclaje de AL. Tipo pistola, 3 pernos P/3 de 70 mm2	6
8	Grapa paralela Doble via 5/8x12"	3
9	Conector de bronce para electrodo 16 mm2	1
10	Conductor de Cu. Desnudo T.B de 25 mm2	15m
11	BENTONITA	50KG
12	Tubo PVC-SAP 3/4" Ø	1
13	Electrodo COPPERWELD 16 mm Ø X 2.40m	1
14	Arandela cuadrada de 150x150x10 mm C/Tuerca de bronce	1
15	Caja de concreto para puesta a tierra	1



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA-ELECTRICA

Revisado: Ing. Sanchez Huertas E.

TESIS

Aprobado: Ing. Sanchez Huertas E.

ASESOR: ING. SANCHEZ HUERTAS ENRIQUE

PLANO:

**ARMADO DE DERIVACION (D-01)**

PROYECTO:

Ingeniería de detalle en media y baja tensión para la ampliación del servicio eléctrico en la empresa "Importaciones Tecnológicas y servicios Industriales S.A.C"

ESTUDIANTES:

CARDENAS MALCA, FLAVIO  
GARCÍA LANDA, MANUEL

LÁMINA:

**ARM-03**

FECHA:

JULIO 2021

ESCALA:

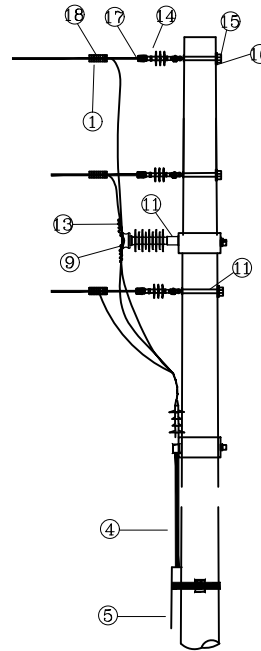
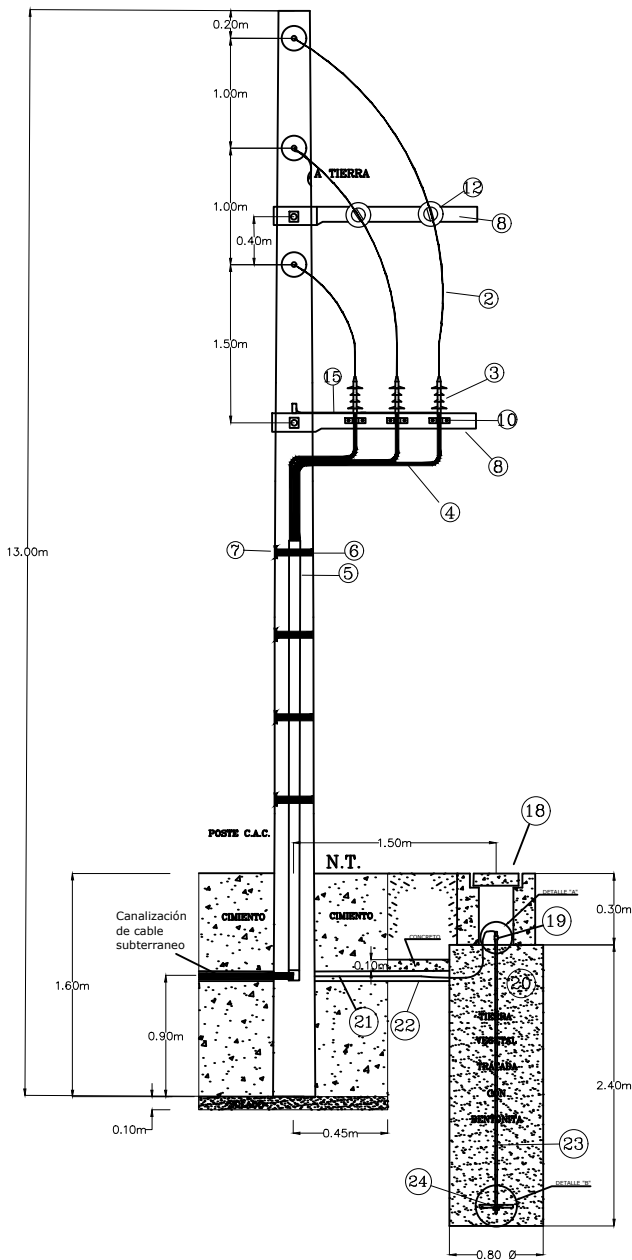
INDICADA

**Anexo N° 08: Armado de Anclaje**



**VISTA LATERAL**  
**Escala: 1:50**

**VISTA FRONTAL**  
**Escala: 1:50**



Lista de Materiales		
Item	Nombre	Cantidad
1	Conector tipo cuña CU/ES. BIMET. 25-35/10-35mm <sup>2</sup>	3
2	Conector de Cu Desnudo, Temple Duro de 35 mm <sup>2</sup>	12m
3	Terminaciones para Cable M.T. 18/30 KV. P/Cable N2XSJ de 50mm <sup>2</sup>	3
4	Cable Unipolar N2XSJ 18/30 KV de 50 mm <sup>2</sup>	144 m
5	Tubo de F"6" de Ø4" x 3m	1
6	Fleje de acero inoxidable ( Cinta Band IT) de 3/4" x 30m long.	1
7	Hebilla de Acero Inoxidable para Fleje 3/4"	5
8	Palomilla de C.A.V. 1.50m	2
9	Aislador polimerico Tipo pin 35 KV	2
10	Abrazadera de A"6" de Platina 2 1/2" x 3/16" x 0.6 m P/Cable N2XSJ. 4 pernos 1/2" x 6" A/T/C	3
11	Conector Tipo Perno Partido P/C de Cu de 35 mm <sup>2</sup>	2
12	Plancha doblada de Cu. Tipo "J"	12
13	Conductor de AL desnudo solido temple blanco 6mm <sup>2</sup>	5 m
14	Aislador polimerico de suspension con herraje de 35 KV	3
15	Peno OJO de A"6", C/tuerca, arandela, contratuercas	6
16	Arandela cuadrada curvada A" 6" de 57x57x5. Hueco de 18 mm <sup>2</sup>	6
17	Grapa de anclaje de aislador de suspension	3
18	Conector de bronce para electrodo 16 mm <sup>2</sup>	1
19	BENTONITA	50KG
20	Conductor de Cu. Desnudo T.B de 25mm <sup>2</sup>	15m
21	Tubo PVC-SAP 3/4" Ø	1
22	Electrodo COPPERWELD 16 mm Ø X 2.40m	1
23	Arandela cuadrada de 150x150x10 mm C/Tuerca de bronce	1
24	Caja de concreto para puesta a tierra	1



UNIVERSIDAD  
CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA-ELECTRICA

Revisado: Ing. Sanchez  
Huertas E.

TESIS

Aprobado: Ing. Sanchez  
Huertas E.

ASESOR: ING. SANCHEZ HUERTAS ENRIQUE

PLANO: **ARMADO DE ANCLAJE-BAJADA SUBTERRANEA (A-01)**

PROYECTO:

Ingeniería de detalle en media y baja tensión para la ampliación del servicio eléctrico en la empresa "Importaciones Tecnológicas y servicios Industriales S.A.C"

ESTUDIANTES:

CARDENAS MALCA, FLAVIO  
GARCÍA LANDA, MANUEL

LÁMINA:

**ARM-04**

FECHA:

JULIO 2021

ESCALA:

INDICADA

## Anexo N° 09: Cálculos eléctricos de Media Tensión

### 1.1. Corriente nominal del sistema en Media Tensión

$$I_d = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \phi}$$

$I_d$ : Intensidad de corriente a transmitir (A)

$S$ : Potencia útil (Kw)

$V$ : Tensión nominal de la línea primaria (KV)

Reemplazando:

$$I_d = \frac{320}{\sqrt{3} \times 22.9 \times 0.8}$$

$$I_{d.M.T} = 10.08 \text{ A}$$

### 1.2. Corriente de Corto circuito del sistema

La corriente de corto circuito del sistema tiene el mismo valor tanto para el tramo subterráneo como también para el tramo aéreo, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

$$I_{CC} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \times V}$$

$S_{CC}$ : Potencia aparente de corto circuito (MVA)

$V$ : Tensión nominal de la línea (KV)

Reemplazando:

$$I_{CC} = \frac{90}{\sqrt{3} \times 22.9}$$

$$I_{CC} = 2.27 \text{ KA}$$

## Cálculo Aéreo de Media Tensión

### a. Datos del conductor

- Conductor: AAAC
- Calibre:  $35\text{mm}^2$
- Diámetro del conductor: 7.5 mm
- Distancia de recorrido total: 126.10 m
- Resistencia óhmica a 20 °C: 0.959
- Coeficiente de temperatura (Al) a 20 °C:  $\alpha = 0.0036$
- $t_1 = 20^\circ\text{C}$

- $t_2 = 40^\circ\text{C}$

**b. Factor de corrección equivalente**

Temperatura ambiente (°C)	PVC		XLPE o EPR		MI – Mineral * (al aire)	
	Cables al aire	Cables en ductos enterrados	Cables al aire	Cables en ductos enterrados	Cubierta de PVC o desnudo y expuesto al contacto 70 °C	Desnudo no expuesto al contacto 105 °C
10	1.22	1.10	1.15	1.07	1.26	1.14
15	1.17	1.05	1.12	1.04	1.20	1.11
20	1.12	1.00	1.08	1.00	1.14	1.07
25	1.06	0.95	1.04	0.96	1.07	1.04
30	1.00	0.89	1.00	0.93	1.00	1.00
35	0.94	0.84	0.96	0.89	0.93	0.96
40	0.87	0.77	0.91	0.85	0.85	0.92

$$F_{eq} = 1.08$$

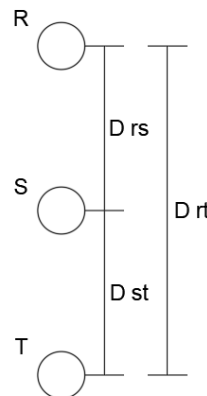
**c. Resistencia eléctrica del conductor**

$$R_{op} = R_{20^\circ\text{C}} \times [1 + \alpha(t_2 - t_1)]$$

$$R_{op} = 0.959 \times [1 + (0.0036) \times (40 - 20)]$$

$$R_{op} = 1.028 \Omega/\text{km}$$

**d. Distancia Media Geométrica (DMG)**



Tenemos:

$$DMG = \sqrt[3]{d_{RS} \times d_{ST} \times d_{RT}}$$

$$DMG = \sqrt[3]{1 \times 1 \times 2}$$

$$DMG = 1.26 \text{ m}$$

**e. Radio Medio Geométrico**

$$RMG = 0.726 r \text{ (Para conductor de 7 hilos)}$$

$$RMG = 0.726 \times 0.00375$$

$$RMG = 0.0027 \text{ m}$$

**f. Reactancia inductiva del conductor**

$$X_L = 377 \left[ 0.5 + 4.6 \log \frac{DMG}{RMG} \right] \times 10^{-4}$$

$$X_L = 377 \left[ 0.5 + 4.6 \log \frac{1.26}{0.0027} \right] \times 10^{-4}$$

$$X_L = 0.482 \text{ } \Omega/\text{km}$$

**g. Caída de tensión**

**Factor de Caída de Tensión**

$$k = \frac{r \cos \phi + x \sin \phi}{10v^2}$$

$$k = \frac{(1.028)x(0.8) + (0.482)x(0.6)}{10 \times (22.9)^2}$$

$$k = 0.00021$$

**Tramo 01: Punto Diseño – PMI (L = 36.05 m)**

$$\Delta V (\%) = P \times L_s \times k$$

$$\Delta V (\%) = 320 \times 0.03605 \times 0.00021$$

$$\Delta V (\%) = 0.00242$$

**Tramo 02: PMI – Poste 1 (L = 70m)**

$$\Delta V (\%) = P \times L_s \times k$$

$$\Delta V (\%) = 320 \times 0.07 \times 0.00021$$

$$\Delta V (\%) = 0.0047$$

**Tramo 03: Poste 1 – Poste 2 (L = 20.05m)**

$$\Delta V (\%) = P \times L_s \times k$$

$$\Delta V (\%) = 320 \times 0.02005 \times 0.00021$$

$$\Delta V (\%) = 0.00135$$

#### **h. Pérdida de Potencia**

En circuitos trifásicos:

$$P_j = \frac{P^2(r_l)L}{1000V_L^2 \cos \phi^2}$$

$$P_j = \frac{(320)^2 \times 0.81 \times 0.126}{1000 (22.9)^2 (0.8)^2}$$

$$P_j = 0.031 \text{ Kw}$$

#### **i. Corriente de corto circuito admisible en cable aéreo**

$$I_{Km} = \frac{K \times S}{\sqrt{t}}$$

$$I_{Km} = \frac{0.094 \times 50}{\sqrt{0.2}}$$

$$I_{Km} = 10.51 \text{ KA}$$

Con este cálculo nos demuestra que el cable AAAC es el adecuado, ya que soportará la corriente de corto circuito del sistema:

$$I_{Km} = 10.51 \text{ KA} > I_{CC} = 2.27 \text{ KA}$$

## Anexo N° 10: Cable Subterráneo de Media Tensión

### a. Datos del Conductor

- Conductor: N2XSY
- Calibre: 50 mm<sup>2</sup>
- Diámetro del conductor: 8.15 mm
- Longitud de recorrido: 48 m
- Resistencia óhmica a 20°C: 0.387 Ω/km
- Coeficiente de temperatura (Cu) a 20 °C: α = 0.00382
- t<sub>1</sub> = 20°C
- t<sub>2</sub> = 40°C

### b. Factor de corrección equivalente para cable subterráneo

$$F_{eq} = F_{ts} \times F_{trs} \times F_{pt} \times F_{td}$$

#### Factor de corrección relativo por temperatura del suelo (F<sub>ts</sub>)

Máxima temperatura admisible de los conductores del cable °C	Temperatura del Suelo °C									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
80	1.12	1.08	1.04	1.00	0.96	0.91	0.87	0.82	0.76	0.71
75	1.13	1.09	1.05	1.00	0.95	0.90	0.85	0.79	0.73	0.67
70	1.14	1.09	1.05	1.00	0.95	0.89	0.84	0.77	0.71	0.63
65	1.15	1.10	1.05	1.00	0.94	0.88	0.82	0.75	0.67	0.58
60	1.16	1.11	1.06	1.00	0.93	0.87	0.79	0.71	0.61	0.50

$$F_{ts} = 0.82$$

#### Factor de corrección por resistividad térmica del suelo (F<sub>rts</sub>)

Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Resistividad térmica del suelo °C cm/W									
	50	70	80	100	120	150	200	250	300	
<b>Cables multipolares con aislamiento termoplástico</b>										
Hasta 25	1.18	1.10	1.07	1.00	0.95	0.89	0.80	0.74	0.69	
35 – 95	1.24	1.12	1.08	1.00	0.94	0.87	0.77	0.70	0.65	
120 - 300	1.25	1.13	1.08	1.00	0.93	0.86	0.76	0.69	0.64	
<b>Sistemas de cables unipolares con aislamiento termoplástico</b>										
6 - 500	1.39	1.17	1.11	1.00	0.92	0.83	0.73	0.65	0.60	
<b>Cables multipolares con aislamiento de papel</b>										

Hasta 25	1.19	1.09	1.06	1.00	0.96	1.91	0.83	0.77	0.73
35 – 95	1.20	1.10	1.07	1.00	0.96	0.90	0.81	0.75	0.71
120 - 300	1.23	1.12	1.08	1.00	0.95	0.88	0.79	0.73	0.68
<b>Sistemas de cables unipolares con aislamiento termoplástico</b>									
Hasta 25	1.25	1.13	1.07	1.00	0.97	0.91	0.84	0.78	0.74
35 – 95	1.26	1.14	1.08	1.00	0.97	0.90	0.83	0.76	0.72
120 - 300	1.28	1.16	1.09	1.00	0.96	0.89	0.81	0.74	0.70

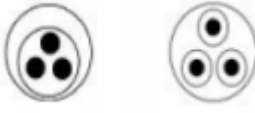

$$F_{rts} = 0.92$$


### Factor de corrección por profundidad de tendido ( $F_{pt}$ )

Profundidad de Tendido (m)	Sección mm2	
	Hasta 300	Mayor 300
0.50	1.02	1.03
0.60	1.01	1.02
0.70	1.00	1.00
0.80	0.98	0.97
1.00	0.96	0.95
1.20	0.95	0.94
1.50	0.94	0.92

$$F_{pt} = 1$$

### Factor de corrección por estar tendido en ductos ( $F_{td}$ )

Tendido en ductos	Sección mm2	Cable Multipolar	Sistema de cables unipolares
<u>Un solo ducto</u> 	Hasta 50	0.81	0.81
	70 – 150	0.80	0.79
	185 – 400	0.79	0.76
	500 o más	-	0.69
<b>Tres ductos (no ferroso)</b> <u>En línea horizontal</u>  <u>En triángulo</u>	Hasta 50	-	0.82
	70 – 150	-	0.80
	185 – 400	-	0.77
	500 o más	-	0.70

	Hasta 50	-	0.83
	70 – 150	-	0.81
	185 – 400	-	0.78
	500 o más	-	0.71

$$F_{td} = 0.81$$

Reemplazando en la fórmula de factor de corrección equivalente, tenemos:

$$F_{eq} = F_{ts} \times F_{trs} \times F_{pt} \times F_{td}$$

$$F_{eq} = 0.82 \times 0.92 \times 1 \times 0.81$$

$$F_{eq} = 0.611$$

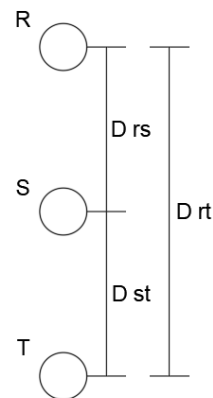
### c. Resistencia eléctrica del conductor

$$R_{op} = R_{20^{\circ}C} \times [1 + \alpha(t_2 - t_1)]$$

$$R_{op} = 0.387 \times [1 + (0.00382) \times (40 - 20)]$$

$$R_{op} = 0.416 \text{ } \Omega/km$$

### d. Distancia Media Geométrica (DMG)



Tenemos:

$$DMG = \sqrt[3]{d_{RS} \times d_{ST} \times d_{RT}}$$

$$DMG = \sqrt[3]{1 \times 1 \times 2}$$

$$DMG = 1.26 \text{ m}$$



**e. Radio Medio Geométrico (RMG)**

$$RMG = 0.726 r \text{ (Para conductor de 7 hilos)}$$

$$RMG = 0.758 \times 0.0047$$

$$RMG = 0.0035 \text{ m}$$

**f. Reactancia inductiva del conductor**

$$X_L = 377 \left[ 0.5 + 4.6 \log \frac{DMG}{RMG} \right] \times 10^{-4}$$

$$X_L = 377 \left[ 0.5 + 4.6 \log \frac{1.26}{0.0035} \right] \times 10^{-4}$$

$$X_L = 0.462 \text{ } \Omega/km$$

**g. Caída de tensión para el cable subterráneo**

Factor de caída de tensión (K):

$$K = \frac{(r \cos \phi + x \sin \phi)}{10V^2}$$

$$K = \frac{[(0.416 \times 0.8) + (0.462 \times 0.6)]}{10 \times (22.9)^2}$$

$$K = 0.000116$$

Caída de tensión:

$$\Delta V (\%) = 320 \times 0.048 \times 0.000116$$

$$\Delta V (\%) = 0.00178$$

**h. Pérdida de Potencia**

En circuitos trifásicos:

$$P_j = \frac{P^2(r_l)L}{1000V_L^2 \cos^2 \phi}$$

$$P_j = \frac{(320)^2 \times 0.416 \times 0.048}{1000 (22.9)^2 (0.8)^2}$$

$$P_j = 0.00609 \text{ Kw}$$

**i. Corriente de corto circuito admisible en cable subterráneo**

$$I_{Km} = \frac{K \times S}{\sqrt{t}}$$

$$I_{Km} = \frac{0.143 \times 50}{\sqrt{0.2}}$$

$$I_{Km} = 15.99 \text{ KA}$$

Con este cálculo nos demuestra que el cable N2XSY es el adecuado, ya que soportará la corriente de corto circuito del sistema:

$$I_{Km} = 15.99 \text{ KA} > I_{CC} = 2.27 \text{ KA}$$

**Cuadros resumen de Media Tensión**

<b>Características principales del Sistema</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Unid</b>	<b>Valor requerido</b>
Tensión de Línea	Kv	22.9
Corriente Nominal	A	10.08
Corriente de Corto Circuito	KA	2.27
Potencia de Corto Circuito	KVA	90

<b>LINEA DE MEDIA TENSION</b>		
<b>Recorrido de Línea</b>	<b>Aéreo</b>	<b>Subterráneo</b>
Resistencia óhmica ( $\Omega/km$ )	0.81	0.49
Reactancia inductiva ( $\Omega/km$ )	0.466	0.462
Caída de Tensión ( $\% \Delta V$ )	Tramo 01: 0.00196 Tramo 02: 0.00381 Tramo 03: 0.00109	0.00013
Pérdida de Potencia (Kw)	0.031	0.00717
Corriente de corto circuito (KA)	10.51	15.99

## Cálculos Mecánicos

### Cálculos mecánicos del Conductor

#### 1.1. Hipótesis de Estado

##### Hipótesis I: Condición de mayor duración (EDS inicial)

- Temperatura: 20 °C
- Velocidad del viento: 0
- Sobrecarga de hielo: 0

##### Hipótesis III: De máxima velocidad del viento

- Temperatura: 10 °C
- Velocidad del viento: 94 km/h
- Sobrecarga de hielo: 0

##### Hipótesis IV: De máxima temperatura

- Temperatura: 40 °C
- Velocidad del viento: 0
- Sobrecarga de hielo: 0

#### Hipótesis I (Temp: 20 °C, Vel. Viento: 0 km/h, Sobrec. Hielo: 0)

- **Peso Unitario Resultante**

$$W_R = \sqrt{[0.094 + 0]^2 + [0]^2}$$

$$W_{R1} = 0.094 \text{ kg/m}$$

- **Esfuerzo del conductor**

Para el esfuerzo inicial se tomará en cuenta el tiro de rotura del conductor y un 18% adicional.

$$\sigma_o = \frac{994.5}{35} \times 18\%$$

$$\sigma_{o1} = 5.11 \text{ kg/mm}^2$$

- **Tiro Horizontal**

$$T_{o1} = 5.11 \times 35$$

$$T_{o1} = 178.85 \text{ kg}$$

## Hipótesis II (Temp: 10 °C, Vel. Viento: 94 km/h, Sobrec. Hielo: 0)

- **Carga unitaria resultante**

Carga unitaria del viento:

$$W_V = 0.00481(94)^2 \frac{(7.5 + 2(0))}{1000}$$
$$W_V = 0.32 \text{ kg/m}$$

Carga unitaria resultante:

$$W_R = \sqrt{[0.094]^2 + [0.32]^2}$$
$$W_R = 0.33 \text{ kg/m}$$

- **Esfuerzo del conductor**

Vano: 36.05m

$$\sigma_2^2 \left[ \sigma_2 + 2.3 \times 10^{-6} \times 6195.8(10 - 20) + \frac{0.094^2 \times 36.05^2 \times 6195.8}{24 \times 35^2 \times 5.11^2} - 5.11 \right] = \frac{0.33^2 \times 36.05^2 \times 6195.8}{24 \times 35^2}$$
$$\sigma_2 = 5.99 \text{ kg/mm}^2$$

Vano: 70 m

$$\sigma_2^2 \left[ \sigma_2 + 2.3 \times 10^{-6} \times 6195.8(10 - 20) + \frac{0.094^2 \times 70^2 \times 6195.8}{24 \times 35^2 \times 5.11^2} - 5.11 \right] = \frac{0.33^2 \times 70^2 \times 6195.8}{24 \times 35^2}$$
$$\sigma_2 = 7.12 \text{ kg/mm}^2$$

Vano: 20.05m

$$\sigma_2^2 \left[ \sigma_2 + 2.3 \times 10^{-6} \times 6195.8(10 - 20) + \frac{0.094^2 \times 20.05^2 \times 6195.8}{24 \times 35^2 \times 5.11^2} - 5.11 \right] = \frac{0.33^2 \times 20.05^2 \times 6195.8}{24 \times 35^2}$$
$$\sigma_2 = 5.52 \text{ kg/mm}^2$$

- **Tiro horizontal**

Vano: 36.05 m

$$T_{02}^2 \left[ T_{02} + \frac{36.05^2 \times 6195.8 \times 35 \times 0.094^2}{24 \times 178.85^2} + 2.3 \times 10^{-6} \times 6195.8(10 - 20) \times 35 - 178.85 \right]$$
$$= \frac{36.05^2 \times 6195.8 \times 35 \times 0.33^2}{24}$$
$$T_{02} = 209.68 \text{ kg}$$

Vano: 70 m

$$T_{O_2}^2 \left[ T_{O_2} + \frac{70^2 \times 6195.8 \times 35 \times 0.094^2}{24 \times 178.85^2} + 2.3 \times 10^{-6} \times 6195.8 (10 - 20) \times 35 - 178.85 \right]$$
$$= \frac{70^2 \times 6195.8 \times 35 \times 0.33^2}{24}$$
$$T_{O_2} = 249.23 \text{ kg}$$

Vano: 20.05 m

$$T_{O_2}^2 \left[ T_{O_2} + \frac{20.05^2 \times 6195.8 \times 35 \times 0.094^2}{24 \times 178.85^2} + 2.3 \times 10^{-6} \times 6195.8 (10 - 20) \times 35 - 178.85 \right]$$
$$= \frac{20.05^2 \times 6195.8 \times 35 \times 0.33^2}{24}$$
$$T_{O_2} = 193.40 \text{ kg}$$

- **Flecha**

Vano: 36.05 m

$$f = \frac{0.33 \times 36.05^2}{8 \times 209.68}$$
$$f = 0.25 \text{ m}$$

Vano: 70 m

$$f = \frac{0.33 \times 70^2}{8 \times 249.23}$$
$$f = 0.81 \text{ m}$$

Vano: 20.05 m

$$f = \frac{0.33 \times 20.05^2}{8 \times 209.68}$$
$$f = 0.08 \text{ m}$$

**Hipótesis III (Temp: 40 °C, Vel. Viento: 0 km/h, Sobrec. Hielo: 0)**

- **Carga unitaria resultante**

$$W_R = \sqrt{[0.094]^2 + [0]^2}$$
$$W_R = 0.094 \text{ kg/m}$$

- **Esfuerzo del conductor**

Vano: 36.05m

$$\sigma_2^2 \left[ \sigma_2 + 2.3 \times 10^{-6} \times 6195.8(40 - 20) + \frac{0.094^2 \times 36.05^2 \times 6195.8}{24 \times 35^2 \times 5.11^2} - 5.11 \right] = \frac{0.094^2 \times 36.05^2 \times 6195.8}{24 \times 35^2}$$

$$\sigma_2 = 4.84 \text{ kg/mm}^2$$

Vano: 70 m

$$\sigma_2^2 \left[ \sigma_2 + 2.3 \times 10^{-6} \times 6195.8(40 - 20) + \frac{0.094^2 \times 70^2 \times 6195.8}{24 \times 35^2 \times 5.11^2} - 5.11 \right] = \frac{0.094^2 \times 70^2 \times 6195.8}{24 \times 35^2}$$

$$\sigma_2 = 4.85 \text{ kg/mm}^2$$

Vano: 20.05m

$$\sigma_2^2 \left[ \sigma_2 + 2.3 \times 10^{-6} \times 6195.8(40 - 20) + \frac{0.094^2 \times 20.05^2 \times 6195.8}{24 \times 35^2 \times 5.11^2} - 5.11 \right] = \frac{0.094^2 \times 20.05^2 \times 6195.8}{24 \times 35^2}$$

$$\sigma_2 = 4.83 \text{ kg/mm}^2$$

- **Tiro horizontal**

Vano: 36.05 m

$$T_{02}^2 \left[ T_{02} + \frac{36.05^2 \times 6195.8 \times 35 \times 0.094^2}{24 \times 178.85^2} + 2.3 \times 10^{-6} \times 6195.8(10 - 20) \times 35 - 178.85 \right] = \frac{36.05^2 \times 6195.8 \times 35 \times 0.094^2}{24}$$

$$T_{02} = 169.25 \text{ kg}$$

Vano: 70 m

$$T_{02}^2 \left[ T_{02} + \frac{70^2 \times 6195.8 \times 35 \times 0.094^2}{24 \times 178.85^2} + 2.3 \times 10^{-6} \times 6195.8(10 - 20) \times 35 - 178.85 \right] = \frac{70^2 \times 6195.8 \times 35 \times 0.094^2}{24}$$

$$T_{02} = 170.15 \text{ kg}$$

Vano: 20.05 m

$$T_{02}^2 \left[ T_{02} + \frac{20.05^2 \times 6195.8 \times 35 \times 0.094^2}{24 \times 178.85^2} + 2.3 \times 10^{-6} \times 6195.8 (10 - 20) \times 35 - 178.85 \right]$$

$$= \frac{20.05^2 \times 6195.8 \times 35 \times 0.094^2}{24}$$

$$T_{02} = 168.99 \text{ kg}$$

- **Flecha**

Vano: 36.05 m

$$f = \frac{0.094 \times 36.05^2}{8 \times 169.25}$$

$$f = 0.09 \text{ m}$$

Vano: 70 m

$$f = \frac{0.094 \times 70^2}{8 \times 170.15}$$

$$f = 0.34 \text{ m}$$

Vano: 20.05 m

$$f = \frac{0.094 \times 20.05^2}{8 \times 168.99}$$

$$f = 0.028 \text{ m}$$

### Cuadros resumen de cálculos mecánicos

Condiciones	1 Estado Inicial EDS	2 Hipótesis Máx. Vel. Viento	3 Hipótesis Máx. Temperatura
Temperatura (°C)	20	10	40
Hielo (mm)	0	0	0
Vel. Viento (km/h)	0	94	0
Esfuerzo unitario inicial (kg/mm <sup>2</sup> )	5.11		

Hipótesis	Wc	Wh	Wv	Wr
I	0.094	0	0	0.094
II	0.094	0	0.32	0.33
III	0.094	0	0	0.094

Vano (m)	Hipótesis II			Hipótesis III		
	Esfuerzo (kg/mm <sup>2</sup> )	Tiro (kg)	Flecha (m)	Esfuerzo (kg/mm <sup>2</sup> )	Tiro (kg)	Flecha (m)
36.05	5.99	209.68	0.25	4.84	169.25	0.09
70	7.12	249.23	0.81	4.85	170.15	0.34
20.05	5.52	193.40	0.08	4.83	168.99	0.028

## Nivel de Aislamiento

### Determinación del nivel de Aislamiento

#### A. Por contaminación Ambiental

Longitud mínima de la línea de fuga fase – tierra:

$$L_{fuga} = L_{fo} \times V_{max} \times f_{ch}$$

$L_{fuga}$ : Longitud mínima de fuga fase – tierra (mm)

$L_{fo}$ : Longitud de fuga unitaria mínima fase – fase (mm/KV)

$V_{max}$ : Tensión de servicio máxima entre fases (KV)

$f_{ch}$ : Factor de corrección por altura

#### a. Nivel de Contaminación

Nivel de contaminación	Descripción del ambiente	Distancia de fuga Nominal mínima
		mm/Kv
Alto Nivel III	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Áreas con alta densidad de industrias y suburbios de grandes ciudades con alta densidad de casas con calefacción que generen contaminación.</li> <li>- Áreas cercanas al mar o expuestas a vientos relativamente fuertes procedentes del mar.</li> </ul>	25

Por lo tanto:

$$L_{fo} = 25 \text{ mm/KV}$$



### b. Máxima tensión de servicio entre fases

Tensión nominal entre fases (Kv)	Tensión máxima entre fases (Kv)	Tensión de sostenimiento a la onda 1,2/50 entre fases y fase a tierra (kVp)	Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase – tierra (Kv)
22.9	25	125	50

*Tomada de Norma DGE "Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural"*

Por lo tanto:

$$V_{max} = 25 Kv$$

### c. Factor de corrección por altitud

Como la altura de este proyecto no supera los 1000 m.s.n.m, se toma un factor de corrección:

$$f_{ch} = 1$$

Por lo tanto, reemplazando en la ecuación (...):

$$L_{fuga} = L_{fo} \times V_{max} \times f_{ch}$$

$$L_{fuga} = 25 \frac{mm}{Kv} \times 25Kv \times 1$$

$$L_{fuga} = 625 mm$$

### B. Por sobretensiones atmosféricas (Vi)

Tensión nominal entre fases (Kv)	Tensión máxima entre fases (Kv)	Tensión de sostenimiento a la onda 1,2/50 entre fases y fase a tierra (kVp)	Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase – tierra (Kv)
22.9	25	125	50

*Tomada de Norma DGE "Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural"*

Para una tensión nominal entre fases de 22.9KV, se tiene una tensión de sostenimiento a la onda 1.2/50 entre fases y fase a tierra:

$$Vi = 125 kVp$$

### C. Sobretensiones a Frecuencia Industrial en Seco (Vfi)

Tensión nominal entre fases (Kv)	Tensión máxima entre fases (Kv)	Tensión de sostenimiento a la onda 1,2/50 entre fases y fase a tierra (kVp)	Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase – tierra (Kv)
22.9	25	125	50

*Tomada de Norma DGE "Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural"*

Para una tensión nominal entre fases de 22.9KV, se tiene la tensión no disruptiva a la frecuencia de servicio:

$$V_{fi} = 50 \text{ Kv}$$

### Anexo N° 11: Selección de Recloser

N°	Características	Unid	Valor requerido
<b>1.0</b>	<b>Datos Generales</b>		
1.1	Fabricante		Promelsa
1.2	Modelo		NOVA 27
1.3	País de Fabricación		Perú
<b>2.0</b>	<b>Características eléctricas</b>		
2.1	Voltaje Nominal	Kv	27
2.2	Corriente Nominal	A	630
2.3	Tensión de prueba en seco	Kv	60
2.4	Tensión de prueba en húmedo	Kv	50
2.5	Frecuencia	Hz	60
2.6	Tensión soportada al impulso tipo rayo	Kv	125 o 150
2.7	Corriente de ruptura de cortocircuito	KA	12.5
2.8	Tiempo de Cierre	ms	45
2.9	Tiempo de Apertura	ms	35
<b>3.0</b>	<b>Características físicas</b>		
3.1	Temperatura de operación	°C	-40 a 55
3.2	Peso	kg	91 o 101

## Anexo N° 12: Selección de Transformix

N°	Características	Unid	Valor requerido
<b>1.0</b>	<b>Datos Generales</b>		
1.1	Marca		Omega Electric
1.2	País de fabricación		Perú
<b>2.0</b>	<b>Características de corriente</b>		
2.1	Relación de transformación	A	10 / 5
2.2	Corriente en primario	A	10
2.3	Corriente en secundario	A	5
2.4	Número de bobinas de corriente		3
<b>3.0</b>	<b>Características de tensión</b>		
3.1	Relación de transformación	V	22900 / 220
3.2	Tensión en primario	Kv	22.9
3.3	Tensión en secundario	Kv	0.22
3.4	Número de bobinas de tensión		3

## Anexo N° 13: Selección de Fusible y seccionador Cut Out

### Selección de fusible para Seccionador Cut Out

Según el CNE Distribución, se le asigna un 150% adicional a la corriente nominal para poder seleccionar el fusible, en este caso se seleccionará un fusible tipo "K":

$$I_{fusible} = 1.5xI_{nominal}$$

$$I_{fusible} = 1.5x10.08$$

$$I_{fusible} = 15.12 A$$

Lo cual, se encontró que por catálogo se selecciona un fusible tipo "K" de 20 A.

### Seccionador Cut Out

N°	Características	Und	Valor requerido
<b>1.0</b>	<b>Datos Generales</b>		
1.1	Marca		ABB
<b>2.0</b>	<b>Características eléctricas</b>		
2.1	Tensión	Kv	27 – 38
2.2	BIL	Kv	170
2.3	Distancia de fuga - porcelana	mm	665
<b>3.0</b>	<b>Características dimensionales</b>		
3.1	Peso de porcelana	kg	16.1
3.2	Dimensiones (A, B, C, D, E, F)	mm	356-216-265-330-134-488

#### Anexo N° 14: Aislador tipo PIN

N°	Características	Unid	Valor requerido
<b>1.0</b>	<b>Datos Generales</b>		
1.1	Fabricante		Enersis Endesa
1.2	Tipo		PIN
1.3	Material		Polimérico
<b>2.0</b>	<b>Características eléctricas</b>		
2.1	Tensión Máxima de Operación		36
2.4	Tensión crítica tipo impulso – positiva	Kv	200
2.5	Tensión crítica tipo impulso - negativa	Kv	265
<b>3.0</b>	<b>Características Mecánicas</b>		
3.1	Resistencia a la flexión	KN	13
<b>4.0</b>	<b>Características dimensionales</b>		
4.1	Distancia de fuga	mm	700
4.2	Distancia de arco	mm	260
4.3	Altura mínima del PIN	mm	203
4.4	Diámetro para el perno	mm	35

#### Anexo N° 15: Aislador tipo PIN

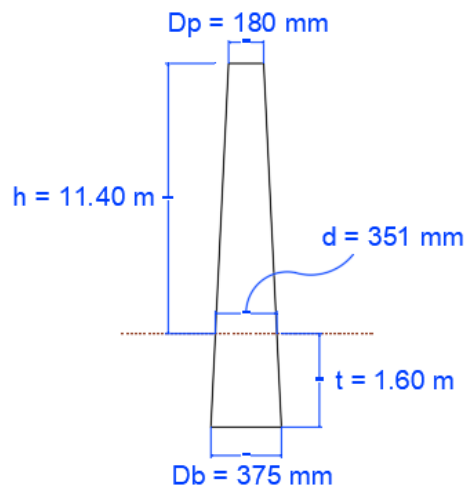
N°	Características	Unid	Valor requerido
<b>1.0</b>	<b>Datos Generales</b>		
1.1	Fabricante		Enersis Endesa
1.2	Tipo		Retención
1.3	Material		Polimérico
<b>2.0</b>	<b>Características eléctricas</b>		
2.1	Tensión máxima de operación	Kv	36
2.2	Tensión crítica tipo impulso – positiva	Kv	250
<b>3.0</b>	<b>Características mecánicas</b>		
3.1	Carga mecánica nominal	KN	44.5
3.2	Torsión	N–m	47.5
<b>4.0</b>	<b>Características dimensionales</b>		
4.1	Distancia de Fuga	mm	740
4.2	Largo	mm	525 ± 60

## Anexo N° 16: Selección de Poste

N°	Características	Und	Valor requerido
<b>1.0</b>	<b>Datos Generales</b>		
1.1	Fabricante		Fabinco S.A
1.2	Modelo		C.A.C
1.3	País de fabricación		Perú
<b>2.0</b>	<b>Características mecánicas</b>		
2.1	Carga de Trabajo	kg	300
<b>3.0</b>	<b>Características dimensionales</b>		
3.1	Cima Exterior	mm	180
3.2	Cima Interior	mm	40
3.3	Base Exterior	mm	375
3.4	Base Interior	mm	215

## Cálculo Mecánico de estructuras

Diámetro de empotramiento



$$d = Db - \frac{(Db - Dp)}{(h + t)} \times t$$

$$d = 0.375 - \frac{(0.375 - 0.18)}{11.40 + 1.60} \times 1.60$$

$$d = 0.351 \text{ m} = 351 \text{ mm}$$

Fuerza del viento en el poste

$$F_{vp} = \left( \frac{Dp + d}{2} \right) \times h \times Pv$$

$$F_{vp} = \left( \frac{0.18 + 0.351}{2} \right) \times 11.40 \times 8.44$$

$$F_{vp} = 25.54$$

Altura de la Fuerza del viento en el poste

$$z = \frac{h}{3} \left( \frac{d + 2Dp}{d + Dp} \right)$$

$$z = \frac{11.40}{3} \left[ \frac{0.351 + 2(0.18)}{0.351 + 0.18} \right]$$

$$z = 5.09 \text{ m}$$

Tiro del conductor en el extremo

$$T_C = \sqrt{T_0^2 + \left( \frac{d}{2} W_R \right)^2}$$

- Vano: 36.05 m

$$T_C = \sqrt{(178.85)^2 + \left( \frac{36.05}{2} (0.094) \right)^2}$$

$$T_C = 178.86 \text{ kg} = 1754.02 \text{ N}$$

- Vano: 70 m

$$T_C = \sqrt{(178.85)^2 + \left( \frac{70}{2} (0.094) \right)^2}$$

$$T_C = 178.88 \text{ kg} = 1754.21 \text{ N}$$

- Vano: 20.05 m

$$T_C = \sqrt{(178.85)^2 + \left( \frac{20.05}{2} (0.094) \right)^2}$$

$$T_C = 178.85 \text{ kg} = 1753.92 \text{ N}$$

### Momento debido a carga del viento sobre conductores

- Vano: 36.05 m

$$MVC = (382.07)(36.05)(0.0075)(11.30 + 5.09 + 9.20) \cos 1$$
$$MVC = 2643.1 Nm$$

- Vano: 70 m

$$MVC = (382.07)(70)(0.0075)(11.30 + 5.09 + 9.20) \cos 1$$
$$MVC = 5132.23 Nm$$

- Vano: 20.05 m

$$MVC = (382.07)(20.05)(0.0075)(11.30 + 5.09 + 9.20) \cos 1$$
$$MVC = 1470.02 Nm$$

### Momento debido a carga del conductor

- Vano: 36.05 m

$$MTC = 2(1754.02)(11.30 + 5.09 + 9.20) \sin 1$$
$$MTC = 1566.71 Nm$$

- Vano: 70 m

$$MTC = 2(1754.21)(11.30 + 5.09 + 9.20) \sin 1$$
$$MTC = 1566.88 Nm$$

- Vano: 20.05 m

$$MTC = 2(1753.92)(11.30 + 5.09 + 9.20) \sin 1$$
$$MTC = 1566.62 Nm$$

### Momento debido a carga de los conductores en estructuras terminales

- Vano: 36.05 m

$$MTR = (1754.02)(11.30 + 5.09 + 9.20)$$
$$MTR = 44885.37 Nm$$

- Vano: 70 m

$$MTR = (1754.21)(11.30 + 5.09 + 9.20)$$
$$MTR = 44890.23 Nm$$

- Vano: 20.05 m

$$MTR = (1753.92)(11.30 + 5.09 + 9.20)$$

$$MTR = 44882.81 Nm$$

Momento debido a carga del viento sobre estructura

$$MVP = \frac{[(382.07)(11.40)^2(35.1 + 2(18))]}{600}$$

$$MVP = 5883.98 Nm$$

Momento debido al desequilibrio de cargas verticales

- Vano: 36.05 m

$$MCW = (1.5)[(0.922)(36.05)(1) + 14.71 + 1000]$$

$$MCW = 1571.92 Nm$$

- Vano: 70 m

$$MCW = (1.5)[(0.922)(70)(1) + 14.71 + 1000]$$

$$MCW = 1618.87 Nm$$

- Vano: 20.05 m

$$MCW = (1.5)[(0.922)(20.05)(1) + 14.71 + 1000]$$

$$MCW = 1549.78 Nm$$

Momento total para hipótesis de cond. Normales, en estructuras de alineamiento, sin retenidas

- Vano: 36.05 m

$$MRN = 2643.1 + 1566.71 + 1571.92 + 5883.98$$

$$MRN = 11665.71 Nm$$

- Vano: 70 m

$$MRN = 5132.23 + 1566.88 + 1618.87 + 5883.98$$

$$MRN = 14201.96 Nm$$



- Vano: 20.05 m

$$MRN = 1470.02 + 1566.62 + 1549.78 + 5883.98$$

$$MRN = 10470.4 \text{ Nm}$$

Momento Total en estructuras terminales

- Vano: 36.05 m

$$MRN = 1566.71 + 5883.98$$

$$MRN = 7450.69 \text{ Nm}$$

- Vano: 70 m

$$MRN = 1566.88 + 5883.98$$

$$MRN = 7450.86 \text{ Nm}$$

- Vano: 20.05 m

$$MRN = 1566.62 + 5883.98$$

$$MRN = 7450.6 \text{ Nm}$$

Carga en la punta del poste de concreto, hipótesis de cond. Normal

$$Q_N = \frac{MRN}{(hl - 0.15)}$$

- Vano: 36.05 m

$$Q_N = \frac{11665.7}{(11.40 - 0.15)}$$

$$Q_N = 1036.95 \text{ N}$$

- Vano: 70 m

$$Q_N = \frac{14201.96}{(11.40 - 0.15)}$$

$$Q_N = 1262.39 \text{ N}$$

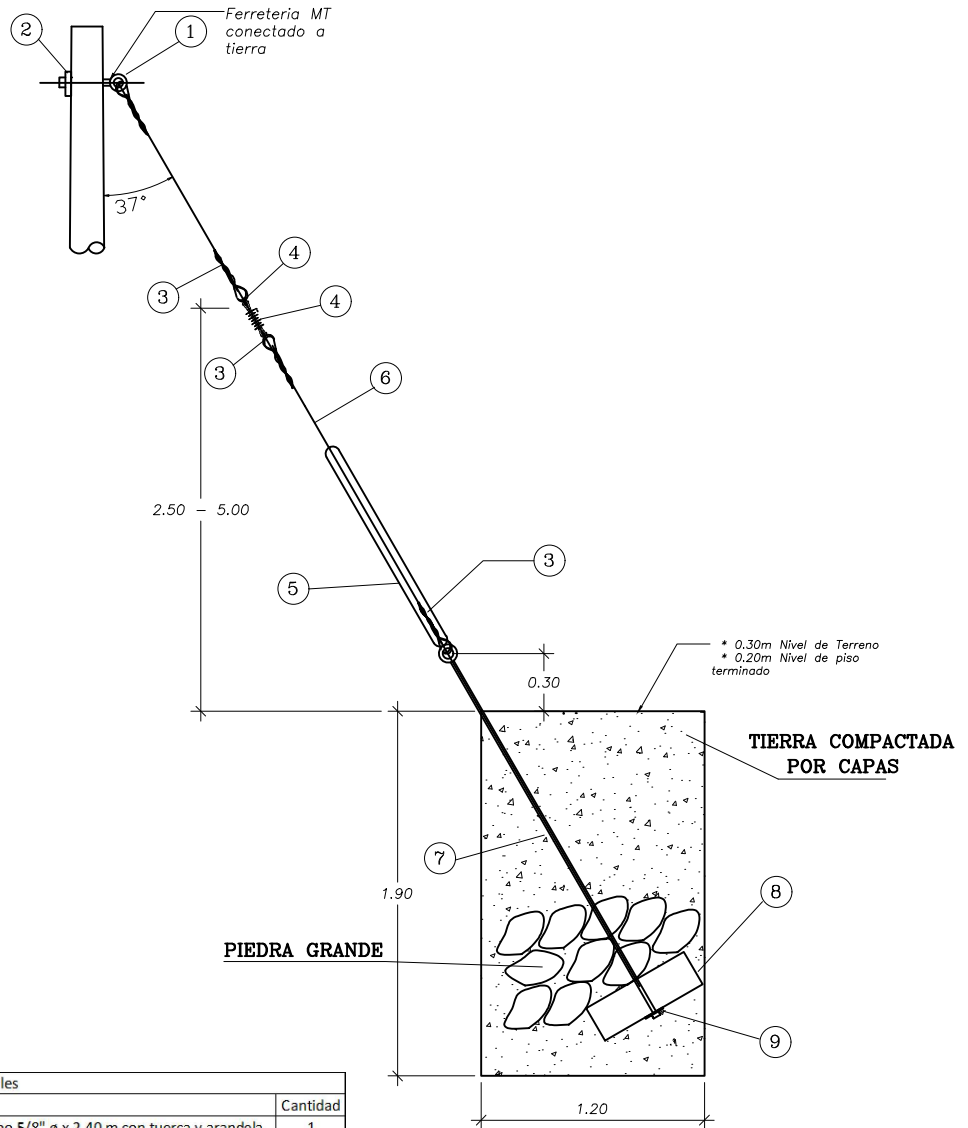
- Vano: 20.05 m

$$Q_N = \frac{10470.4}{(11.40 - 0.15)}$$

$$Q_N = 930.7 \text{ N}$$

**Anexo N° 17: Retenida**

Vista Frontal  
Escala 1:25



Lista de Materiales		
Item	Nombre	Cantidad
1	Perno Ang. OJO de A°F°G° C/Canal y Ojal A°F°G° Guardacabo 5/8" ø x 2.40 m con tuerca y arandela	1
2	Arandela cuadrada curvada A°F°G° 57x57x5mm (2 1/4" x 2 1/4" x 3/18"), ø18mm (11/16")	1
3	Amarre preformado de A°G° para cable de 3/8"ø	4
4	Aislador porcelana de traccion	1
5	Canaleta guarda cable de A°G° de 2m x 2.40m con pernos, seguro y tuerno	1
6	Cable A°G° de 50 mm2, 7 hilos siemens	13m
7	varilla de anclaje con ojal guardacabo de 5/8"ø x 2.40m con tuerca y arandela	1
8	bloque de concreto armado 0.50 x 0.60 x 0.20m	1
9	Arandela cuadrada 4" x 4" x 1/4", hueco 13/16"ø	1
10	Adaptador tipo lira mas guardacabo	2



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECANICA-ELECTRICA

Revisado: Ing. Sanchez Huertas E.

TESIS

Aprobado: Ing. Sanchez Huertas E.

ASESOR: ING. SANCHEZ HUERTAS ENRIQUE

PLANO:

**DETALLE DE RETENIDA PARA PMI**

PROYECTO:

Ingeniería de detalle en media y baja tension para la ampliacion del servicio eléctrico en la empresa "Importaciones Tecnológicas y servicios Industriales S.A.C"

ESTUDIANTES:

CARDENAS MALCA, FLAVIO

GARCÍA LANDA, MANUEL

LÁMINA:

**ARM-07**

FECHA:

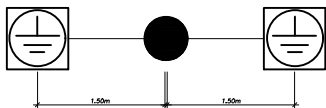
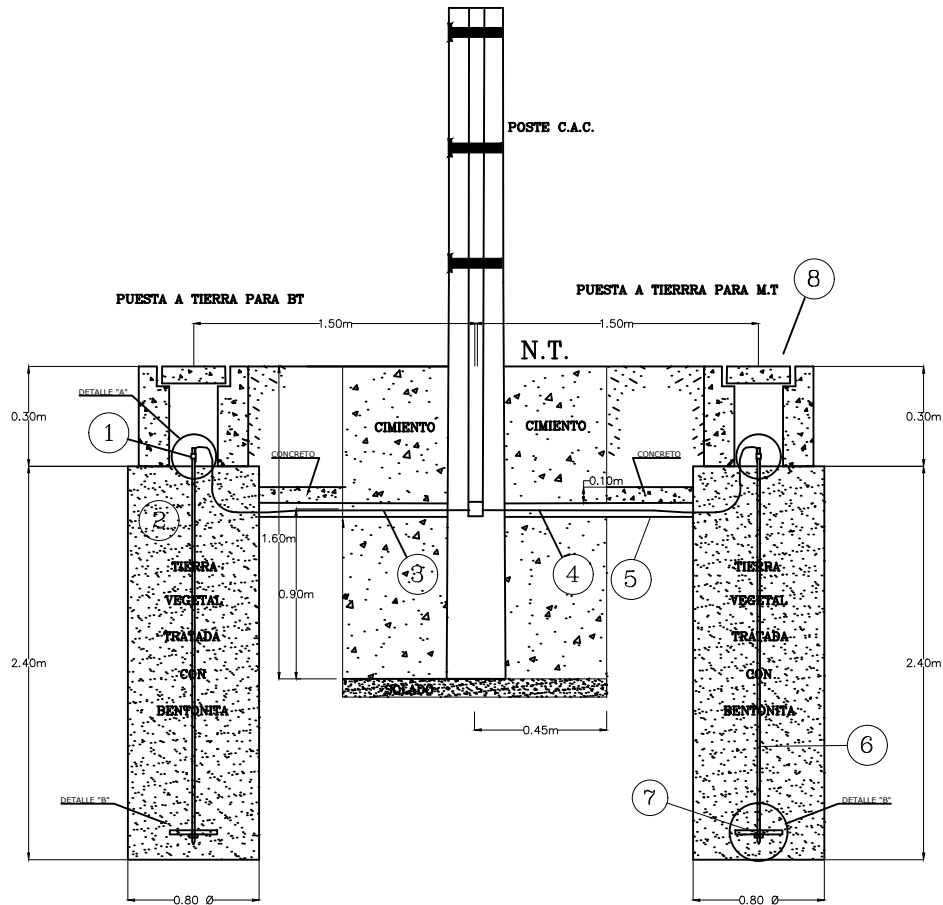
JULIO 2021

ESCALA:

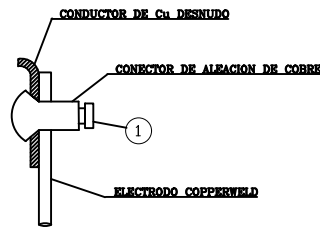
INDICADA

**Anexo N° 18: Puesta a Tierra de PMI**

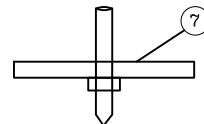
**VISTA FRONTAL**  
**ESCALA 1:20**



**DETALLE DE UBICACION DE POZO ATIERRA**



**DETALLE "A"**  
**Escala 1:05**



**DETALLE "B"**  
**Escala 1:05**

Lista de Materiales		
Item	Nombre	Cantidad
1	Conector de bronce para electrodo 16 mm2	2
2	BENTONITA	100kg
3	Conductor de Cu. Desnudo T.B de 25 mm2 (para B.T)	15m
4	Conductor de Cu. Desnudo T.B de 25 mm2 (para M.T)	15m
5	Tubo PVC-SAP 3/4" Ø	2
6	Electrodo COPPERWELD 16 mm Ø X 2.40m	2
7	Arandela cuadrada de 150x150x10 mm C/Tuerca de bronce	2
8	Caja de concreto para puesta a tierra	2



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA-ELECTRICA

Revisado: Ing. Sanchez Huertas E.

TESIS

Aprobado: Ing. Sanchez Huertas E.

ASESOR: ING. SANCHEZ HUERTAS ENRIQUE

PLANO:

**PUESTA A TIERRA DE PMI**

PROYECTO:

Ingeniería de detalle en media y baja tensión para la ampliación del servicio eléctrico en la empresa "Importaciones Tecnológicas y servicios Industriales S.A.C"

ESTUDIANTES:

CARDENAS MALCA, FLAVIO  
GARCÍA LANDA, MANUEL

LÁMINA:

**ARM-02**

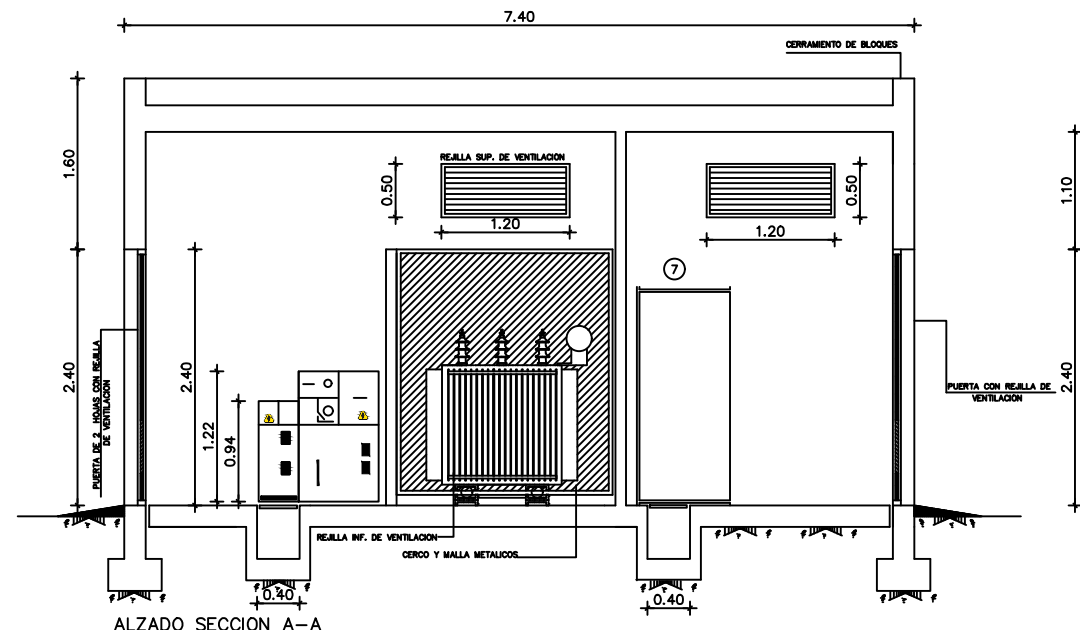
FECHA:

JULIO 2021

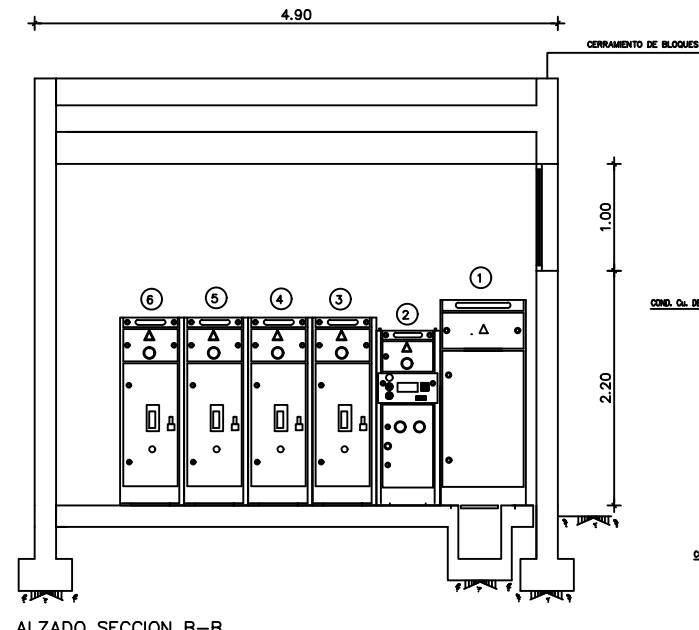
ESCALA:

INDICADA

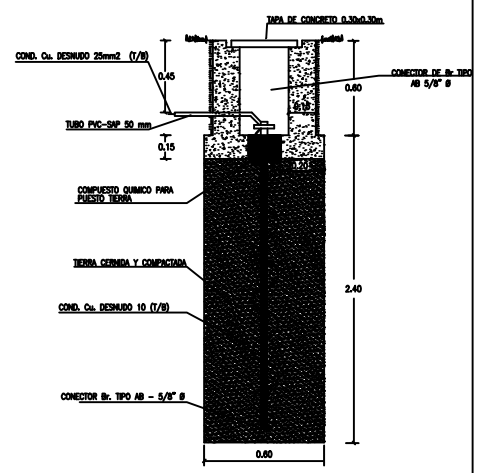
**Anexo N° 19: Plano de Subestación eléctrica**



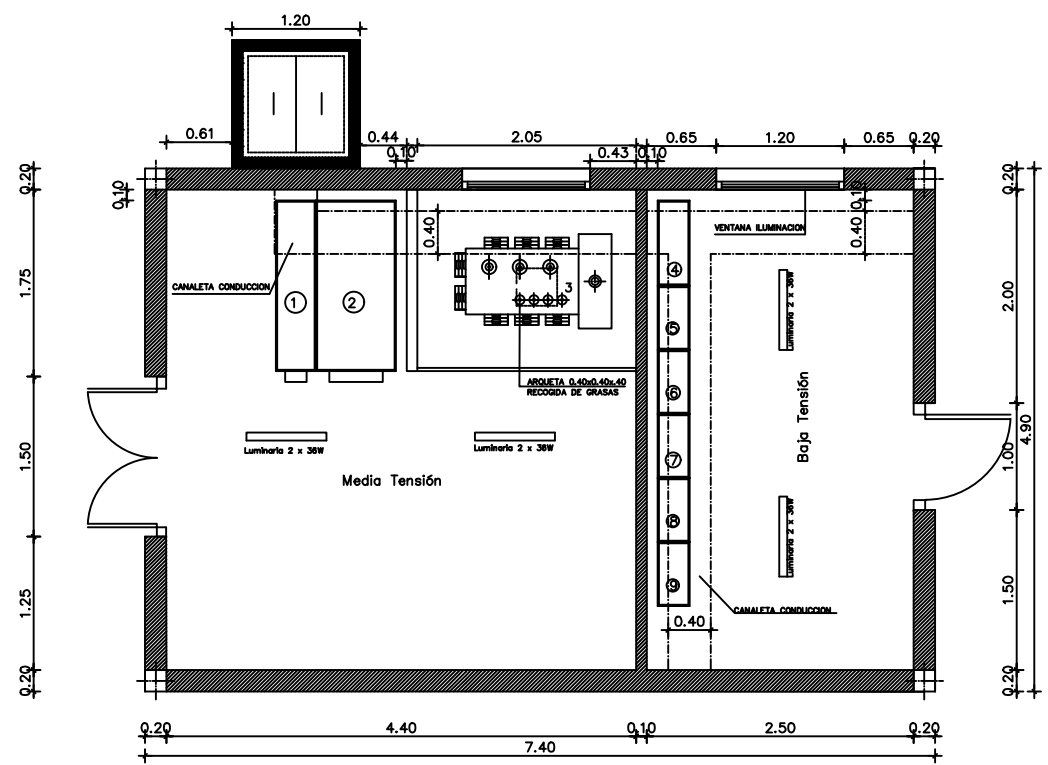
ALZADO SECCION A-A  
ESCALA 1:25



ALZADO SECCION B-B  
ESCALA 1:25

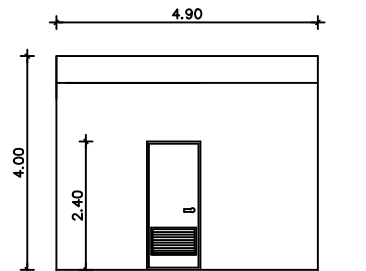


PUESTA TIERRA PARA EQUIPOS DE SUBESTACION  
ESCALA 1:10



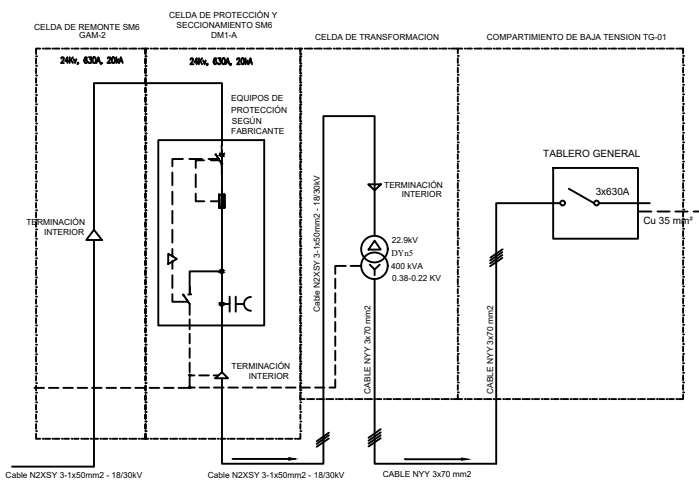
PLANTA SECCION  
ESCALA 1:25

- LEYENDA
- ① CELDA ENTRADA REMONTE SM8-24 GAM2
  - ② CELDA PROTECCION SM8-24 DM1A
  - ③ CELDA DE TRANSFORMACION 400KVA
  - ④ CELDA DE SALIDA- BAJA TENSION 380V-220V
  - ⑤ TABLERO DE MEDICION
  - ⑥ TABLERO DE DISTRIBUCION 220V
  - ⑦ TABLERO DE AREA DE CONFORMADO DE MATERIALES
  - ⑧ TABLERO DE AREA DE SOLDADURA
  - ⑨ TABLERO DE AREA DE CORTE



ALZADO  
ESCALA 1:50

DIAGRAMA DE CONEXION DE SUBESTACION ELECTRICA



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA-ELECTRICA

Revisado: Ing. Sanchez Huertas E.  
Aprobado: Ing. Sanchez Huertas E.

TESIS  
ASESOR: ING. SANCHEZ HUERTAS ENRIQUE

PLANO:  
**SUBESTACION ELECTRICA TIPO CASETA**

PROYECTO:  
Ingeniería de detalle en media y baja tensión para la ampliación del servicio eléctrico en la empresa "Importaciones Tecnológicas y servicios Industriales S.A.C"

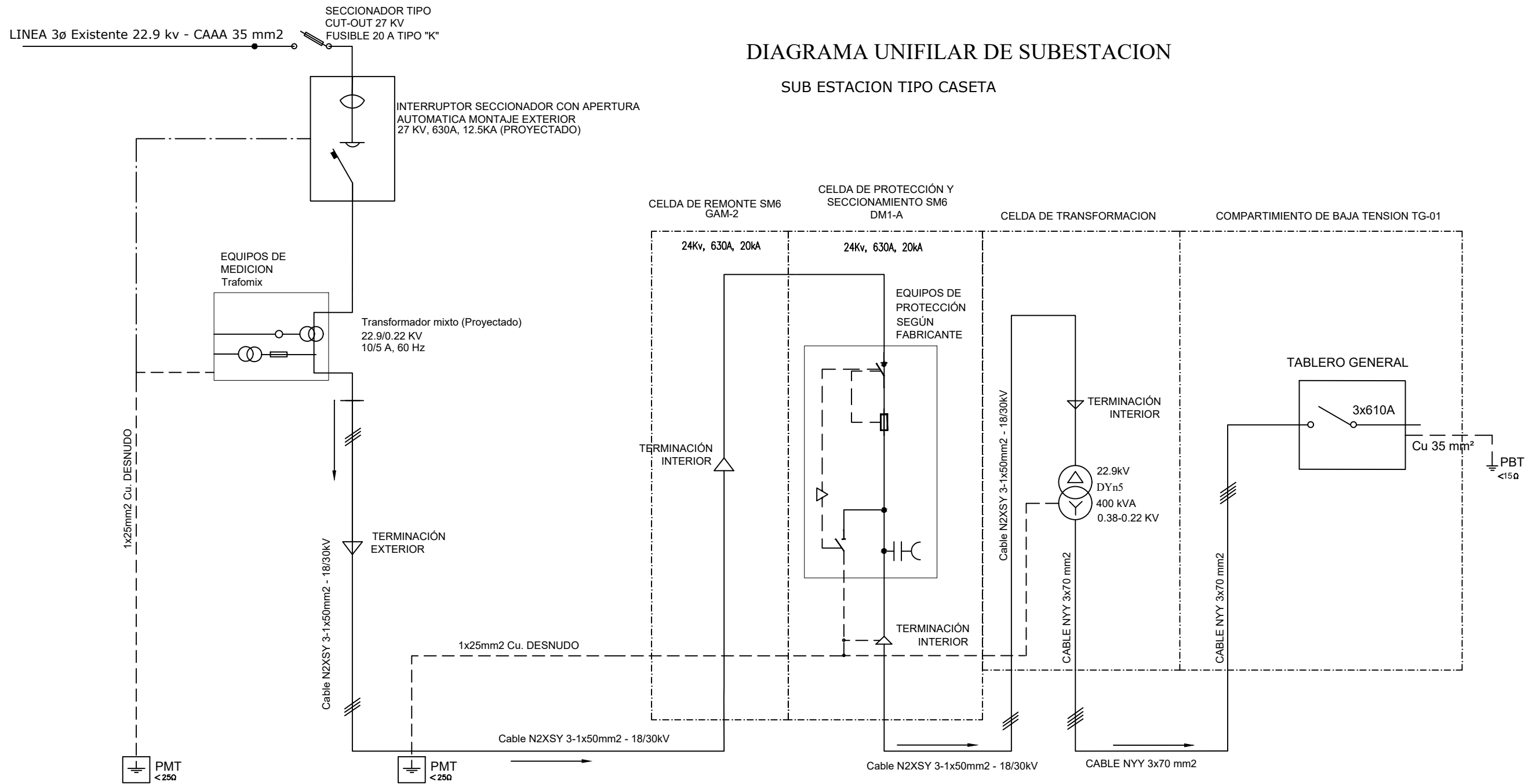
ESTUDIANTES:  
CARDENAS MALCA, FLAVIO  
GARCÍA LANDA, MANUEL

LÁMINA:  
**SUB-01**

FECHA: JULIO 2021  
ESCALA: INDICADA



## DIAGRAMA UNIFILAR DE SUBESTACION SUB ESTACION TIPO CASETA



**NOTA:** Las distancias minimas de seguridad que se toman entre las partes activas de la subestacion y los cierres metalicos estan de acuerdo al CNE

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO GENERAL T-G
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	POZO A TIERRA
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	TERMINACIÓN TERMOCONTRAIBLE
	SECCIONADOR TIPO CUT OUT
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA AISLADO EN ACEITE
	CELDA DE PROTECCIÓN Y SECCIONAMIENTO SM6 DM1-A 24KV, 630A, 20KA (EQUIPOS SEGÚN FABRICANTE)

<p><b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA-ELECTRICA</p>		PLANO: <b>DIAGRAMA UNIFILAR DE SUBESTACION ELECTRICA</b>	
Revisado: Ing. Sanchez Huertas E. Aprobado: Ing. Sanchez Huertas E.		PROYECTO: Ingenieria de detalle en media y baja tension para la ampliacion del servicio eléctrico en la empresa "Importaciones Tecnológicas y servicios Industriales S.A.C"	
TESIS		ESTUDIANTES: CARDENAS MALCA, FLAVIO GARCÍA LANDA, MANUEL	
ASESOR: ING. SANCHEZ HUERTAS ENRIQUE		LÁMINA: <b>SUB-03</b>	
		FECHA: <b>JULIO 2021</b> ESCALA: <b>INDICADA</b>	

## Anexo N° 20: Selección de Transformador

<b>N°</b>	<b>Características</b>	<b>Unid</b>	<b>Valor requerido</b>
<b>1.0</b>	<b>Datos Generales</b>		
1.1	Fabricante		Epli S.A.C
1.2	País de Fabricación		Perú
1.3	Altitud de Instalación	m.s.n.m	1000
<b>2.0</b>	<b>Datos Nominales y Características</b>		
2.1	Frecuencia Nominal	Hz	60
2.2	Potencia Nominal	KVA	400
2.3	Alta Tensión Nominal	V	22900
2.4	Baja Tensión Nominal	V	400 - 230
<b>3.0</b>	<b>Nivel de Aislamiento en Alta Tensión</b>		
3.1	Tensión de Sostenimiento al Impulso 1.2/50 del aislamiento externo	kVp	150
3.2	Tensión de Sostenimiento al Impulso 1.2/50 del aislamiento interno	kVp	125
3.3	Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial		
3.4	Número de bornes Primario	U	3
3.5	Numero de Bornes Secundario	u	4
<b>4.0</b>	<b>Nivel de Aislamiento en Baja Tensión c/ Neutro</b>		
4.1	Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial		
4.2	Número de Bornes	u	4
4.3	Grupo de Conexión		Dyn5
<b>5.0</b>	<b>Masa, Dimensiones</b>		
5.1	Peso total del transformador	Kg	1476
5.2	Peso del aceite	kg	369
5.3	Dimensiones (L x A x H)	mm	1330 x 898 x 1658

## Anexo N° 21: Dimensionamiento de rejilla para Ventilación convencional en Subestación

### 1. Datos Generales

- ✓ Potencia de Transformador: 400 KVA
- ✓ Pérdidas en vacío: 930 W
- ✓ Pérdidas de carga a 75 °C: 4600 W

### 2. Pérdida total del Transformador

$$P_{PT} = P_{FE} + P_{CU}$$

$$P_{PT} = 930 + 4600$$

$$P_{PT} = 5530 \text{ W} = 5.53 \text{ KW}$$

### 3. Caudal del aire

Considerando:

$$Q = 0.016 \text{ m}^3/\text{s} = 0.96 \text{ m}^3/\text{min}$$

### 4. Sección de rejilla

$$S = \frac{P}{0.24 \times 0.4 \times \sqrt{(t_2 - t_1)^3 \times H}}$$

$$S = \frac{5.53}{0.24 \times 0.4 \times \sqrt{(15)^3 \times 2.2}}$$

$$S = 0.67 \text{ m}^2$$

## Anexo N° 22: Celda de Llegada o remonte

N°	Características	Und	Valor requerido
<b>1.0</b>	<b>Datos Generales</b>		
1.1	Marca		Schneider electric
1.2	Modelo		SM62EGAM262
<b>2.0</b>	<b>Características eléctricas</b>		
2.1	Tensión de ensayo dieléctrico	Kv	24
2.2	Corriente nominal	A	630
	Tensión temporal admisible	Kv	125
2.3	Resistencia a picos de tensión	Kv	28
2.4	Frecuencia de red	Hz	50
2.5	Temperatura ambiente de funcionamiento	°C	-5 ... 40
<b>3.0</b>	<b>Características generales</b>		
3.1	Peso	kg	120
3.2	Anchura – Profundidad	mm	375 - 940

## Anexo N° 23: Celda de Protección

### Selección de celda de Seccionamiento

- Tensión nominal del Sistema

$$V_n = 22.9 Kv$$

- Nivel de Aislamiento

$$V_i = 125 kVp$$

$$V_{fi} = 50 Kv$$

- Capacidad de ruptura o poder de corte

$$I_{CC} = 2.27 KA$$

- Capacidad de conexión o poder de conexión

$$T = \frac{R}{X} = \frac{0.416}{0.462}$$

$$T = 0.9$$

$$I_{CH} = T \times \sqrt{2} \times I_{CC}$$

$$I_{CH} = 0.9 \times \sqrt{2} \times 2.27$$

$$I_{CH} = 2.89 KA$$

- **Corriente térmica**

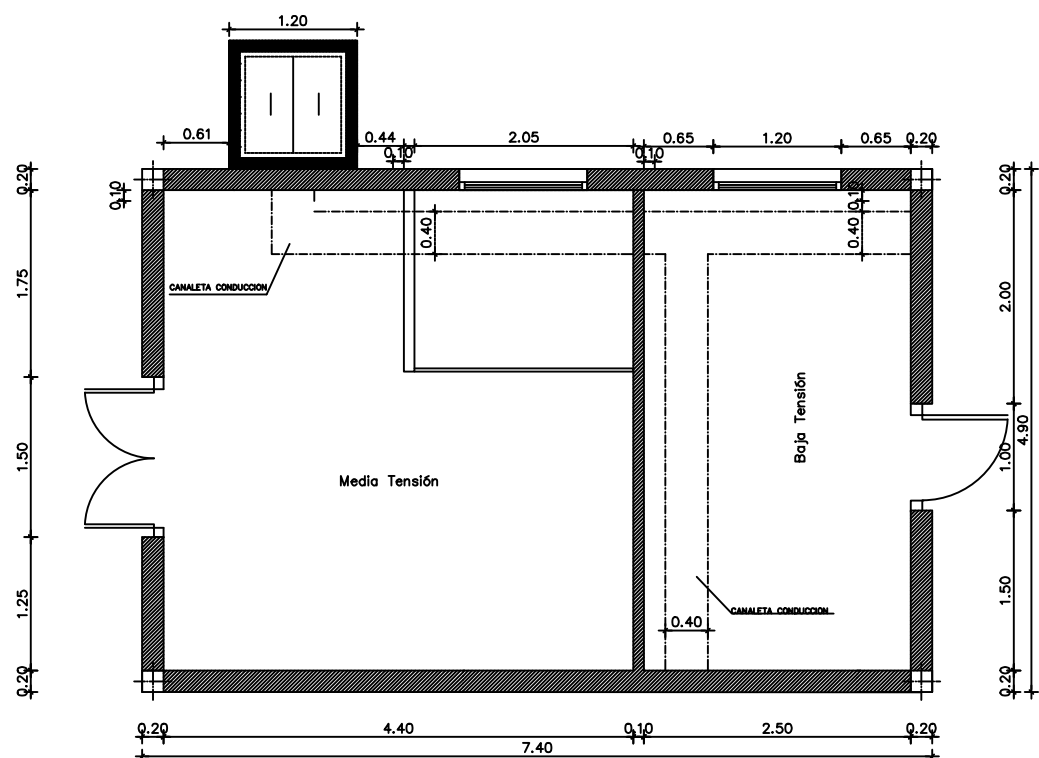
$$I_T = I_{CC} \times \sqrt{m + n} \times \frac{1}{t}$$

$$I_T = 2.27 \times \sqrt{0.1 + 1} \times \frac{1}{1}$$

$$I_T = 2.38 \text{ KA}$$

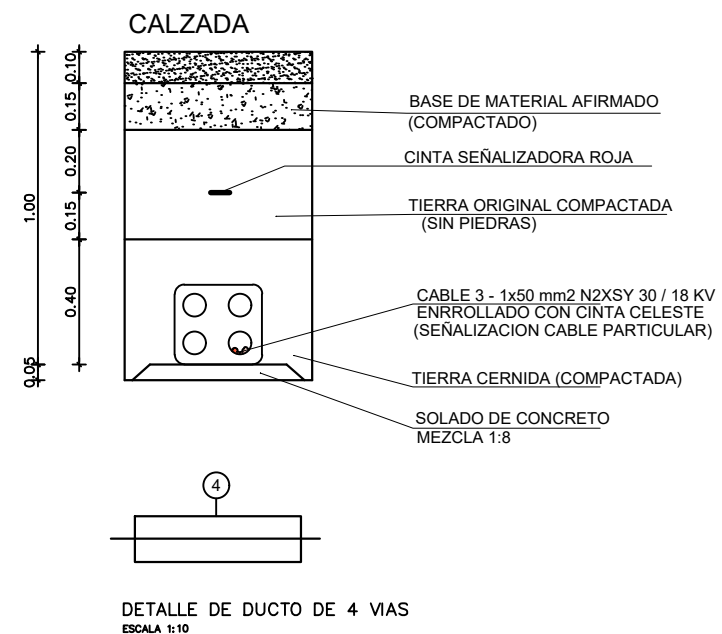
<b>N°</b>	<b>Características</b>	<b>Und</b>	<b>Valor requerido</b>
<b>1.0</b>	<b>Datos Generales</b>		
1.1	Marca		Schneider electric
1.2	Modelo		SM62EDM1A62S20
<b>2.0</b>	<b>Características eléctricas</b>		
2.1	Tensión de ensayo dieléctrico	Kv	24
2.2	Corriente nominal	A	630
	Tensión temporal admisible	Kv	125
2.3	Resistencia a picos de tensión	Kv	28
2.4	Frecuencia de red	Hz	50
2.5	Temperatura ambiente de funcionamiento	°C	-5 ... 40
<b>3.0</b>	<b>Características generales</b>		
3.1	Peso	kg	400
3.2	Anchura – Profundidad	mm	750 - 1220

**Anexo 24: Plano de Canalización de Subestación**

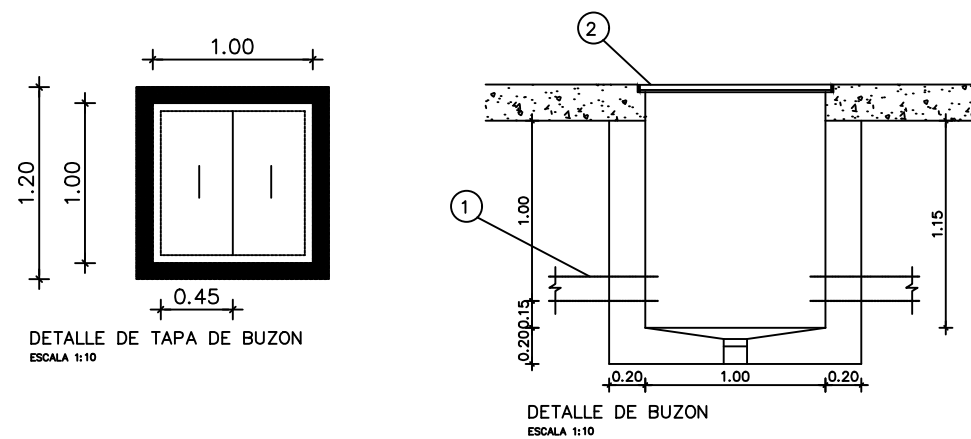


VISTA PLANTA SUBESTACION ELECTRICA CASETA - ARQUITECTURA

Escala 1:25



DETALLE DE DUCTO DE 4 VIAS  
ESCALA 1:10



DETALLE DE TAPA DE BUZON  
ESCALA 1:10

DETALLE DE BUZON  
ESCALA 1:10

DETALLE DE BUZON DE CONCRETO DE 1m x 1m x 1.15 m

AL EXTERIOR DE LA CASETA  
1 : DUCTO DE CONCRETO DE A VIAS  
2 : TAPA DE CONCRETO



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA-ELECTRICA

Revisado: Ing. Sanchez Huertas E.

TESIS

Aprobado: Ing. Sanchez Huertas E.

ASESOR: ING. SANCHEZ HUERTAS ENRIQUE

PLANO:  
**SUBESTACION ELECTRICA TIPO CASETA-CANALIZACION**

PROYECTO:  
Ingeniería de detalle en media y baja tensión para la ampliación del servicio eléctrico en la empresa "Importaciones Tecnológicas y servicios Industriales S.A.C"

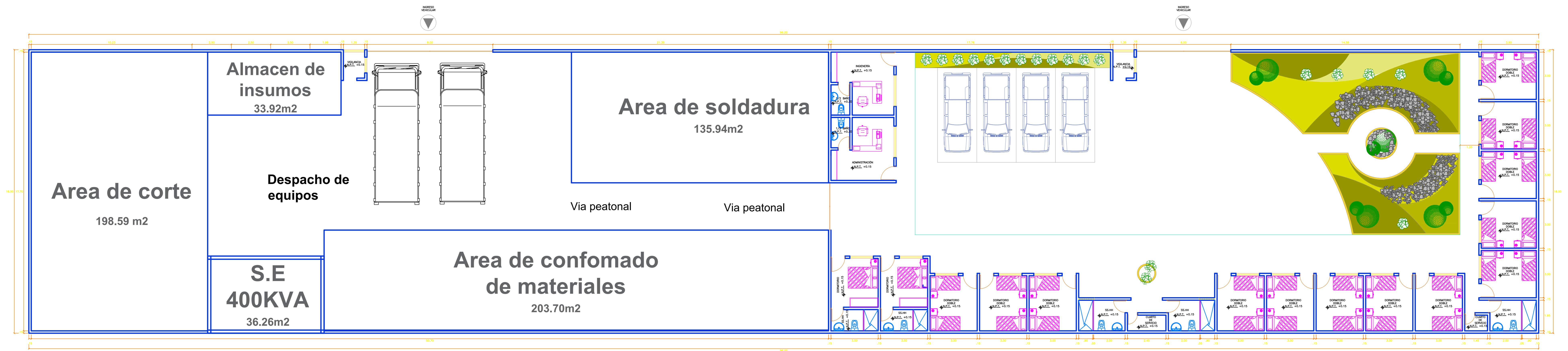
ESTUDIANTES:  
**CARDENAS MALCA, FLAVIO**  
**GARCÍA LANDA, MANUEL**

LÁMINA:  
**SUB-02**

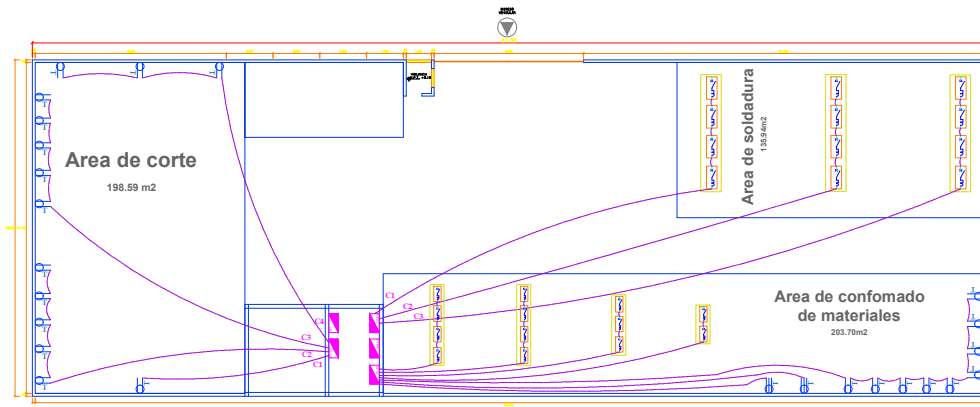
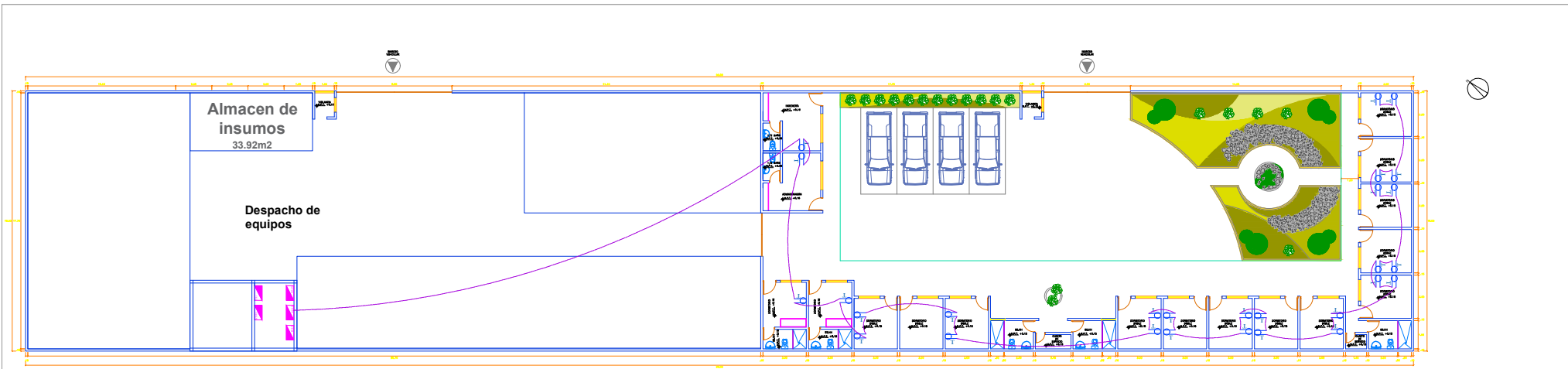
FECHA: **JULIO 2021** ESCALA: **INDICADA**


**Anexo 25: Plano arquitectónico de empresa**





<p>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA-ELECTRICA</p>		<b>PLANO:</b> <b>Plano arquitectonico de la empresa</b>	
		<b>PROYECTO:</b> Ingenieria de detalle en media y baja tension para la ampliacion del servicio eléctrico en la empresa "Importaciones Tecnológicas y servicios Industriales S.A.C"	
Revisado: Ing. Sanchez Huertas E.	<b>TESIS</b>	<b>ESTUDIANTES:</b> CARDENAS MALCA, FLAVIO GARCÍA LANDA, MANUEL	<b>LÁMINA:</b> <b>LAM-03</b>
Aprobado: Ing. Sanchez Huertas E.	<b>ASESOR: ING. SANCHEZ HUERTAS ENRIQUE</b>	<b>FECHA:</b> JULIO 2021	<b>ESCALA:</b> INDICADA



 <p>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA-ELECTRICA</p>		PLANO: <b>Eléctricas: Tomacorriente - Fuerza</b>	
		PROYECTO: Ingeniería de detalle en media y baja tensión para la ampliación del servicio eléctrico en la empresa "Importaciones Tecnológicas y servicios Industriales S.A.C"	
Revisado: Ing. Sanchez Huertas E.	TESIS	ESTUDIANTES: CARDENAS MALCA, FLAVIO GARCÍA LANDA, MANUEL	LÁMINA: <b>LAM-03</b>
Aprobado: Ing. Sanchez Huertas E.	ASESOR: ING. SANCHEZ HUERTAS ENRIQUE	FECHA: <b>JULIO 2021</b>	ESCALA: <b>INDICADA</b>

## Anexo 26: Diagrama Unifilar

### Cálculos eléctricos de Baja tensión

- Para la tensión de 380 V se usará el conductor N2XOH
- Para la tensión de 220 V se usará el conductor NH - 80

### Corriente nominal del sistema en Baja Tensión

$$I_d = \frac{320}{\sqrt{3} \times 0.38 \times 0.8}$$

$$I_{d\ BT} = 607.74\ A$$

#### 2.1. Sección mínima para caída de tensión

$$\Delta V (\%) = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \phi}{\gamma \times S}$$

$$\Delta V (\%) = \frac{\sqrt{3} \times 15 \times 607 \times 0.8}{58 \times 285}$$

$$\Delta V (\%) = 0.76$$

#### 2.2. Cálculo Sistema Puesta a Tierra

Sección mínima del conductor a tierra

- Lado Primario

$$\frac{mm^2}{KA} = 4$$

$$S_{min} = \frac{mm^2}{KA} \times I_{cc}$$

$$S_{min} = 4 \times 2.27$$

$$S_{min} = 9.08\ mm^2$$

- Lado Secundario

$$S_{min} = 35\ mm^2$$

Resistencia máxima de conexión a tierra

- Lado Primario

$$R_{m\acute{a}x} = 25\ \Omega$$

- Lado Secundario

$$R_{m\acute{a}x} = 15\ \Omega$$

### Resistencia de la varilla de puesta a tierra

$$R_V = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \left( \frac{2L}{D} x \sqrt{\frac{3L + 4t}{L + 4t}} \right)$$

$$R_V = \frac{200}{2\pi(2.40)} x \ln \left( \frac{2(2.40)}{0.019} x \sqrt{\frac{3(2.40) + 4(0.3)}{2.40 + 4(0.3)}} \right)$$

$$R_V = 78.99 \Omega$$

Recalculando la resistencia con la nueva resistividad:

$$R_V = \frac{20}{2\pi(2.40)} x \ln \left( \frac{2(2.40)}{0.019} x \sqrt{\frac{3(2.40) + 4(0.3)}{2.40 + 4(0.3)}} \right)$$

$$R_V = 7.9 \Omega$$

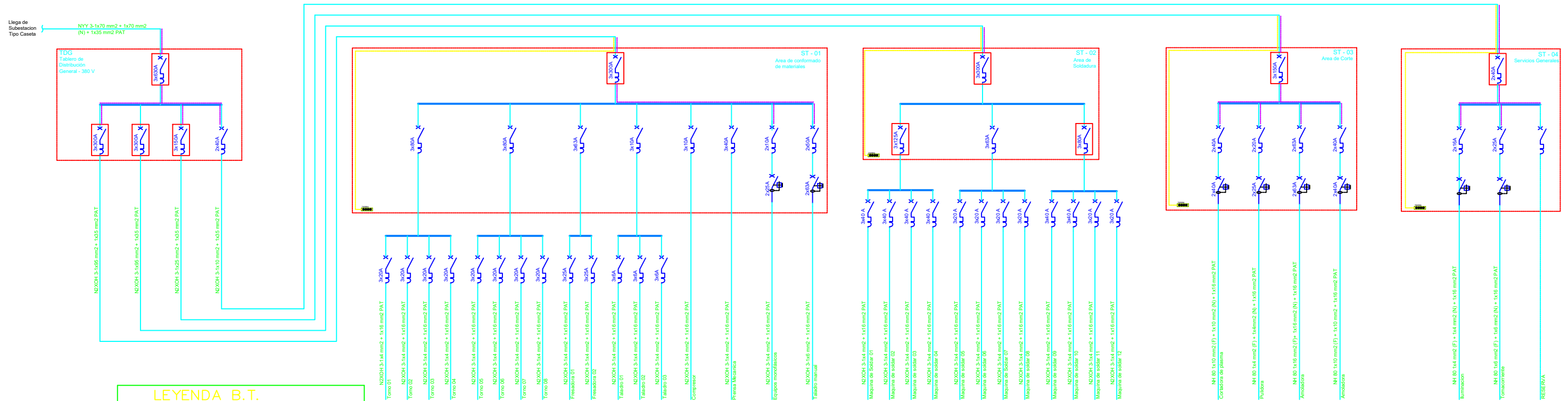
### Corriente Nominal (Trifásico – Monofásico)

$$I_N = \frac{P}{\sqrt{3} x V x \cos \phi} \quad ; \quad I_N = \frac{P}{V x \cos \phi}$$


Corriente en conductor

$$I_S = 1.25I_N$$

Baja Tensión			
Área	Descripción	Corriente Nominal (A)	Corriente de Diseño (A)
Conformado de Materiales	Torno CNC	113.95	142.44
	Fresadora	44.63	55.79
	Compresor	7.08	8.85
	Prensa Mecánica	28.3	35.37
	Afiladora de brocas	3.41	4.26
	Taladro	7.59	9.49
	Impresora 3D	1.36	1.7
	Taladro manual	36.93	46.16
Soldadura	Esmeril de Banco	2.04	2.55
	Máquina de soldar 1	153.83	192.28
Corte	Máquina de soldar 2	85.46	106.82
	Cortadora de plasma	27.27	34.09
	Pulidora angular	13.63	17.04
	Amoladora	68.18	85.22
General	Iluminación	8.18	10.23
	Tomacorriente	19.88	24.85



LEYENDA B.T.	
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO CAJA MOLDEADA
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	LINEA NEUTRO
	LINEA TIERRA
	BARRA DE COBRE
	BORNERA A TIERRA EMPERNADA A TABLERO.

 <p><b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA-ELECTRICA</p>		<b>PLANO: Diagrama unifilar de instalaciones electricas de la empresa</b>	
<b>TESIS</b>		<b>PROYECTO:</b> Ingenieria de detalle en media y baja tension para la ampliacion del servicio eléctrico en la empresa "Importaciones Tecnológicas y servicios Industriales S.A.C"	
Revisado: Ing. Sanchez Huertas E.	ASESOR: ING. SANCHEZ HUERTAS ENRIQUE	<b>ESTUDIANTES:</b> CARDENAS MALCA, FLAVIO GARCÍA LANDA, MANUEL	<b>LÁMINA:</b> LAM-04
Aprobado: Ing. Sanchez Huertas E.		<b>FECHA:</b> JULIO 2021	<b>ESCALA:</b> INDICADA