



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y  
APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**TESIS DE GRADO**

**TEMA:**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN ELÉCTRICA DE 13,8 KV A 440 Y 220 V CON DOS TRANSFORMADORES DYN5, PARA ALIMENTAR EL PROCESO DE FIGURADOS, EN LA PLANTA INDUSTRIAL NOVACERO, UBICADA EN LA PARROQUIA DE MULALÓ, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, DURANTE EL AÑO 2014”.**

Tesis presentada previa a la obtención del título de Ingeniero en Electromecánica

**AUTOR:**

Cristian Andrés Fuentes Vargas

**DIRECTOR:**

MSc.Ing. Efrén Barbosa

**Latacunga – Ecuador**

Marzo 2016



## FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulante:

- Cristian Andrés Fuentes Vargas.

Con la tesis, cuyo título es:

**“Diseño e implementación de una cámara de transformación eléctrica de 13,8 kv a 440 y 220 v con dos transformador dyn5, para alimentar el proceso de figurados, en la planta industrial Novacero, ubicada en la Parroquia de Mulaló, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, durante el año 2014”**

Ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

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

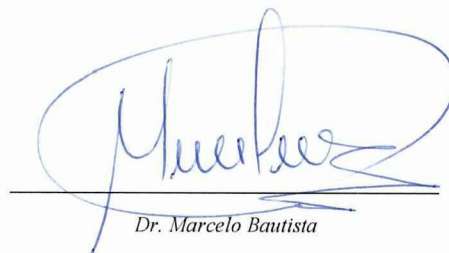
Latacunga, 01 de marzo del 2016

Para constancia firman:



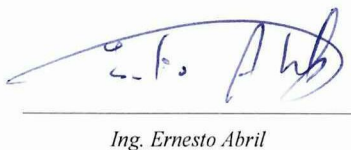
Ing. Álvaro Mullo

**PRESIDENTE**



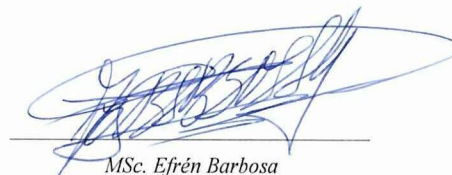
Dr. Marcelo Bautista

**MIEMBRO**



Ing. Ernesto Abril

**OPOSITOR**



MSc. Efrén Barbosa

**TUTOR (DIRECTOR)**

## AUTORÍA

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación titulado “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN ELÉCTRICA DE 13,8 KV A 440 Y 220 V CON DOS TRANSFORMADOR DYN5, PARA ALIMENTAR EL PROCESO DE FIGURADOS, EN LA PLANTA INDUSTRIAL NOVACERO, UBICADA EN LA PARROQUIA DE MULALÓ, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, DURANTE EL AÑO 2014**”; en el cual los contenidos, ideas, análisis, comentarios, conclusiones y recomendaciones son de exclusiva responsabilidad del autor.

El Autor



.....  
Cristian Andrés Fuentes Vargas  
C.I. 050351039-8



## AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director del trabajo de investigación sobre el tema:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN ELÉCTRICA DE 13,8 KV A 440 Y 220 V CON DOS TRANSFORMADOR DYN5, PARA ALIMENTAR EL PROCESO DE FIGURADOS, EN LA PLANTA INDUSTRIAL NOVACERO, UBICADA EN LA PARROQUIA DE MULALÓ, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, DURANTE EL AÑO 2014”**, del Sr. Cristian Andrés Fuentes Vargas con C.I. 050351039-8, postulante de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que la presente tesis cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a evaluación del Tribunal de Validación de Tesis que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería Y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio.

Latacunga, 01 de marzo del 2016

El Director:

MSc. Ing. Efrén Barbosa



## AVAL DE ASESOR METODOLÓGICO

En calidad de Asesora Metodológica del Trabajo de Investigación sobre el tema: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN ELÉCTRICA DE 13,8 KV A 440 Y 220 V CON DOS TRANSFORMADORES DYN5, PARA ALIMENTAR EL PROCESO DE FIGURADOS, EN LA PLANTA INDUSTRIAL NOVACERO, UBICADA EN LA PARROQUIA DE MULALÓ, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, DURANTE EL AÑO 2014”, del señor estudiante; Cristian Andrés Fuentes Vargas con C.I. 050351039-8, postulante de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica,

### CERTIFICO QUE:

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos necesarios para ser sometidos a la **Evaluación del Tribunal de Validación de Tesis**, que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 01 de marzo del 2016

Lic. Susana Pallasco

**ASESOR METODOLÓGICO**



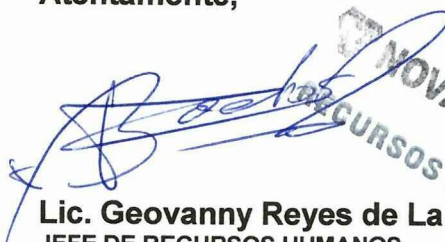
Latacunga, 12 de Febrero del 2016


## CERTIFICADO

En calidad de Jefe de Recursos Humanos, certifico que el Sr. **FUENTES VARGAS CRISTIAN ANDRES** con numero de cédula.- **050351039-8** realizó la implementación del proyecto de tesis titulado "Diseño e Implementación de una Cámara de Transformación Eléctrica de 13.8 KV a 440 y 220 V con dos Transformadores DYN5 para alimentar el Proceso de Figurados en la Planta Industrial Novacero, ubicada en la Parroquia de Mulaló, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, durante el año 2014" a petición de la UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI de la Carrera de Ingeniería Electromecánica.

El Sr. Puede hacer uso de este certificado en la forma ética que estime conveniente.

Atentamente,

  
**Lic. Geovanny Reyes de La Vega**  
JEFE DE RECURSOS HUMANOS  
NOVACERO S.A.



## **AGRADECIMIENTO.**

Agradezco principalmente a mis padres que han sido el apoyo incondicional para culminar con una de mis metas, a mi familia en general por estar siempre presentes.

A la empresa NOVACERO por abrirme las puertas para iniciarme profesionalmente, al Ing. Efrén Barbosa por guiarme en el desarrollo de la tesis, al Ing. Manuel Constante y su equipo de trabajo por brindarme la oportunidad de realizar el proyecto y a todos quienes de una u otra manera formaron parte de este objetivo que hoy se ve plasmado en hechos.

*Cristian Fuentes*

## **DEDICATORIA**

Este proyecto está dedicado a toda mi familia, mi madre Gloria Vargas la mejor del mundo, a mi Padre Arturo Fuentes, a mi querido hijo Lían Andrés inspiración de mi trabajo y el motor para salir adelante, a mi novia Joss, a mi abuelita Rosita Armijos, a mis hermanos Paúl y Santiago, mis sobrinos Mateo y Diego y a todos los que verdaderamente amo, gracias por su apoyo incondicional y por estar siempre junto a mí.

*Cristian Fuentes*

# ÍNDICE GENERAL

Portada.....	i
Formulario de Aprobación del Tribunal de Grado.....	ii
AUTORÍA .....	iii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS .....	iv
AVAL DE ASESOR METODOLÓGICO.....	v
AGRADECIMIENTO. ....	vii
DEDICATORIA .....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiv
ÍNDICE DE CUADROS.....	xv
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xv
RESUMEN EJECUTIVO .....	xvii
ABSTRACT .....	xviii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	3
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	3
1.1. Industria.....	3
1.2. Sistema Eléctrico.....	4
1.2.1. <i>Características de los Sistemas Eléctricos</i> .....	4
1.3. Corriente Eléctrica.....	5
1.3.1. <i>Requisitos para que circule la corriente eléctrica</i> .....	5
1.3.2. <i>Intensidad de la corriente eléctrica</i> .....	6
1.3.3. <i>Medición de la intensidad de la corriente eléctrica o amperaje</i> .....	6
1.3.4. <i>Tipos de corriente eléctrica</i> .....	7
1.4. Centros de Transformación .....	7

1.4.1.	<i>Clasificación de los centros de transformación</i> .....	7
1.4.1.1.	<i>Centro de transformación en función de la alimentación</i> .....	7
1.4.1.2.	<i>Centros de transformación en función de la propiedad</i> .....	8
1.4.1.3.	<i>Centros de transformación en función de su emplazamiento</i> .....	8
1.4.1.4.	<i>Centro de transformación en función de su acometida</i> .....	8
1.5.	<i>Obra Civil</i> .....	9
1.6.	<i>Aparamenta Eléctrica</i> .....	10
1.6.1.	<i>Parámetros característicos de los aparatos eléctricos</i> .....	11
1.6.2.	<i>Magnitudes de la aparamenta eléctrica</i> .....	11
1.6.3.	<i>Problemas fundamentales de la aparamenta</i> .....	12
1.7.	<i>Transformador</i> .....	13
1.7.1.	<i>Potencia Nominal</i> .....	13
1.7.2.	<i>Constitución y Funcionamiento</i> .....	14
1.7.3.	<i>Límites de funcionamiento de un transformador</i> .....	14
1.7.4.	<i>Particularidades constructivas</i> .....	15
1.7.4.1.	<i>En baño en Aceite</i> .....	15
1.7.4.2.	<i>Con aislamiento seco</i> .....	16
1.7.5.	<i>Tipos de transformadores eléctricos</i> .....	16
1.7.5.1.	<i>Transformadores de potencia</i> .....	16
1.7.5.2.	<i>Transformadores eléctricos elevadores</i> .....	16
1.7.5.3.	<i>Transformadores eléctricos reductores</i> .....	16
1.7.5.4.	<i>Autotransformadores</i> .....	16
1.7.5.5.	<i>Transformadores de potencia con derivación</i> .....	16
1.7.5.6.	<i>Transformadores eléctricos de medida</i> .....	16
1.7.5.7.	<i>Transformadores eléctricos de intensidad</i> .....	17
1.7.5.8.	<i>Transformador eléctrico potencial</i> .....	17

1.7.5.9.	<i>Transformadores trifásicos</i> .....	17
1.8.	Seccionador .....	18
1.8.1.	<i>Tipos de Seccionadores</i> .....	18
1.8.1.1.	<i>Seccionador de cuchillas giratorias</i> .....	18
1.9.	Interruptor.....	19
1.9.1.	<i>Clasificación de los interruptores</i> .....	19
1.9.1.1.	<i>Actuantes</i> .....	19
1.9.1.2.	<i>Pulsadores</i> .....	19
1.9.2.	<i>Interruptores eléctricos especiales</i> .....	19
1.10.	Fusible .....	20
1.10.1.	<i>Tipos de fusibles</i> .....	21
1.11.	Tableros de Distribución .....	21
1.12.	Conductor o Cable.....	22
1.13.	Puesta a Tierra.....	22
1.14.	<i>Relé de Protección</i> .....	23
1.14.1.	<i>Características de los sistemas de protección</i> .....	23
1.15.	Medidor de Energía.....	24
1.15.1.	<i>Elementos constitutivos.</i> .....	24
1.15.2.	<i>Características Principales</i> .....	25
1.16.	Aisladores.....	26
1.17.	Interruptores Termomagnético.....	27
1.17.1.	<i>Características</i> .....	27
1.17.2.	<i>Tipos</i> .....	28
1.18.	Banco de Baterías.....	28
1.18.1.	<i>Conexión del Banco de baterías</i> .....	29
1.18.2.	<i>Tipos de batería</i> .....	29

•	Batería de tipo ácido para alimentar el relé de protección .....	29
CAPÍTULO II .....		30
2.	METODOLOGÍA .....	30
2.1.	Enfoque de la Investigación .....	30
2.2.	Modalidades de Investigación.....	30
2.2.1.	<i>De Campo</i> .....	30
2.2.2.	<i>Bibliográfico – Documental</i> .....	31
2.3.	Tipos de Investigación .....	31
2.3.1.	<i>Exploratorio</i> .....	31
2.3.2.	<i>Descriptivo</i> .....	31
2.4.	Población.....	32
2.5.	Operacionalización de Variables.....	33
2.6.	Técnicas e Instrumentos .....	35
2.7.	Plan de recolección de la información .....	35
2.8.	Plan de Procesamiento de la Información .....	36
2.9.	ENTORNO DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN.....	36
2.9.1.	<i>ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN</i> .....	36
2.9.2.	<i>FILOSOFÍA INSTITUCIONAL</i> .....	37
2.9.2.1.	<i>Misión</i> .....	37
2.9.2.2.	<i>Visión</i> .....	37
2.9.3.	ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCIÓN	38
2.9.3.1.	Factor Espacial .....	38
2.9.3.2.	<i>Factor Operacional</i> .....	40
2.9.3.3.	<i>Factor administrativo que interviene en el proyecto</i> .....	43
2.9.4.	<i>Situación Actual de las Máquinas</i> .....	44

2.10.	Encuestas .....	47
2.11.	Consumo de Energía Proceso Figurado .....	57
2.12.	Verificación de Hipótesis .....	58
2.12.1.	<i>Planteamiento de la Hipótesis</i> .....	58
2.12.2.	<i>Formulación de la hipótesis</i> .....	58
2.12.3.	<i>Definición del nivel de significación</i> .....	58
2.12.4.	<i>Elección de la prueba estadística</i> .....	58
2.12.5.	<i>Simbología</i> .....	59
2.12.6.	<i>Frecuencias observadas</i> .....	59
2.12.7.	<i>Nivel de significancia y regla de decisión</i> .....	59
2.12.8.	<i>Regla de Decisión</i> .....	60
CAPITULO III		
3.	PROPUESTA .....	61
3.1.	Presentación de la Propuesta .....	61
3.2.	Objetivos .....	62
3.2.1.	<i>Objetivo General</i> .....	62
3.2.2.	<i>Objetivos Específicos</i> .....	62
3.3.	<i>Análisis de factibilidad</i> .....	62
3.3.1.	<i>Factibilidad técnica</i> .....	63
3.3.2.	<i>Factibilidad operativa</i> .....	63
3.3.3.	<i>Factibilidad económica</i> .....	63
3.4.	Desarrollo de la Propuesta.....	64
3.5.	Conclusiones y Recomendaciones .....	102
3.5.1.	<i>Conclusiones</i> .....	102
3.5.2.	<i>Recomendaciones</i> .....	103
BIBLIOGRAFÍA .....		104

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 2.1 Población.....	32
Tabla No. 2.2 Tipo de Plano .....	47
Tabla No. 2.3 Mayor productividad.....	48
Tabla No. 2.4 Durabilidad de las máquinas .....	49
Tabla No. 2.5 Bajo riesgo para la salud .....	50
Tabla No. 2.6 Construcción a un bajo costo .....	51
Tabla No. 2.7 Cumplimiento con las normativas legales vigentes .....	52
Tabla No. 2.8 Cumplimiento de los estándares de calidad energéticos .....	53
Tabla No. 2.9 Espacio asignado .....	54
Tabla No. 2.10 Nivel de funcionalidad .....	55
Tabla No. 2.11 Suministro confiable .....	56
Tabla No. 2.12 Consumo de Energía Proceso Figurado .....	57
Tabla No. 3.1 Profundidad de los ductos según su localización.....	65
Tabla No. 3.2 Diámetro del ducto según calibre del conductor y voltaje.....	66
Tabla No. 3.3 Mediadas de los pozos según su aplicación .....	67
Tabla No. 3.4 Dimensiones de la Cámara de Transformación .....	68
Tabla No. 3.5 Sección Nominal de los conductores .....	74
Tabla No. 3.6 Datos eléctricos Transformador 500 KVA .....	77
Tabla No. 3.7 Cálculo del material conductor en el transformador 500 KVA.....	77
Tabla No. 3.8 Cálculo de canalización para el centro de transformación.....	78
Tabla No. 3.9 Protecciones del transformador.....	78
Tabla No. 3.10 Datos eléctricos Transformador 1500 KVA .....	79
Tabla No. 3.11 Cálculo del materia conductor en el transformador 1,5 MVA.....	80
Tabla No. 3.12 Cálculo de canalización para el Centro de Transformación.....	80
Tabla No. 3.13 Protecciones del transformador.....	81
Tabla No. 3.14 Mediciones del Terreno.....	81
Tabla No. 3.15 Resistividad del Suelo .....	82

Tabla No. 3.16 Factor por decremento según el tiempo de descarga o duración de la falla.....	83
Tabla No. 3.17 Datos Malla a Tierra .....	85
Tabla No. 3.18 Valores para el cálculo de la longitud de la malla .....	88
Tabla No. 3. 19 Cálculo del conductor .....	88
Tabla No. 3.20 Especificaciones técnicas para selección del calibre del conductor .....	89
Tabla No. 3.21 Características Principales Interruptor Disyuntor .....	91
Tabla No. 3.22 Características principales Seccionador – Fusible .....	93
Tabla No. 3.23 Datos de la corriente de los Barkers.....	99
Tabla No. 3.24 Descripción de corriente .....	101

## **ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro No. 2.1 Variable Independiente: Diseño e implementación.....	33
Cuadro No. 2.2 Variable Dependiente: Cámara de transformación eléctrica.....	34
Cuadro No. 2.3 Plan para la recolección de la información.....	35
Cuadro No. 2.4 Espacio Físico.....	39
Cuadro No. 2.5 Tipos de mantenimientos.....	42
Cuadro No. 2.6 Máquinas y equipos de la cámara.....	42
Cuadro No. 2.7 Funciones del personal .....	43
Cuadro No. 2.8 Estado de las maquinas.....	44

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico No. 2.1 Tipo de trazo .....	47
Gráfico No. 2.2 Mayor productividad.....	48
Gráfico No. 2.3 Durabilidad de las máquinas .....	49
Gráfico No. 2.4 Bajo riesgo para la salud .....	50
Gráfico No. 2.5 Construcción a un bajo costo .....	51
Gráfico No. 2.6 Cumplimiento con las normativas legales vigentes .....	52
Gráfico No. 2.7 Cumplimiento de los estándares de calidad energéticos.....	53

Gráfico No. 2.8 Espacio asignado.....	54
Gráfico No. 2.9 Nivel de funcionalidad.....	55
Gráfico No. 2.10 Suministro confiable .....	56
Gráfico No. 2.11 Regla de Decisión .....	60
Gráfico No. 3.1 Curvas de los retardos en los equipos de corte .....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 2.1 Espacio asignado para la construcción de cámara de transformación eléctrica.....	39
Figura No. 2.2 Interruptor Square-D.....	40
Figura No. 2.3 Seccionador S C Electric Company.....	40
Figura No. 2.4 Transformador (seco).....	41
Figura No. 2.5 Transformador en Aceite .....	41
Figura No. 2.6 Tablero de Distribución .....	42
Figura No. 3.1 Curvas de los retardos en los equipos de corte.....	68
Figura No. 3. 2 Transformador de 500 KVA.....	79
Figura No. 3.3 Transformador 1.5 MVA.....	79
Figura No. 3.4 Medición con Telurómetro .....	82
Figura No. 3.5 Tensión de paso $E_p$ y de contacto $E_t$ .....	85
Figura No. 3.6 Interruptor Disyuntor .....	90
Figura No. 3.7 Seccionador Fusible.....	92
Figura No. 3.8 Seccionador – Fusible.....	93
Figura No. 3.9 Relé de protección .....	94
Figura No. 3.10 Medidor Trifásico .....	95
Figura No. 3.11 Tableros de Distribución.....	96
Figura No. 3.12 Tablero 220 V .....	97
Figura No. 3.13 Distribución de los Brakers en el tablero de 220 V .....	97
Figura No. 3.14 Brakers en el Tablero.....	98
Figura No. 3.15 Tablero 220 V .....	98
Figura No. 3.16 Tablero de 440 V .....	99
Figura No. 3.17 Distribución de los Brakers del tablero de 440 V .....	100
Figura No. 3. 18 Distribución de los Brakers del tablero de 440 V .....	100



**TEMA:** “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN ELÉCTRICA DE 13,8 KV A 440 Y 220 V CON DOS TRANSFORMADOR DYN5, PARA ALIMENTAR EL PROCESO DE FIGURADOS, EN LA PLANTA INDUSTRIAL NOVACERO, UBICADA EN LA PARROQUIA DE MULALÓ, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, DURANTE EL AÑO 2014”.

**AUTOR:**

Cristian Andrés Fuentes Vargas

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto plantea el diseño e implementación de una cámara de transformación eléctrica, utilizando dos transformadores DYN5, el cual servirá para satisfacer de manera primordial la protección a la integridad personal frente a riesgos eléctricos, además de la preservación de la vida útil de los equipos gracias a la calidad de energía que se obtendrá de la subestación; en el desarrollo del presente trabajo se establecen las condiciones necesarias en las que va a operar e instalar el sistema de transformación eléctrica a través del análisis se podrá determinar el debido funcionamiento de los equipos, como se especifica en cada una de las placas características de construcción de los mismos; además este sistema permitirá incrementar los procesos de fabricación, y funcionar con los voltajes respectivos de cada máquina según las especificaciones de fabricación de las mismas.

**Palabras Clave:** Cámara de transformación, transformadores, energía, subestación, transformación eléctrica, fabricación.

MSc. Ing. Efrén Barbosa

**DIRECTOR TESIS**



**TEMA:** “DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A CAMERA OF ELECTRIC 13.8 KV TRANSFORMATION TO 440 AND 220 V WITH TWO TRANSFORMER DYN5, TO FEED INTO THE PROCESS OF FIGURATIVE, IN INDUSTRIAL PLANT NOVACERO, LOCATED IN THE PARISH OF MULALÓ, CANTON LATACUNGA, COTOPAXI PROVINCE, DURING THE YEAR 2014”.

**AUTOR:**

Cristian Andrés Fuentes Vargas

## ABSTRACT

The present draft raises the design and implementation of a camera of electrical transformation, using two transformers DYN5, which will meet in a fundamental way the protection of personal integrity against electrical risks, in addition to the preservation of the useful life of equipment thanks to the quality of energy that will be obtained from the substation; in the development of this work we establish the conditions in which is going to operate and install the electrical transformation system on the via analysis can determine the proper functioning of the equipment as specified in each one of the plates construction characteristics of the same; In addition this system will increase the manufacturing processes, to enable them to operate with respective voltages of each machine according to the specification of production of the same.

**Key words:** Chamber of transformation, transformers, energy, substation, electrical, manufacture, Transformation.

MSc. Ing. Efrén Barbosa

**DIRECTOR TESIS**



## AVAL DE TRADUCCIÓN


En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en forma legal CERTIFICO que: la traducción del resumen de tesis al idioma Ingles presentado por el señor Egresado de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: FUENTES VARGAS CRISTIAN ANDRÉS, cuyo tema es:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN ELÉCTRICA DE 13,8 KV A 440 Y 220 V CON DOS TRANSFORMADORES DYN5, PARA ALIMENTAR EL PROCESO DE FIGURADOS, EN LA PLANTA INDUSTRIAL NOVACERO, UBICADA EN LA PARROQUIA DE MULALÓ, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, DURANTE EL AÑO 2014”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, y autorizo hacer uso del presente de la manera ética que estimara conveniente.

Latacunga, 01 de marzo del 2016

Atentamente:

  
Lic. Mariela Gallardo  
C.I. 050279616-2

## INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la energía eléctrica juega un papel fundamental para el funcionamiento del sistema industrial dentro del país, es por ello, la importancia a priori de fortalecer los sistemas de seguridad y mantenimiento para equipos que utilizan este tipo de energía, tomando como antecedente el alto índice de riesgo al manipular equipos suministrados con energía eléctrica necesitando, en las empresas ecuatorianas, que toda su maquinaria y equipo que funcione bajo este tipo de energía se determine el voltaje y corriente adecuado, tomando en cuenta los factores de seguridad y diseño que intervienen en los mismos, para un adecuado funcionamiento.

En el presente proyecto se pretende solucionar la problemática que afronta la Planta Industrial NOVACERO Lasso y dar la implementación de una cámara de transformación de energía, con el fin de buscar alternativas de ubicación y aislamiento bajo normativas de instalación de los transformadores, donde, se pueda identificar claramente el procedimiento del mantenimiento que debe efectuarse alejándola de materiales extraños, para lo cual se establece los siguientes capítulos detallados a continuación:

**CAPÍTULO I:** En esta parte del desarrollo de la tesis se establecen las fundamentaciones teóricas las cuales son las que servirán de base y apoyaran para el desarrollo del proyecto, ya que ayudaran a despejar cualquier duda y satisfacer conocimientos sobre el tema.

**El CAPÍTULO II:** En este capítulo se establece el marco metodológico del proyecto con el cual se pretende dar solución al problema de trabajo, de igual forma se analiza los resultados que se obtienen en el estudio de la situación actual que cruza la empresa en la cual se aplica el proyecto.

**El CAPÍTULO III:** Aquí que se pondrá en marcha y se desarrollara el proyecto, con el cual se dará solución al problema analizando y explicando cada proceso y actividades que se desarrollen para la ejecución del trabajo.

Luego de esto se establecerá las respectivas conclusiones y recomendaciones de la misma.

# CAPÍTULO I

## 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.1. Industria

ENRÍQUEZ, Gilberto, (2010), “El diseño y construcción de Cámaras de Transformación Eléctrica, muestra que se ha ido evolucionando con el pasar de los años. La tecnología es uno de los factores fundamentales que nos brinda una gran gama de variedad para elegir máquinas y equipos con diferentes funcionalidades, dependiendo de la aplicación y uso que se lo dé a cada uno de ellos” pág. 29.

Las características más representativas de la industria es que consume grandes cantidades de energía, indispensable para sus procesos productivos; requiere de la inversión de mucho capital, de enormes cantidades de materias primas, de mano de obra calificada y de mercados de alto poder de compra. Por lo que se debe brindar un servicio de calidad de energía, para que el proceso funcione sin ningún inconveniente.

SCHVARZER, Jorge (2010), “La transformación de la materia prima en un producto con una particularidad específica se conoce como manufactura. Por lo tanto, los productos que solemos utilizar son manufacturados por alguna empresa industrial.” pág. 121.

El proceso de transformación de la materia prima, se realiza minuciosamente, pasando por diferentes máquinas las mismas que funcionan con energía eléctrica, entendiendo así la importancia de una cámara de transformación para los procesos dentro de la empresa. Los criterios de clasificación de la industria han logrado

crear industrias especializadas para cada tipo de producto que se demanda en el mundo, que son:

- ✓ La fase del proceso productivo
- ✓ El peso de la materia prima
- ✓ Según su tamaño.

## **1.2.Sistema Eléctrico**

ROLDÁN José, (2011), “Muestra que el sistema eléctrico es el conjunto formado por las centrales generadoras de energía eléctrica, las estaciones de transformación, así como las de distribución e interconexión, y las líneas de transporte de energía.” pág. 39.

Es decir que se trata de una serie de elementos o componentes eléctricos o electrónicos, tales como resistencias, inductancias, condensadores, fuentes, y/o dispositivos electrónicos semiconductores, conectados eléctricamente entre sí con el propósito de generar, transportar o modificar señales electrónicas o eléctricas.

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

1. Todo circuito eléctrico está formado por una fuente de energía (tomacorriente), conductores (cables), y un receptor que transforma la electricidad en luz (lámparas), en movimiento (motores), en calor (estufas).
2. Para que se produzca la transformación, es necesario que circule corriente por el circuito.
3. Este debe estar compuesto por elementos conductores, conectados a una fuente de tensión o voltaje y cerrado.
4. Los dispositivos que permiten abrir o cerrar circuitos se llaman interruptores o llaves.

### 1.3. Corriente Eléctrica

EDWARD M. (2011), “Muestra que el término corriente eléctrica, se emplea para describir la tasa de flujo de carga por unidad de tiempo que pasa por alguna región de espacio. La mayor parte de las aplicaciones prácticas de la electricidad tienen que ver con corrientes eléctricas. En estas situaciones, el flujo de carga fluye por un conductor, por ejemplo, un alambre de cobre. Es posible también que existan corrientes fuera de un conductor.” pág. 54.

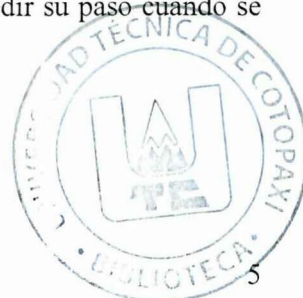
De tal manera se puede decir entonces que, corriente eléctrica es el flujo de carga que recorre un material. Se debe al movimiento de las cargas (normalmente electrones) en el interior del material. En el Sistema Internacional de Unidades se expresa en C/s (culombios sobre segundo), unidad que se denomina amperio

#### *1.3.1. Requisitos para que circule la corriente eléctrica*

EDMINISTER, Joseph, (2013), “Para que la corriente eléctrica circule por un circuito es necesario que se disponga de tres factores fundamentales:

1. Una fuente de fuerza electromotriz.
2. Un camino que permita a los electrones fluir ininterrumpidamente.
3. Una carga conectada al circuito.

Cuando las cargas eléctricas circulan por un circuito, sin encontrar nada que interrumpa el flujo de los electrones, se está ante un “circuito cerrado”. Mientras que, si la circulación de electrones se interrumpe, se está ante un “circuito abierto”. Generalmente todos los circuitos eléctricos se pueden abrir o cerrar a voluntad utilizando un interruptor, con la finalidad de impedir su paso cuando se acciona manual, eléctrica o electrónicamente.” pág. 86.



Específicamente se necesita tres aspectos fundamentales, para que circule la corriente eléctrica, los mismos que dependen uno del otro para la correcta circulación de los electrones a través de un material semiconductor de cobre llamado cable o conductor, alimentado por una fuente de energía que dará servicio a los consumidores o usuarios, brindando así energía eléctrica para cada una de las aplicaciones que funcionan con este tipo de energía.

### ***1.3.2. Intensidad de la corriente eléctrica***

La intensidad del flujo de los electrones de una corriente eléctrica que circula por un circuito cerrado depende fundamentalmente de la tensión o voltaje (V) que se aplique y de la resistencia (R) en ohm que ofrezca al paso de esa corriente la carga o consumidor conectado al circuito. Si una carga ofrece poca resistencia al paso de la corriente, la cantidad de electrones que circulen por el circuito será mayor en comparación con otra carga que ofrezca mayor resistencia y obstaculice más el paso de los electrones.

### ***1.3.3. Medición de la intensidad de la corriente eléctrica o amperaje***

STEVENSON, William D.; BELARRA, José Bescos; MEDRANO, Ángel Gonzalo, (2014), "La medición de la corriente que fluye por un circuito cerrado se realiza por medio de un amperímetro o un miliamperímetro, según sea el caso, conectado en serie en el propio circuito eléctrico. Para medir ampere se emplea el "amperímetro" y para medir milésimas de ampere se emplea el miliamperímetro" pág. 101.

La intensidad de circulación de corriente eléctrica por un circuito cerrado se puede medir por medio de un amperímetro conectado en serie con el circuito o mediante inducción electromagnética utilizando un amperímetro de gancho. Para medir intensidades bajas de corriente se puede utilizar también un multímetro que mida miliampere (mA).

### ***1.3.4. Tipos de corriente eléctrica***

En la práctica, los dos tipos de corrientes eléctricas más comunes son: corriente directa (CD) o continua y corriente alterna (CA). La corriente alterna es la que se mas se utilizará para el desarrollo del proyecto, está forma una onda sinusoidal pasando por el punto cero, y variando su polaridad. La corriente directa circula siempre en un solo sentido, es decir, del polo negativo al positivo de la fuente de fuerza electromotriz (FEM) que la suministra. Esa corriente mantiene siempre fija su polaridad, como es el caso de las pilas, baterías y dinamos.

## **1.4. Centros de Transformación**

Según BUQUÉ Francesc, (2012), “Se denomina centro de transformación a la instalación provista de uno o varios transformadores reductores, de alta a baja tensión con la aparamenta y obra civil complementaria precisa. Tiene una gran importancia desde el punto de vista de la ubicación, el proyecto y diseño, el montaje, el mantenimiento y las maniobras propias del centro, al ser el último eslabón de las redes de distribución y el elemento más cercano a los usuarios.” pág. 62.

Los centros de transformación son instalaciones que presentan uno o varios transformadores, para reducción de alto voltaje a bajo voltaje y viceversa, con sus aparatos y obra complementaria, este tipo de instalación difiere de su emplazamiento, acometida realizada y aneión del centro de transformación a la red eléctrica. También centro de transformación es la parte más significativa y en la que se debe centrar la máxima atención.

### ***1.4.1. Clasificación de los centros de transformación***

#### ***1.4.1.1. Centro de transformación en función de la alimentación.***

- **De paso:** También conocido como “en bucle” o “anillo”. Dispone de una

línea de entrada y una de salida hacia otro centro de transformación o hacia un centro de reflexión.

- **En Punta:** El centro de transformación tiene una sola línea de alimentación, con lo que la red de alta tensión termina en el centro de transformación.

#### *1.4.1.2. Centros de transformación en función de la propiedad.*

Existen dos tipos bien diferenciados:

- **De empresa:** Cuando el propietario del centro es la compañía suministradora de energía. Normalmente poseen varias celdas de línea y una celda de protección para el transformador.
- **De abonado:** Propiedad del cliente, siendo la red de entrada a la subestación de la compañía suministradora, lo que supedita el montaje de la red a lo que establezca la compañía en su línea de alta.

#### *1.4.1.3. Centros de transformación en función de su emplazamiento.*

- **De intemperie o aéreo:** Transformadores montados sobre postes o estructuras metálicas, con potencias inferiores a 160 kVA, con protecciones mediante fusibles y seccionadores.
- **De interior:** Ubicados en recintos cerrados a tal efecto. Pudiéndose habilitar en la zona construida o mediante edificio prefabricado. Se pueden clasificar a su vez en centros de superficie y centros subterráneos.

#### *1.4.1.4. Centro de transformación en función de su acometida.*

- **De acometida aérea:** La alimentación llega a través de una línea eléctrica de alta tensión de tipo aérea,  
(Cables desnudos que entran en el centro de transformación a través de aisladores pasamuros)

- De acometida subterránea: A través de una línea de alta tensión de tipo subterránea, con cables aislados y entrada de alta tensión en el centro de transformación por la parte inferior de éste.

## 1.5. Obra Civil

Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC), (2013), “INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS”, Cap. 15.

El concepto de obra civil se utiliza para designar a aquellas obras que son el resultado de la ingeniería civil y que son desarrolladas para beneficio de la población de una nación porque algunos de los objetivos de las mismas son la organización territorial y el aprovechamiento al máximo del territorio.

Ingeniería civil la disciplina a la cual se debe su experiencia en materia de desarrollo de este tipo de obras. La misma utiliza una variedad de conocimientos que combina, para desarrollarlas, entre ellos: física, cálculo, mecánica, química, álgebra, hidráulica, entre otras.

RIVERA, Julio, (2010), “Muestra que, la noción de obra civil está vinculada al desarrollo de infraestructuras para la población. En este caso, el uso del término civil procede de la ingeniería civil, que recibe dicha denominación para diferenciarse de la ingeniería militar” pág. 63.

Las obras civiles tienden a contribuir a la organización del territorio y al aprovechamiento que se hace de éste. Las carreteras que posibilitan la circulación de medios de transporte, las represas que ayudan a gestionar los recursos hídricos, los puentes que permiten atravesar un río y el alcantarillado son algunos ejemplos de obras civiles.

En el amplio grupo de las obras civiles, pueden distinguirse trabajos pertenecientes a la ingeniería geotécnica (que estudia la resistencia entre partículas para garantizar si el suelo puede soportar una determinada estructura),

la ingeniería estructural (estima la resistencia de los elementos sometidos a cargas) y la ingeniería hidráulica (vinculada a la ejecución de obras relacionadas con el agua).

RICHARDS, Michael; DE LOZOYA, Teófilo, (2011), “La sociedad se beneficia directamente de una obra civil, y ninguna ciudad moderna puede sostenerse sin esta actuación del ser humano sobre la naturaleza, aunque esto tampoco quiere decir que sea correcto modificar el entorno en lugar de adaptarse a él, como hacen el resto de las especies del Planeta. Otro nombre que recibe este concepto es obra pública, muy adecuado dado el carácter de las iniciativas que representa, pág. 76.

Las ciudades en las cuales la obra civil es una prioridad se caracterizan por presentar una excelente comunicación a través de los medios de transporte, gracias a la construcción estratégica de túneles y puentes que conecten de manera efectiva los puntos de interés principales. Hoy en día se puede decir que las obras civiles son las que se construyen para la administración, ya sea el Estado o administraciones locales, y que no son edificación.

## 1.6. Aparamenta Eléctrica

Es el conjunto de aparatos que se utilizan para protección, conexión y desconexión de los circuitos eléctricos.

Según su ubicación los aparatos pueden ser:

- **Aparato de maniobra o conexión.** Intercalado en un circuito principal o de potencia.
- **Aparato de mando.** Intercalado en un circuito auxiliar o de mando.

Los aparatos de maniobra según su actuación pueden ser:

- **Automáticos.-** Actúan automáticamente en función del valor de una magnitud física.



- **Manuales.-** Necesitan ser accionados manualmente por el usuario.

### ***1.6.1. Parámetros característicos de los aparatos eléctricos.***

Los parámetros característicos más utilizados en la aparamenta eléctrica en general son:

- **Valor Nominal:** Valor de las magnitudes indicadas para el aparato por el fabricante, y con las que puede funcionar permanentemente sin que provoque efectos perjudiciales. Tensión, Intensidad y Frecuencia.

Los parámetros característicos de los aparatos de maniobra son:

- **Poder de corte:** Intensidad eficaz máxima que es capaz de cortar o interrumpir el aparato
- **Poder de cierre:** Valor máximo o de pico de la intensidad de corriente que es capaz de soportar el aparato en el cierre de circuito

### ***1.6.2. Magnitudes de la aparamenta eléctrica***

- **Voltaje nominal:** máxima tensión asignada por el fabricante para el material del que está construido el dispositivo. Suele estar ligada al aislamiento y a otras características funcionales dependientes de la tensión.
- **Máxima intensidad térmica:** máxima corriente que puede circular por un dispositivo durante un tiempo prolongado (especificado por el fabricante) sin producir calentamiento excesivo que genere daños.
- **Máxima corriente de sobrecarga:** valor máximo de la corriente que se puede soportar durante una sobrecarga. Este valor debe ir asociado al tiempo de duración de la sobrecarga.

- **Nivel de aislamiento:** se define por los valores de las tensiones utilizadas en los ensayos de aislamiento a frecuencia industrial y ante ondas tipo rayo. Estos valores indican la capacidad del aparato para soportar dichas sobretensiones.
- **Poder de cierre:** máximo valor de la intensidad sobre la que puede cerrar correctamente un interruptor, contactor o relé.
- **Poder de corte o capacidad nominal de ruptura:** máximo valor de la intensidad que un interruptor, contactor, relé o fusible es capaz de abrir sin sufrir daños.

### *1.6.3. Problemas fundamentales de la aparamenta*

HOLAUS, Walter; STUCKI, Fredi muestra, Tres son los problemas fundamentales:

- **Aislamiento.-** Comprende el estudio del campo eléctrico, la influencia del medio ambiente y la alteración con el tiempo de las propiedades dieléctricas de los aislantes, así como el conocimiento y la aplicación de nuevos aislantes gaseosos, líquidos y sólidos.
- **Calentamiento.-** Comporta el estudio de los fenómenos que dan lugar en la aparamenta a la producción de calor; efecto Joule, imantación alternativa, corrientes de Foucault, pérdidas dieléctricas, etc., así como de los medios de evacuación del mismo.
- **Corriente nominal:** máxima corriente que se puede mantener de forma indefinida sin que supere la máxima temperatura establecida en las normas ni se produzca ningún tipo de deterioro. Existen valores normalizados, por ejemplo, para: interruptores automáticos y diferenciales: 6\*, 10\*, 16\*, etc.

- **Esfuerzos mecánicos.-** El problema de los esfuerzos mecánicos tiene su origen, por una parte, en las fuerzas electrodinámicas que se manifiestan entre conductores próximos cuando son recorridos por corrientes eléctricas y por otra en las dilataciones que los mismos experimentan al calentarse.

## **1.7.Transformador**

El transformador de potencia es el aparato más importante de los centro de transformación.

FITZGERALD, Arthur; KINGSLEY, Charles; UMANS, Stephen (2014), “Muestran que es una máquina eléctrica estática capaz de transformar, por inducción electromagnética, un sistema de corriente alterna en otro de corriente alterna, pero de distinta tensión e intensidad. En los centros de transformación transfiere la energía eléctrica entre el circuito de M.T. y el circuito de B.T.” pág. 84.

El transformador más utilizado en los centros de transformación es el transformador trifásico. Es importante conocer las especificaciones técnicas, indicadas en la placa característica de la máquina, para así determinar parámetros de selectividad como puede ser de protección, conducción entre otras.

### ***1.7.1. Potencia Nominal***

Las potencias normalizadas en los transformadores de distribución se indican en KVA:

15, 30, 45, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 225, 250,300, 400, 500, 600, 700, 750,1000

Relación de transformación entre la tensión de línea nominal primaria y la secundaria.

La tensión nominal secundaria se considera a 400V, y como tensión de línea en vacío 420V. Los tipos de transformadores según la tensión secundaria son:

B1: Para alimentación de receptores a 220V.

B2: Para alimentación de receptores a 440V.

La tensión nominal primaria es la de la línea de alimentación en M.T. Habitualmente 13.8KV

La conexión para transformadores de distribución de potencia mayor o igual a 160 KVA: DYN 5. Conexión Triangulo en el primario, estrella en el secundario, neutro accesible e índice de conexión 5.

### ***1.7.2. Constitución y Funcionamiento***

MEDIAVILLA, Montserrat, (2013), “muestra que, Constan esencialmente de un circuito magnético cerrado sobre el que se arrollan dos bobinados, de forma que ambos bobinados están atravesados por el mismo flujo magnético. El circuito magnético está constituido por chapas de acero de poco espesor apiladas, para evitar las corrientes parásitas. El bobinado donde se conecta la corriente de entrada se denomina primario, y el bobinado donde se conecta la carga útil, se denomina secundario.”pág.86

La corriente alterna que circula en la entrada del bobinado primario magnetiza el núcleo de forma alternativa. El bobinado secundario está así atravesado por un campo magnético variable, esta variación de flujo se la conoce como la Ley de Lenz, provocando en el bobinado secundario una corriente eléctrica sea elevada o reducida.

### ***1.7.3. Límites de funcionamiento de un transformador***

Un transformador se proyecta para unas tensiones dadas de servicio en primario y secundario y una potencia máxima continua que puede obtenerse en su

secundario. El incrementar la tensión en su primario, y por tanto la corriente en el mismo, lleva a la saturación del núcleo magnético, con lo que el mismo no es capaz de transferir más potencia al secundario y el exceso de potencia de entrada solo produce sobrecalentamientos del núcleo por corrientes parásitas, y del devanado primario, por efecto Joule, llevando a la rotura del devanado por fallo del aislante del mismo. Una espira en cortocircuito genera a su vez más calor y provoca el fallo total del devanado.

POZUETA, Miguel, (2014), “En un transformador es fundamental prever una correcta refrigeración del mismo, y a este fin, los de mayor tamaño (a partir de algunos kilowatios), están bañados en aceite refrigerante que actúa también como dieléctrico. Así pues, la tensión de entrada, la potencia máxima continua de salida, y la temperatura ambiente, son tres parámetros que no deben sobrepasarse de forma permanente.” pág. 67.

Es importante conocer cuáles son los límites a los que puede funcionar cada uno de los transformadores, además debemos garantizar que el cuarto de transformación brinde las facilidades para tener una ventilación adecuada para el funcionamiento de los mismos.

#### ***1.7.4. Particularidades constructivas***

##### ***1.7.4.1. En baño en Aceite***

Con una cuba metálica que contiene el núcleo magnético, los bobinados y el aceite. La tapa de la cuba contiene las salidas aisladas de alta y baja tensión. Estos transformadores pueden ser:

- ✓ De llenado total de la cuba.
- ✓ De depósito de expansión.



#### ***1.7.4.2. Con aislamiento seco***

El circuito magnético y los devanados son encapsulados en resina. El encapsulado se hace con una mezcla de resina epoxi y un endurecedor, con alúmina y sílice en vacío. Con estas sustancias tiene una gran resistencia al fuego (es autoextinguible), gran aislamiento y resistencia a la agresión de atmosferas industriales. Se puede suministrar con envolvente metálico exterior.

### ***1.7.5. Tipos de transformadores eléctricos***

ROSAS, Ramón (2010) “Muestra que, Hay muchos tipos de transformadores pero todos están basados en los mismos principios básicos, Pueden clasificarse en dos grandes grupos de tipos básicos: transformadores de potencia y de medida.” pág. 93.

#### ***1.7.5.1. Transformadores de potencia***

Los transformadores eléctricos de potencia sirven para variar los valores de tensión de un circuito de corriente alterna, manteniendo su potencia. Como ya se ha explicado anteriormente en este recurso, su funcionamiento se basa en el fenómeno de la inducción electromagnética.

#### ***1.7.5.2. Transformadores eléctricos elevadores***

#### ***1.7.5.3. Transformadores eléctricos reductores***

#### ***1.7.5.4. Autotransformadores***

#### ***1.7.5.5. Transformadores de potencia con derivación***

#### ***1.7.5.6. Transformadores eléctricos de medida***

Sirven para variar los valores de grandes tensiones o intensidades para poderlas medir sin peligro.

#### ***1.7.5.7. Transformadores eléctricos de intensidad***

El transformador de intensidad toma una muestra de la corriente de la línea a través del devanado primario y lo reduce hasta un nivel seguro para medirlo. Su devanado secundario está enrollado alrededor de un anillo de material ferromagnético y su primario está formado por un único conductor, que pasa por dentro del anillo.

El anillo recoge una pequeña muestra del flujo magnético de la línea primaria, que induce una tensión y hace circular una corriente por la bobina secundaria.

#### ***1.7.5.8. Transformador eléctrico potencial***

Se trata de una máquina con un devanado primario de alta tensión y uno secundario de baja tensión. Su única misión es facilitar una muestra del primero que pueda ser medida por los diferentes aparatos.

#### ***1.7.5.9. Transformadores trifásicos***

Debido a que el transporte y generación de electricidad se realiza de forma trifásica, se han construido transformadores de estas características.

Hay dos maneras de construirlos: una es mediante tres transformadores monofásicos y la otra con tres bobinas sobre un núcleo común.

Esta última opción es más pequeña, más ligera, más económica y ligeramente más eficiente. La conexión de este transformador puede ser:

- Estrella-estrella
- Estrella-triángulo
- Triángulo-estrella
- Triángulo-triángulo,

## **1.8. Seccionador**

Es un aparato mecánico de conexión, que por razones de seguridad, en posición abierta asegura una distancia de seccionamiento que satisface unas condiciones especificadas. Solamente debe utilizarse para abrir o cerrar un circuito cuando no circula corriente.

GONZÁLES, Bach, (2011), “Es un dispositivo mecánico capaz de mantener aislada una instalación eléctrica de su red de alimentación. Es un dispositivo de ruptura lenta, puesto que depende de la manipulación de un operario. Este dispositivo, por sus características, debe ser utilizado siempre en vacío.” pág. 36.

Los seccionadores interruptores de carga proporcionan interrupción de corriente de carga (establecimiento e interrupción de corrientes de carga). Los fusibles de potencia proporcionan protección contra cortocircuitos tanto de fallas de fase a tierra como de fase a fase.

### ***1.8.1. Tipos de Seccionadores***

Atendiendo a su forma constructiva y a la forma de realizar la maniobra de apertura, se distinguen tres tipos de seccionadores empleados en alta tensión.

#### ***1.8.1.1. Seccionador de cuchillas giratorias***

#### ***1.8.1.2. Seccionadores de columnas giratorias***

#### ***1.8.1.3. Seccionador de cuchillas deslizantes***

El movimiento de sus cuchillas se produce en dirección longitudinal (de abajo a arriba). Son los más utilizados debido a que requieren un menor espacio físico que los anteriores, por el contrario, presentan una capacidad de corte menor que los seccionadores de cuchillas giratorias.

Este es el dispositivo de corte que se utilizara en la instalación de la cámara eléctrica para protección de los transformadores en el lado del primario, tanto para el trafo de 500KVA como para el de 1,5 MVA respectivamente.

## **1.9. Interruptor**

SOBREVILA, Marcelo, (2015) “Muestra que, Es un aparato mecánico de conexión que permite establecer, soportar e interrumpir corrientes de condiciones normales y sobrecargas. Soporta durante un tiempo la intensidad de cortocircuito. Su poder de corte es suficiente para poder cortar la intensidad nominal, pero no la de cortocircuito. Se llama también interruptor en carga.” pág. 169.

El interruptor que se utilizará para protección principal es un Square-D que tiene un voltaje nominal max de 15,5 KV, además soporta una corriente de 12000V y una  $I_{cc} = 25000A$ , datos que son admisibles para que el interruptor sea instalado en la cámara de transformación eléctrica.

### ***1.9.1. Clasificación de los interruptores***

#### ***1.9.1.1. Actuantes***

Los actuantes de los interruptores pueden ser normalmente abiertos, en cuyo caso al accionarlos se cierra el circuito (el caso del timbre) o normalmente cerrados en cuyo caso al accionarlos se abre el circuito.

#### ***1.9.1.2. Pulsadores***

También llamados interruptores momentáneos. Este tipo de interruptor requiere que el operador mantenga la presión sobre el actuante para que los contactos estén unidos.

### ***1.9.2. Interruptores eléctricos especiales***

Existen diferentes tipos de interruptores los mismos que cumple una función específica para cada caso, a continuación se nombra alguno de ellos:

- **Reed switch**

- **Interruptor centrífugo**
- **Interruptor DIP**
- **Interruptor de membrana (o burbuja)**
- **Interruptor de nivel,**
- **Sensor**
- **Interruptor de mercurio**
- **Disyuntor** dispositivo electromecánico para equipos eléctricos que protege a las personas de las derivaciones causadas por faltas de aislamiento. Este último es que se utilizara para la instalación de la cámara de transformación eléctrica.

### **1.10. Fusible**

El fusible o cortocircuito es el aparato de conexión que provoca la apertura del circuito en el que está instalado, por fusión debido al calentamiento de uno o varios elementos destinados a este fin, cortando la corriente cuando esta sobrepasa un determinado valor durante un tiempo.

SOBREVILA, Marcelo, (2015), "El fusible normalmente se coloca entre la fuente de alimentación y el circuito a alimentar. En equipos eléctricos o electrónicos comerciales, el fusible está colocado dentro de éste. El fusible está constituido por una lámina o hilo metálico que se funde con el calor producido por el paso de la corriente." pág. 86.

Los fusibles deben de tener la capacidad de conducir una corriente ligeramente superior a la que supuestamente se dé "quemar". Esto con el propósito de permitir picos más altos de la corriente que son normales en algunos equipos. Los picos de corriente son valores de corriente ligeramente por encima del valor aceptable y que dura muy poco tiempo. Si se pusiera un fusible que permita el paso de esta corriente, permitiría también el paso de corrientes causadas por fallas "normales" que harían subir la corriente por encima de lo normal. En otras palabras: el circuito no queda protegido.

### **1.10.1. Tipos de fusibles**

Los fusibles pueden ser de varios tipos como:

- Fusible desnudo
- Fusible encapsulado de vidrio
- Fusible de tapón enroscable
- Fusible de cartucho

Siendo este último el que utilizaremos para protección en conjunto con los seccionadores y están constituidos por una base de material aislante, sobre la cual se fijan unos soportes metálicos que sirvan para introducir a presión el cartucho.

### **1.11. Tableros de Distribución**

CALLEJAS Ismael, (2012), “Indica que, los tableros eléctricos de distribución consisten en una serie de paneles ubicados en la parte delantera y trasera del tablero que cuenta con los siguientes elementos:

- Barrajes
- Breakers
- Elementos de conexión
- Elementos de medición

Los tableros de distribución tienen la posibilidad de hacer sus montajes de conexión tanto en la parte delantera como la trasera, no siempre es necesario ubicar las conexiones dentro del armario aunque sería lo más recomendable para evitar factores tales como la humedad, la manipulación de personas no autorizadas, polvo, etc.” pág. 58.

De esta forma se puede concluir que, los tableros de distribución consisten en paneles sencillos diseñados para ser ensamblados en forma de un sólo panel que incluye: barrajes, elementos de conexión, y que pueden estar equipados con



interruptores para accionamiento de circuitos de alumbrado, calefacción o fuerza. Los tableros de distribución se construirán en la empresa para ser instalados en gabinetes, que contendrán los interruptores magnetotérmico, y son accesibles solo por su frente.

### **1.12. Conductor o Cable**

HARPER, Gilberto, (2015), “Para el transporte de la energía eléctrica, así como para cualquier instalación de uso doméstico o industrial, el metal empleado universalmente es el cobre en forma de cables de uno o varios hilos. Alternativamente se emplea el aluminio, metal que si bien tiene una conductividad eléctrica del orden del 60% de la del cobre es, sin embargo, un material mucho más ligero. Para que un material se considere buen conductor se requiere que posea una baja resistencia para evitar elevadas caídas de tensión y pérdidas desmedidas por el Efecto Joule.” pág. 38.

El cable eléctrico es aquél cuyo propósito es conducir electricidad. Su fabricación suele ser de cobre (por su nivel de conductividad) o aluminio (que resulta más económico que el cobre). Estos cables están compuestos por el conductor, el aislamiento, la capa de relleno y la cubierta, que permiten al cable tener sus características de rigidez, flexibilidad y revestimiento para ser usados en cualquier tipo de industria.

### **1.13. Puesta a Tierra**

SIMÓN, Pedro, (2012) “Muestra que, La tierra es, en definitiva, una superficie que pueda disipar la corriente eléctrica que reciba. Lo que se llama puesta a tierra consiste en un mecanismo que cuenta con las piezas metálicas enterradas (denominadas jabalinas, picas o electrodos) y conductores de diferente clases que vinculan los diversos sectores de la instalación. La puesta a tierra también contempla el uso de un interruptor diferencial que se encarga de abrir la conexión eléctrica al registrar un paso de corriente hacia la tierra.” pág. 121.

Se denomina “puesta a tierra” a la conexión metálica de uno o varios puntos de una instalación eléctrica a uno o varios electrodos enterrados, que forman una malla, con el fin de permitir el paso a tierra de corrientes de fallo o descargas atmosféricas, evitando además que existan tensiones peligrosas entre la instalación y superficies próximas del terreno. Para el proyecto se diseñara una malla a tierra que cubrirá todo el proceso y parte de la cámara de transformación tomando en cuenta el tipo de terreno y la resistividad del suelo.

### ***1.14. Relé de Protección***

Son aparatos que controlan una magnitud eléctrica, y que al variar está por encima o por debajo de un cierto valor, hacen actuar un interruptor (de forma instantánea o retardada) que desconecta la instalación

#### ***1.14.1. Características de los sistemas de protección***

**Fiabilidad.-** Es el grado de certeza con el que el relé de protección actuará, para un estado pre diseñado. Es decir, un relé tendrá un grado de fiabilidad óptima, cuando éste actúe en el momento en que se requiere, desde el diseño.

**Seguridad.-** La seguridad, se refiere al grado de certeza en el cual un relé no actuará para casos en los cuales no tiene que actuar. Por lo que un dispositivo que no actúe cuando no es necesario, tiene un grado de seguridad mayor que otros que actúan de forma inesperada, cuando son otras protecciones las que deben actuar.

**Selectividad.-** Este aspecto es importante en el diseño de un SP, ya que indica la secuencia en que los relés actuarán, de manera que si falla un elemento, sea la protección de este elemento la que actúe y no la protección de otros elementos. Asimismo, si no actúa esta protección, deberá actuar la protección de mayor capacidad interruptiva, en forma jerárquica, precedente a la protección que no actuó.

**Velocidad.-** Se refiere al tiempo en que el relé tarda en completar el ciclo de detección-acción. Muchos dispositivos detectan instantáneamente la falla, pero tardan fracciones de segundo en enviar la señal de disparo al interruptor correspondiente.

**Simplicidad.-** Forma sencilla para operar en cuanto a un diseño de protección

**Economía.-** Cuando se diseña un Sistema de Protección lo primero que se debe tener en cuenta es el costo de los elementos a proteger. Mientras más elevado sea el costo de los elementos y la configuración de la interconexión de estos sea más compleja, el costo del sistema será de mayor magnitud.

## **1.15. Medidor de Energía**

Es un instrumento destinado a medir la energía activa mediante la integración de la potencia activa en función del tiempo.

De los diferentes tipos de medidores de energía eléctrica para corriente alterna, el medidor de inducción es el de mayor aplicación en las instalaciones eléctricas de viviendas y edificios.

### **1.15.1. Elementos constitutivos.**

ARIAS, Arnaldo, (2011), “Un medidor de energía tipo inducción está constituido por un núcleo de chapa magnética en el que van montados dos bobinas, una en serie con el conductor por el que circula la corriente principal, y que se denomina bobina de intensidad (o corriente), y otra en bobina en derivación sobre los dos conductores, denominada bobina de tensión pág.” 46.

Los flujos magnéticos producidos por ambas bobinas están desfasadas  $90^\circ$  y actúan sobre un disco rotórico de aluminio. Estos flujos producen pares de giros,

que a su vez provocan un movimiento de rotación del disco de aluminio, que además es frenado por un imán de tal forma que la velocidad angular del disco sea proporcional a la carga. El aparato está completado por un registrador, que mediante un sistema de transmisión indica los kilovatios-hora consumidos.

### **1.15.2. Características Principales**

**En la placa de características de un medidor de energía se indica:**

- a) **Corriente Nominal ( $I_n$ ):** corriente para la cual el medidor es diseñado y que sirve de referencia para la realización de ensayos y verificaciones. También se la conoce como corriente básica.
  
- b) **Corriente máxima ( $I_{máx}$ ):** es la intensidad límite, es decir, el máximo amperaje que puede ser conducido en régimen permanente por la corriente del medidor, sin que su error porcentual y temperatura admisible sean superados. Este valor de la corriente límite se indica entre paréntesis detrás de la corriente nominal  $I_n$  ( $I_{máx}$ ); por ejemplo: 10 (20) A, 10(40) A, 15(60) A, 15 (100)A., etc.
  
- c) **Tensión nominal:** Tensión para la cual el medidor es diseñado y sirve de referencia para la realización de pruebas. Se debe indicar que los medidores electrónicos se diseñan con un rango de tensión sin que se vea afectado su precisión.
  
- d) **Constante del disco ( $K_h$ ):** expresada en Wh/revolución, es el número de vatios-hora correspondientes a una revolución o vuelta completa del disco. Expresada en revolución/Kwh, es el número de revoluciones correspondiente a un KWh que debe dar el disco. En medidores electrónicos, esta constante viene expresada en Wh/pulso.



- e) **Clase de precisión:** Es el valor máximo del error de medición expresado en porcentaje para el cual fue diseñado el medidor dentro del rango 10% de corriente nominal y su corriente máxima.

### 1.16. Aisladores

HARPER, Gilberto (2015) “Muestra que los aisladores son materiales que presentan cierta dificultad al paso de la electricidad y al movimiento de cargas. Tienen mayor dificultad para ceder o aceptar electrones. En una u otra medida todo material conduce la electricidad, pero los aisladores lo hacen con mucha mayor dificultad que los elementos conductores.”pág 52.

Los conductores empleados en líneas aéreas, en la mayor parte de los casos, son desnudos; por lo tanto, se necesita aislarlos de los soportes por medio de aisladores, fabricados generalmente de porcelana o vidrio. La sujeción del aislador al poste, se realiza por medio de herrajes. Pero además, un aislador debe tener las características mecánicas necesarias para soportar los esfuerzos a tracción o compresión a los que está sometido.

Las cualidades específicas que deben cumplir los aisladores son:

- Rigidez dieléctrica suficiente para que la tensión de perforación sea lo más elevada posible. Esta rigidez depende de la calidad del vidrio o porcelana y del grosor del aislador. La tensión de perforación es la tensión con la cual se puede producir el arco a través de la masa del aislador.
- Disposición adecuada, de forma que la tensión de contorneamiento presente valores elevados y por consiguiente no se produzcan descargas de contorno entre los conductores y el apoyo, a través de los aisladores. La tensión de contorneamiento es la tensión con la cual se puede producir el arco a través del aire. Esta distancia se llama línea de fuga.

- Resistencia mecánica adecuada para soportar los esfuerzos demandados por el conductor, por lo que la carga de rotura de un aislador debe ser por lo menos igual a la del conductor que tenga que soportar.
- Resistencia a las variaciones de temperatura.
- Ausencia de envejecimiento.

## 1.17. Interruptores Termomagnético

ZHANG, Feng (2010), “Término inglés que significa ruptor, es decir, el conjunto de los platinos y del martillo que interrumpe (de ahí el término ruptor) el circuito eléctrico de la bobina. En inglés se abrevia con la sigla CB, que significa contact breaker (ruptor de contacto). Dicha sigla suele grabarse en el terminal de la bobina que va unido a masa por medio de los platinos.”pág.84

### 1.17.1. Características

Los parámetros más importantes que definen un interruptor son:

- **Corriente nominal:** corriente de trabajo para la cual está diseñado el dispositivo.
- **Tensión de trabajo:** tensión para la cual está diseñado el disyuntor. Existen monofásicos (220 V) y trifásicos (440 V).
- **Poder de corte:** intensidad máxima que el disyuntor puede interrumpir. Con mayores intensidades se pueden producir fenómenos de arco voltaico, fusión y soldadura de materiales que impedirían la apertura del circuito.
- **Poder de cierre:** intensidad máxima que puede circular por el dispositivo al momento del cierre sin que éste sufra daños por choque eléctrico.
- **Número de polos:** número máximo de conductores que se pueden conectar al interruptor automático. Existen de uno, dos, tres y cuatro polos,

### **1.17.2. Tipos**

Los breakers más comúnmente utilizados son los que trabajan con corrientes alternas, aunque existen también para corrientes continuas.

Los tipos más habituales de breakers son:

- Disyuntor magnetotérmico.
- Disyuntor magnético.
- Disyuntor térmico.
- Guardamotor.

El dispositivo de corte que se utilizara como protección para el secundario de los transformadores serán los interruptores térmicos, y serán seleccionados de acuerdo a su capacidad para interrumpir y soportar la corriente que circula por el tramo de los tableros de distribución.

### **1.18. Banco de Baterías**

CUEVAS A. (2011), muestra que “Un conjunto de pilas conectadas en serie, en paralelo o en serie-paralelo forman una batería. Se dice pues que un banco de pilas es una batería. Si deseamos obtener una mayor intensidad de corriente, debemos hacer las mismas conexiones (serie, paralelo o serie-paralelo) con las baterías. Estos conjuntos (bancos) de baterías son muy importantes en lugares donde no debe interrumpirse la energía, además son bancos de baterías estacionarios con capacidad para suministrar potencia en corriente directa a los esquemas de protección, control, señalización y todo lo que requiera de corriente directa a través de centros de carga.” pág 43.

El banco de baterías es muy importante para el desarrollo del proyecto, puesto que es el encargado de suministrar corriente continua al relé para su correcto funcionamiento y actuación. Se debe considerar cuán importante es que el relé de

protección este siempre funcional, puesto que si ocurre alguna falla, los equipos y las personas que se encuentren en el lugar van a ser afectados.

### ***1.18.1. Conexión del Banco de baterías.***

SANTILLÁN, Israel (2014), “muestra que, existen dos formas de conectar un banco de celdas o baterías de plomo-acido.” pág. 95.

- En serie
- En paralelo

### ***1.18.2. Tipos de batería***

- Batería de tipo alcalino.
- Batería de tipo ácido que es la que se utilizará para la alimentación del relé de protección en el proyecto que se desarrollará.

## **CAPÍTULO II**

### **2. METODOLOGÍA**

#### **2.1. Enfoque de la Investigación**

La investigación, se basará en el enfoque crítico-propositivo, su accionar se dirige a recabar información de la fuente y someterla a un análisis estadístico, para determinar la esencia del fenómeno causa – efecto con respaldo en su marco teórico para determinar las estrategias metodológicas para el diseño e implementación de una cámara de transformación eléctrica de 13.8 kv. A 440 y 220 v con dos transformadores DYN5 para alimentar el proceso de figurados de la empresa de la planta industrial Novacero ubicado en la parroquia de Mulaló cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi durante al año 2014.

#### **2.2. Modalidades de Investigación**

##### ***2.2.1. De Campo***

La investigación se realizará en el sitio donde se produce el fenómeno: en la planta Novacero, para tomar contacto directo con la realidad, de las diferentes falencias que se produce en el proceso del planteamiento de estrategias metodológicas para el diseño e implementación de una cámara de transformación eléctrica de 13.8 kv a 440 y 220 v con dos transformadores DYN5 para alimentar el proceso de figurados de la empresa de la planta industrial Novacero ubicada en la parroquia de Mulaló cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi durante al año 2014



### ***2.2.2. Bibliográfico – Documental***

La presente investigación se realizó a través de la aplicación de procedimientos documentales tomados de datos de libros, manuales, revistas, e internet que constituyeron documentos de información primaria.

## **2.3. Tipos de Investigación**

### ***2.3.1. Exploratorio***

Se exploró las condiciones necesarias y suficientes para la realización de la investigación con las diferentes unidades de observación en el diseño e implementación de una cámara de transformación eléctrica de 13.8 kv a 440 y 220 V con dos transformadores DYN5 para alimentar el proceso de figurados de la empresa de la planta industrial Novacero ubicado en la parroquia de Mulaló cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi durante al año 2014.

### ***2.3.2. Descriptivo***

Se utilizó la estadística descriptiva para el análisis de los datos así como para describir los diferentes resultados en sus respectivos análisis e interpretaciones, basadas en el marco teórico para el diseño e implementación de una cámara de transformación eléctrica de 13.8 KV a 440 y 220 V con dos transformadores DYN5 para alimentar el proceso de figurados de la empresa de la planta industrial Novacero ubicado en la parroquia de Mulaló cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi durante al año 2014

## 2.4. Población

**Tabla No. 2.1 Población**

<b>Unidades de Observación</b>	<b>No.</b>	<b>%</b>
Trabajadores de la planta Novacero	22	100%
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>100</b>

Elaborado Por: Cristian Fuentes

## 2.5.Operacionalización de Variables

Cuadro No. 2.1 Variable Independiente: Diseño e implementación

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES Medir	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS DE INSTRUMENTOS
Se refiere a un boceto, que se realiza, en un soporte material, antes de concretar la producción en cuanto a sus líneas, forma y funcionalidades y posteriormente realizarlos.	Planos Materiales Funcionalidades. Factibilidad	Tipo de Planos  Tipo de materiales.  Nivel de funcionalidad  Nivel factibilidad de	¿Qué tipo de planos se necesita realizar para implementar una Cámara de transformación eléctrica?  ¿Qué tipo de materiales necesitamos para implementar el proyecto?  ¿Qué nivel de funcionalidad adquiriría el proyecto dentro de la empresa?  ¿Es factible el proyecto planteado para la empresa?	ENCUESTA

Elaborado Por: Cristian Fuentes

**Cuadro No. 2.2 Variable Dependiente:** Cámara de transformación eléctrica

<b>CONCEPTUAL IZACIÓN</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ITEMS BÁSICOS</b>	<b>TÉCNICAS DE INSTRUMENTOS</b>
Es un lugar físico, material que aloja una estructura de instalaciones eléctricas para la transformación de voltajes de manera técnica, adecuada, sistemática que mitiga riesgos y ayuda al mantenimiento de equipos	Espacio físico. Transformadores Protecciones Riesgos Seguridad.	Tipo de espacio físico. Nivel de funcionalidad de transformadores. Niveles de riesgos. Nivel de seguridad.	¿Qué espacio físico es necesario para la implementación de una cámara de transformación eléctrica? ¿Qué tipo de transformadores debería utilizarse para cubrir la demanda que necesite de la Cámara? ¿Qué tipo de protecciones deben llevar los equipos a ser instalados en el centro de transformación? ¿Qué tipo de riesgos atraviesa los transformadores actualmente la empresa en cuanto su mantenimiento? Existen normativas de seguridad implementadas para el manejo de equipos con medio voltaje?	ENCUESTA

Elaborado Por: Cristian Fuentes

## 2.6. Técnicas e Instrumentos

Se utilizó la técnica de la encuesta, con el instrumento cuestionario, dirigido a los trabajadores de la planta Novacero, con preguntas cerradas, que facilitaron recoger la información de las variables objeto de la investigación.

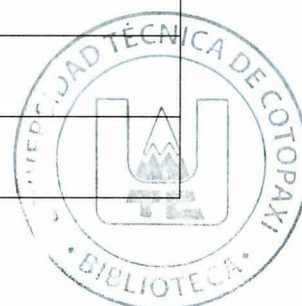
**Validez y confiabilidad.** La validez y confiabilidad de las encuestas aplicadas se lo hizo con la técnica de la encuesta, fueron analizadas por expertos tanto en investigación como del área y temas investigados, quienes emitieron los respectivos juicios de valor sobre la validación, para su respectiva corrección de los instrumentos.

## 2.7. Plan de recolección de la información

**Cuadro No. 2.3 Plan para la recolección de la información**

<b>PREGUNTAS BÁSICAS</b>	<b>EXPLICACIÓN</b>
1. ¿Para qué investigar?	Para resolver y dar solución a los problemas encontrados en un lugar.
2. ¿De qué personas?	Trabajadores
3. ¿Sobre qué aspectos?	Técnicos Eléctricos.
4. ¿Quiénes?	Investigador
5. ¿Cuándo?	En el año 2015
6. ¿Dónde?	NOVACERO S.A. (Lasso)
7. ¿Cuántas veces?	Una sola ves
8. ¿Con qué?	Métodos y Técnicas
9. ¿En qué situación?	Actual

Elaborado Por: Cristian Fuentes



## **2.8. Plan de Procesamiento de la Información**

- Revisión crítica de la información recogida; es decir limpieza de información defectuosa: contradictoria, incompleta, no pertinente.
- Tabulación o cuadros según variables.
- Estudio estadístico de datos para presentación de resultados.
- Análisis de los resultados estadísticos, destacando tendencias o relaciones fundamentales de acuerdo con los objetivos e interrogantes.
- Interpretación de los resultados, con apoyo del marco teórico, en el aspecto pertinente.
- Establecimiento de conclusiones y recomendaciones.

## **2.9. ENTORNO DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN**

### ***2.9.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN***

NOVACERO se fundó en Julio de 1973, iniciándose como parte del grupo multinacional ARMCO, en el negocio de productos viales, con una planta industrial en Quito; para 1983 incorpora una segunda planta industrial en Lasso, a 15 km de Latacunga-Cotopaxi, para la fabricación y comercialización de productos laminados en caliente (ángulos, platinas, barras y tees) y de productos conformados en frío (tuberías y perfiles). En 1986 con diseños propios incursionó en el negocio de Cubiertas de Galvalume en el Ecuador.

En 1996, se inauguró una tercera planta industrial ubicada en la ciudad de Guayaquil, con el fin de tener mayor presencia en el mercado del Austro y de la Costa.

Hasta el año 2001 existió una empresa, llamada Aceropaxi. En el 2005 empieza el crecimiento del negocio de los laminados en caliente, producto de esto la empresa pasa a llamarse NOVACERO S.A. Con este propósito se adquirió un moderno tren de laminación, que junto a otras mejoras permitió acelerar el crecimiento de las ventas y una mayor participación de mercado.

En el año 2006, se inició el proyecto de acería, para obtener sus propias palanquillas, materia prima del proceso de laminación para la fundición de la chatarra metálica. El crecimiento sostenido, especialmente en los últimos 5 años se acercó a su propósito de "Ser reconocidos como una empresa dinámica, innovadora, en constante crecimiento en la industria del acero en el Ecuador".

Hoy Novacero cuenta con 3 plantas industriales, ubicadas en Quito, Lasso y Guayaquil; 3 oficinas comerciales en Quito, Guayaquil y Cuenca,

## ***2.9.2. FILOSOFÍA INSTITUCIONAL***

### ***2.9.2.1. Misión***

Ofrecer una amplia gama de productos y soluciones de acero generando valor para los clientes, la comunidad y el personal en forma sostenible.

### ***2.9.2.2. Visión***

Ser reconocida como una empresa innovadora, líder en la industria del acero del Ecuador.

### **2.9.3. ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCIÓN**

#### **2.9.3.1. Factor Espacial**

La Cámara de Transformación Eléctrica que se diseñara y construirá será con el fin de alimentar el proceso de Figurados. El espacio físico se distribuirá de la siguiente manera, en el galpón se tiene un espacio de 6.00 x 8.00 x 4.80m en donde se distribuirá los equipos a ser instalados.

El espacio con el que cuenta es el adecuado, puesto que en la empresa no existe una cámara de transformación que cumpla con esas dimensiones para su funcionamiento con excepción de la cámara del tren 2.

**Figura No. 2.1 Espacio asignado para la construcción de cámara de transformación eléctrica**



**Fuente:** Planta Lasso - Novacero

El lugar que se asigna para que se construya y diseñe la cámara de transformación eléctrica es el más óptimo y adecuado, se encuentra en la parte posterior del galpón cerca de la calle, que permite el fácil transporte e instalación de los equipos, además la cámara se encuentra a 10 mts de la línea de media tensión principal de 13.8KV que alimenta a toda la empresa, en donde se tiene un poste el cual servirá para instalar los seccionadores aéreos, en este sector se construirá la cámara de transformación eléctrica.

**Cuadro No. 2.4 Espacio Físico**

<b>DETALLE</b>	<b>MEDIDAS</b>	<b>ESTADO</b>
CONSTRUCCIÓN DE CÁMARA	8X6X4.80 MTS	PISO DE TIERRA

**Elaborado Por:** Cristian Fuentes

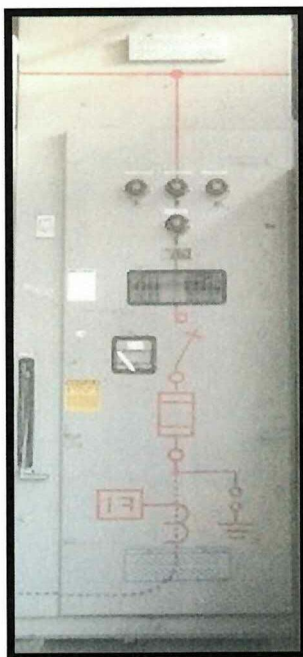
2.9.3.2. Factor Operacional

Figura No. 2.2 Interruptor Square-D

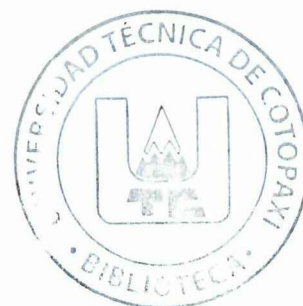


Elaborado Por: Cristian Fuentes

Figura No. 2.3 Seccionador S C Electric Company



Elaborado Por: Cristian Fuentes



**Figura No. 2.4 Transformador (seco)**



Elaborado Por: Cristian Fuentes

**Figura No. 2.5 Transformador en Aceite**



Elaborado Por: Cristian Fuentes

**Figura No. 2.6 Tablero de Distribución**



**Elaborado Por:** Cristian Fuentes

**Cuadro No. 2.5 Tipos de mantenimientos**

<b>MANEJO</b>	<b>MANTENIMIENTOS</b>	<b>FRECUENCIA</b>
OPERACIONAL	PREVENTIVOS, CORRECTIVOS	PERMANENTES

**Elaborado Por:** Cristian Fuentes

Las máquinas y equipos con los que se cuenta para el diseño de la cámara de transformación eléctrica, son elementos que ya han estado en funcionamiento y cumplen con los parámetros de selectividad para ser funcionales, en el Capítulo III se detallara como se realizó la selección de los equipos y máquinas, de los cuales se mencionan a continuación:

**Cuadro No. 2.6 Máquinas y equipos de la cámara**

<b>MÁQUINA O EQUIPO</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
Interruptor (Square-D)	15KV
Seccionador (S&C Electric Company)	15KV
Seccionador (S&C Electric Company)	15KV

Transformador (seco)	1,5MVA
Transformador (aceite Inatra)	500KVA
Tablero de distribución	220V
Tablero de distribución	440V

**Elaborado Por:** Cristian Fuentes

La cámara de transformación eléctrica será construida y diseñada dentro del galpón de figurados, de tal manera que como protección principal se tiene el interruptor diferencial, seguidamente los seccionadores, a continuación de cada seccionador se distribuye tanto para el transformador de 1.5 MVA, como para el de 500KVA y por último se llega hasta cada uno de los tableros de distribución principal 220V y 440V respectivamente.

Las personas que están autorizadas a ingresar dentro de la cámara son personas calificadas y adiestradas, puesto que es un sitio de alto riesgo al trabajar con media tensión. Se recomienda realizar mantenimiento preventivo por lo menos cuatro veces al año, y así tratar de que las máquinas no sufran ningún desperfecto en su funcionamiento y no tener que llegar a un mantenimiento correctivo, y si este es el caso se debe realizar lo más pronto posible tratando de maximizar beneficios y minimizar costos.

Si se necesita por algún motivo realizar un seccionamiento en la cámara la persona que realizaría este trabajo es el técnico especializado en compañía de jefe de la subestación, jefe de SySO y sobre todo usando los EPP necesarios para dicho trabajo.

### ***2.9.3.3. Factor administrativo que interviene en el proyecto***

**Cuadro No. 2.7 Funciones del personal**

<b>NIVEL JERÁRQUICO</b>	<b>FUNCIÓN</b>
<b>Administrativo</b>	Es el encargado de la coordinación general de los proyectos y producción dentro de las áreas de los procesos de

	tren 1, tren 2 y Figurados.
<b>Jefe Seguridad y Salud Ocupacional</b>	Es la persona que se ocupa en la seguridad y salud de los trabajadores al momento de iniciar un proyecto, y diariamente en sus actividades cotidianas.
<b>Jefe Proyectos Eléctricos</b>	Es el encargado de la elaboración, diseño e implementación de los proyectos, en lo que tiene que ver la parte eléctrica. Persona con la cual trabajo coordinadamente para la elaboración del proyecto.
<b>Jefe Figurados</b>	Es el encargado de la dirección de todo el proyecto.
<b>Jefe contabilidad</b>	Es la persona que genera un nuevo código para el retiro de los equipos, insumos y materiales que son necesarios para la elaboración del proyecto.

**Elaborado Por:** Cristian Fuentes

La empresa Novacero planta Lasso está sólidamente estructurada, con el propósito de orientar y encaminar por estándares de calidad realizando nuevos proyectos de producción.

#### ***2.9.4. Situación Actual de las Máquinas***

**Cuadro No. 2.8 Estado de las maquinas**

<b>MÁQUINAS</b>	<b>ESTADO</b>		
	<b>EXCELENTES CONDICIONES</b>	<b>CONDICIONES OPERATIVAS</b>	<b>INOPERATIVO</b>

<b>Interruptor (Square-D)</b>		X	
<b>Seccionadores (S&amp;C) 15KV</b>		X	
<b>Transformador (seco) 1MVA</b>		X	
<b>Transformador (aceite) 500KVA</b>	X		
<b>Tableros de distribución 220V – 440V</b>	X		

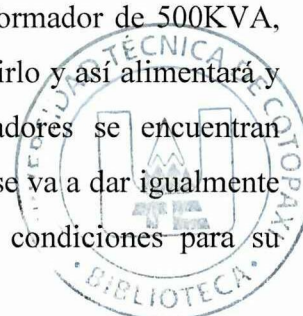
**Elaborado Por:** Cristian Fuentes

#### **Análisis:**

Las máquinas a nivel global están funcionando correctamente, tomando en cuenta que algunas de ellas si necesitan ser remplazadas, puesto que ya cumplieron sus años de vida útil y presentan un riesgo para las personas que operan o transitan cerca de estas.

Las máquinas que se utilizará para la instalación se encuentran en un estado aceptable para su funcionamiento, además se debe resaltar que para la instalación de la cámara de transformación eléctrica, se va a utilizar equipos que la empresa adquirió no hace mucho tiempo, los mismos que pasaran por un proceso de mantenimiento, realizando las pruebas necesarias para corregir cualquier error que este sea.

El transformador de 1MVA es una máquina estática, en seco, el cual va a ser el que distribuya el voltaje para el tablero de 440V. El transformador de 500KVA, en aceite, es uno nuevo que la empresa cotizara para adquirirlo y así alimentará y distribuirá el voltaje al tablero de 220V. Los seccionadores se encuentran almacenados en el galpón de proyectos eléctricos a los que se va a dar igualmente su respectivo mantenimiento para que estén en óptimas condiciones para su



funcionamiento, cabe tomar muy en cuenta que los fusibles sean los adecuados para que la apertura del interruptor sea la correcta en caso de sobrecarga.

El interruptor es un Square-D al cual también se le dará su respectivo mantenimiento y adaptaciones necesarias para su funcionamiento. Se coloca en la parte frontal del interruptor un relé diferencia que ayudará a abrir el circuito en caso de sobrecarga, se debe saber que este interruptor es la protección principal del centro de transformación. También se le añade un medidor de energía el cual permitirá saber cuál es el voltaje, amperaje y potencia que se obtiene de la Subestación para alimentar la cámara de transformación. Los tableros de distribución se los fabrica con hojas de metal en el cual incorpora las barras para conectar los diferentes breakers tanto para el tablero de 220V como para el de 440V.

## 2.10. Encuestas

1.- ¿Qué tipo de plano se necesita realizar para implementar una Cámara de transformación eléctrica?

Tabla No. 2.2 Tipo de Plano

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje (%)
Bajo estudios	22	100%
Empiricos por experiencia	0	0%
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Cristian Fuentes

Gráfico No. 2.1 Tipo de trazo



Elaborado por: Cristian Fuentes

**Análisis:** La investigación indica que de 22 personas que representan el 100%, el 100% de los encuestados manifiestan que Bajo estudios, el 0% indica que Empiricos por experiencia.

**Interpretación:** La investigación indica que ya han trabajado utilizando planos, por lo que al momento de planificar el proyecto ayudara a seguir los lineamientos de diseño e instalación.

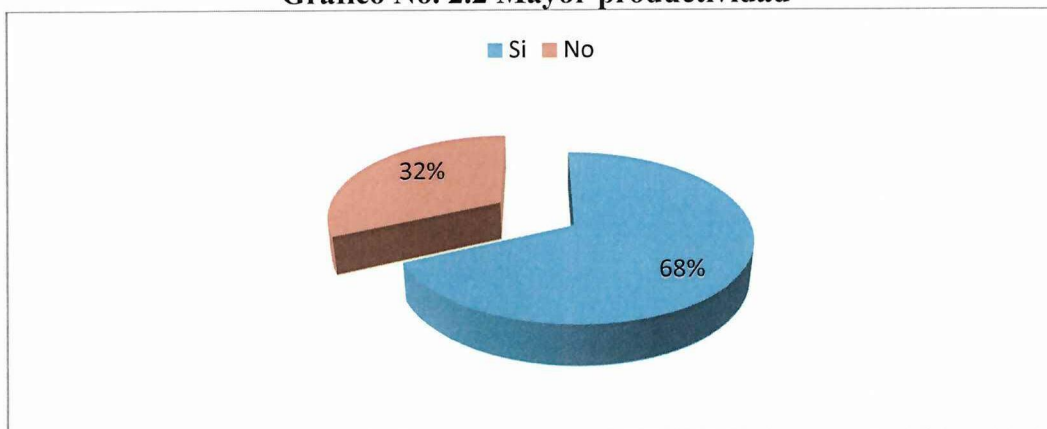
2.- ¿Cree que un diseño adecuado de una cámara de transformación le dará mayor productividad a su proceso?

Tabla No. 2.3 Mayor productividad

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	15	68%
No	7	32%
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Cristian Fuentes

Gráfico No. 2.2 Mayor productividad



Elaborado por: Cristian Fuentes

**Análisis:** La investigación indica que de 22 personas que representan el 100%, el 68% de los encuestados manifiestan que Si, el 32% indica que No.

**Interpretación:** La investigación indica que un diseño tecnico auxiliaría al diseño y construcción de una Camara de Transformación Eléctrica, cumpliendo así con la mayoría de normas que intervienen en el proceso y desarrollo del proyecto.

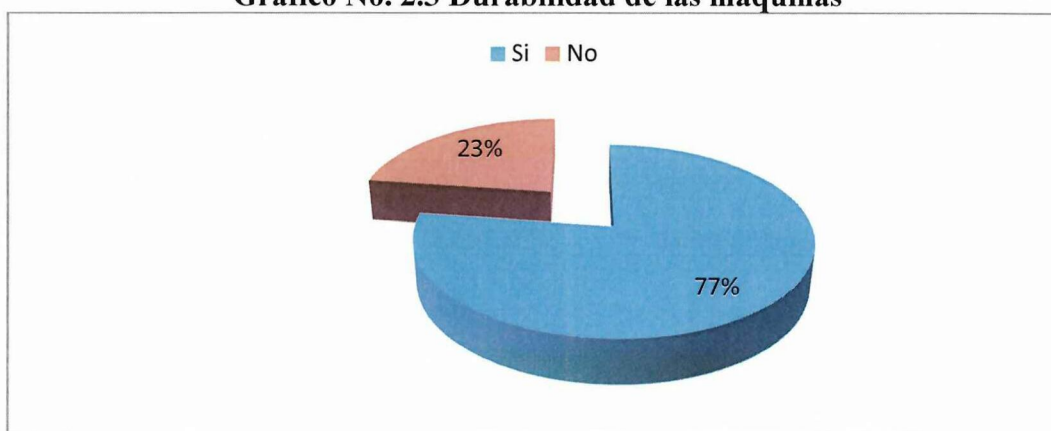
3.- ¿Cree que un diseño adecuado de una cámara de transformación dará mayor durabilidad a las maquinarias de su proceso?

Tabla No. 2.4 Durabilidad de las máquinas

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	17	77%
No	5	23%
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Cristian Fuentes

Gráfico No. 2.3 Durabilidad de las máquinas



Elaborado por: Cristian Fuentes

**Análisis:** Se observa que de 22 personas que representan el 100%, el 77% de los encuestados manifiestan que Si, el 23% indica que No.

**Interpretación:** Se observa que un estudio adecuado ayudaría a mejorar los criterios de selección para protección de los centros de transformación previniendo así que los equipos sufran algún desperfecto por fallos.

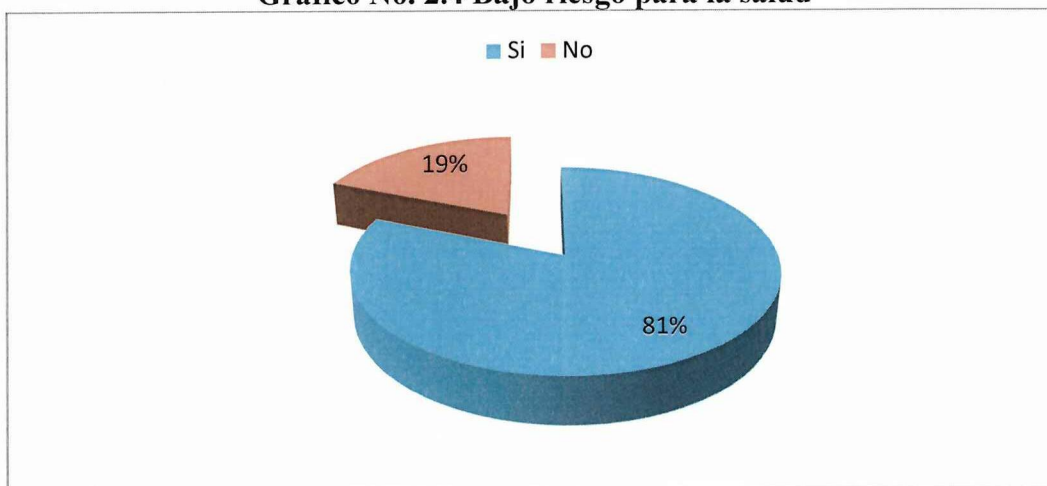
4.- ¿Cree que un diseño adecuado de una cámara de transformación le permitirá operar su proceso con un bajo riesgo para la salud de sus trabajadores?

Tabla No. 2.5 Bajo riesgo para la salud

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	18	81%
No	4	19%
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Cristian Fuentes

Gráfico No. 2.4 Bajo riesgo para la salud



Elaborado por: Cristian Fuentes

**Análisis:** De la población total de 22 personas que representan el 100%, el 81% de los encuestados manifiestan que Si, el 19% indica que No.

**Interpretación:** se determina que los estudios técnicos realizados ayudaran a mejorar las condiciones de fallos, y así podemos decir que es un lugar en el cual pueden ingresar personas autorizadas a realizar cualquier trabajo que este sea.



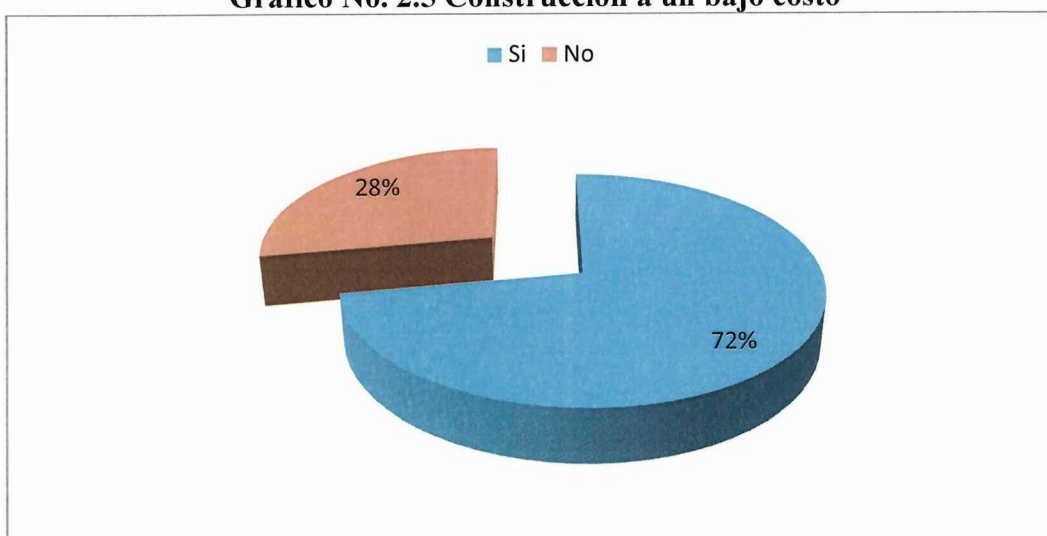
5.- ¿Cree que un diseño adecuado de una cámara de transformación le permitirá la construcción a un bajo costo?

**Tabla No. 2.6 Construcción a un bajo costo**

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	16	72%
No	6	28%
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Cristian Fuentes

**Gráfico No. 2.5 Construcción a un bajo costo**



Elaborado por: Cristian Fuentes

**Análisis:** Se determina que de 22 personas que representan el 100%, el 72% de los encuestados manifiestan que Si, el 28% indica que No.

**Interpretación:** Se determina que se al momento de diseñar y construir la cámara de transformación eléctrica, esto conlleva un gasto significativo para la empresa, pero se debe realizar un trabajo que se encuentra regido a las normas técnico legales vigentes, para así no tener accidentes de trabajo por malas conexiones o instalaciones.

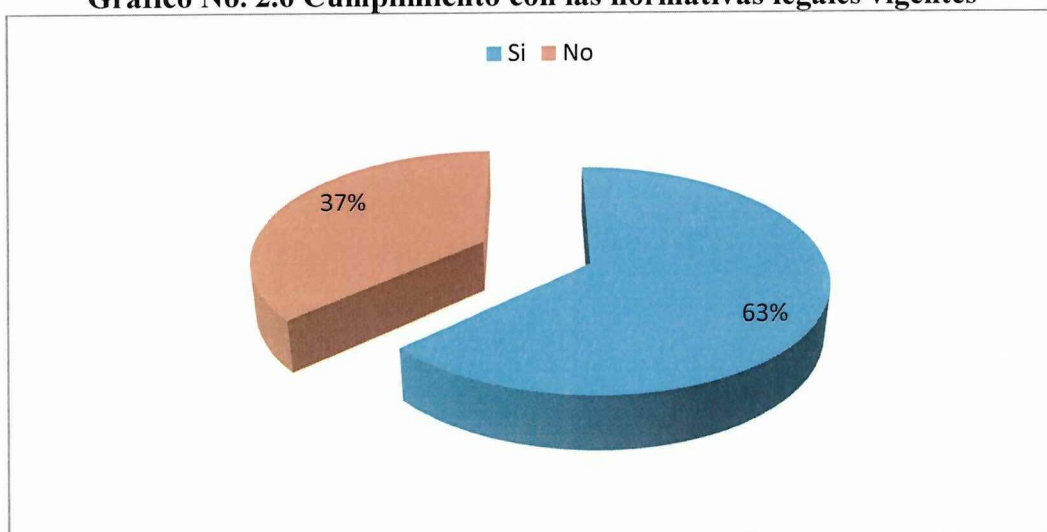
6.- ¿Cree que un diseño adecuado de una cámara de transformación le permitirá cumplir con las normativas legales vigentes?

**Tabla No. 2.7 Cumplimiento con las normativas legales vigentes**

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	14	63%
No	8	37%
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Cristian Fuentes

**Gráfico No. 2.6 Cumplimiento con las normativas legales vigentes**



Elaborado por: Cristian Fuentes

**Análisis:** Se analiza que de 22 personas que representan el 100%, el 63% de los encuestados manifiestan que Si, el 37% indica que No.

**Interpretación:** Se analiza que se al momento de diseñar, seleccionar e instalar las máquinas y equipos nos encontramos con normativas que al momento de aplicar se debe tomar en cuenta n cumplir con todos los paramentos técnicos para su correcto y óptimo funcionamiento.

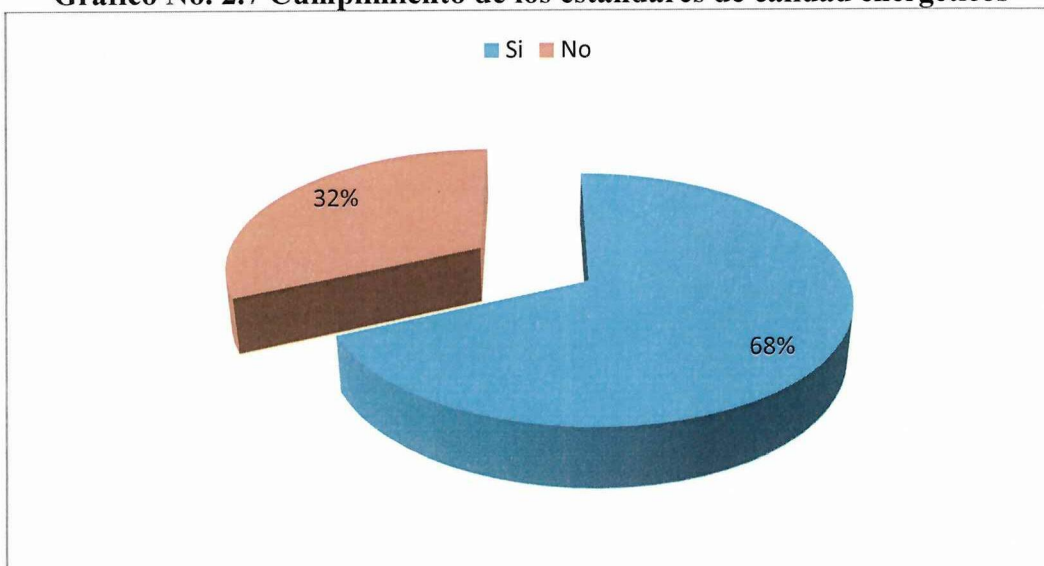
7.- ¿Cree que un diseño adecuado de una cámara de transformación le permitirá operar a su proceso cumpliendo los estándares de calidad energéticos?

**Tabla No. 2.8 Cumplimiento de los estándares de calidad energéticos**

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	15	68%
No	7	32%
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Cristian Fuentes

**Gráfico No. 2.7 Cumplimiento de los estándares de calidad energéticos**



Elaborado por: Cristian Fuentes

**Análisis:** La investigación indica que de 22 personas que representan el 100%, el 68% de los encuestados manifiestan que Si, el 32% indica que No.

**Interpretación:** La investigación indica que si se puede cumplir con los parámetros de estándares de calidad energéticos, puesto que se cumplirá con las protecciones adecuadas para el sistema

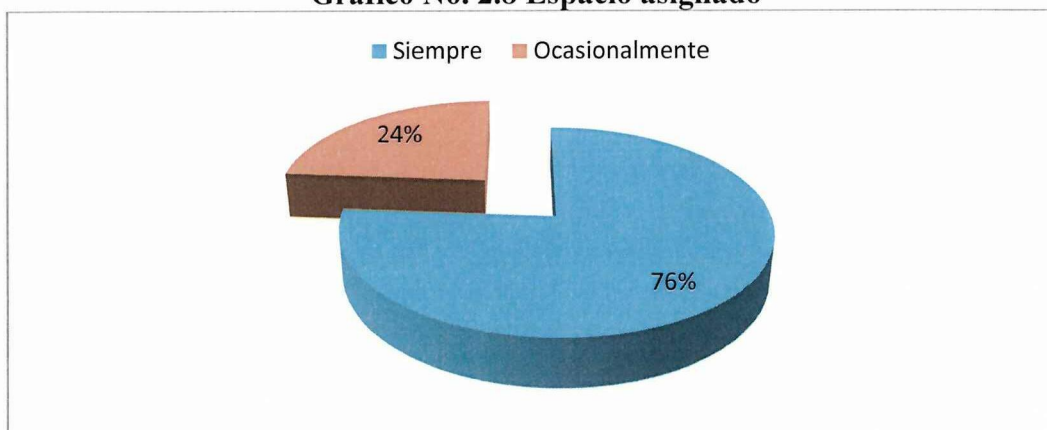
**8.- ¿El espacio asignado se encuentra cerca del suministro de media tensión?**

**Tabla No. 2.9 Espacio asignado**

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	17	76%
No	5	24%
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Cristian Fuentes

**Gráfico No. 2.8 Espacio asignado**



Elaborado por: Cristian Fuentes

**Análisis:** Se determina que de 22 personas que representan el 100%, el 76% de los encuestados manifiestan que Si, el 24% indica que No.

**Interpretación:** Se determina que el suministro de media tensión si esta junto al espacio asignado. La empresa tiene un anillo de 13.8kv del cual se va alimentar a la cámara de figurados, para el adecuado funcionamiento de su proceso de producción.

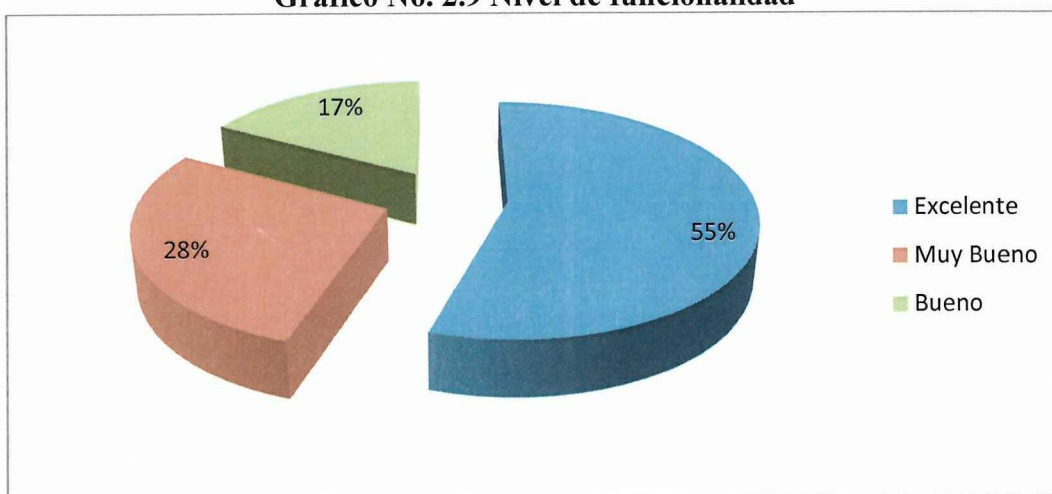
9.- ¿Qué nivel de funcionalidad adquiriría el proyecto dentro de la empresa?

Tabla No. 2.10 Nivel de funcionalidad

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje (%)
Excelente	12	55%
Muy Bueno	6	28%
Bueno	4	17%
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Cristian Fuentes

Gráfico No. 2.9 Nivel de funcionalidad



Elaborado por: Cristian Fuentes

**Análisis:** La investigación indica que de 22 personas que representan el 100%, el 55% de los encuestados manifiestan que Excelente, el 28% indica que Muy Bueno y el 17% indica que Bueno.

**Interpretación:** La investigación indica que se la experiencia en la elaboración de estos proyectos ayudara a la elaboración del proyecto, y el nivel de funcionalidad se determinara después de que el galpón consuma toda la carga.



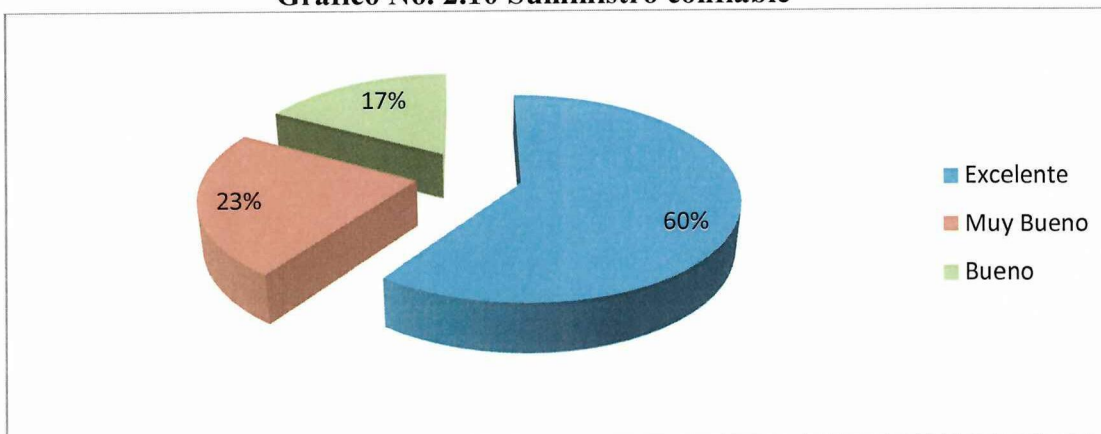
**10.- ¿Cuán confiable y efectivo es el suministro de energía generado por la Subestación NOVACERO?**

**Tabla No. 2.11 Suministro confiable**

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje (%)
Excelente	13	60%
Muy Bueno	5	23%
Bueno	4	17%
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Cristian Fuentes

**Gráfico No. 2.10 Suministro confiable**



Elaborado por: Cristian Fuentes

**Análisis:** Los datos obtenidos indican que de 22 personas que representan el 100%, el 60% de los encuestados manifiestan que Excelente, el 23% indica que Muy Bueno y el 17% indica que Bueno.

**Interpretación:** Los datos obtenidos indican que la empresa cuenta con una subestación propia para la actividad que realiza, con máquinas y equipos en perfecto estado por lo que el suministro de energía es confiable y hace que la alimentación de la cámara sea estable.

## 2.11. Consumo de Energía Proceso Figurado

**Tabla No. 2.12 Consumo de Energía Proceso Figurado**

<b>Consumo de Energía</b>		
<b>Mes - 2015</b>	<b>Figurados Antiguos de 440/220v</b>	<b>Figurados Nuevos de galpón malla, vigas, trefilados</b>
Enero	3904 kwh	834 kwh
Febrero	3727 kwh	12741 kwh
Marzo	3017 kwh	6583 kwh
Abril	4207 kwh	47692 kwh
Mayo	3491 kwh	124437 kwh
Junio	4173 kwh	83366 kwh
Julio	5598 kwh	70517 kwh
Agosto	8700 kwh	66044 kwh
Septiembre	5741 kwh	88333 kwh
Octubre	2140 kwh	81423 kwh
Noviembre	1950 kwh	69500,68 kwh
<b>Totales</b>	<b>46648 kwh</b>	<b>651470,68 kwh</b>

**Fuente:** Subestación Novacero

De la tabla anterior lo que se puede analizar es que luego de la aplicación existe un incremento de la energía que existe dentro de la planta industrial lo cual posibilita y agiliza las labores que se desarrollan dentro de la misma. Esto ayudara dentro del desarrollo de la propuesta y la comprobación de la hipótesis de la respectiva solución al problema de la investigación.

## 2.12. Verificación de Hipótesis

### 2.12.1. *Planteamiento de la Hipótesis*

Para verificar la hipótesis se utilizó la fórmula de Chi-Cuadrado, que es una fórmula estadística que ayuda a aceptar o rechazar la hipótesis nula.

### 2.12.2. *Formulación de la hipótesis*

H0= Hipótesis Nula

H1= Hipótesis Alternativa

**H0** = Si se diseña y se construye una Cámara de Transformación Eléctrica, para suministrar energía al galpón de Figurados, se mejorará la calidad de consumo de energía en el proceso de figurados en la empresa NOVACERO S.A.

**H1** = Si se diseña y se construye una Cámara de Transformación Eléctrica, para suministrar energía al galpón de Figurados, **no** se mejorará la calidad de consumo de energía en el proceso de figurados en la empresa NOVACERO S.A.

### 2.12.3. *Definición del nivel de significación*

El nivel de significación escogido para la investigación fue de 5%.

### 2.12.4. *Elección de la prueba estadística*

Para la verificación de la hipótesis se escogió la prueba Chi-cuadrado, cuya fórmula es la siguiente.

$$X^2 = \frac{(O - E)^2}{E}$$

### 2.12.5. *Simbología*

O= Datos observados

E= Datos esperados

### 2.12.6. *Frecuencias observadas*

En este punto se procede a seleccionar las preguntas que servirán de base para la comprobación de la hipótesis. Se utilizarán las siguientes preguntas:

**Pregunta a,** ¿Cree que un diseño adecuado de una cámara de transformación dará mayor durabilidad a las maquinarias de su proceso?

Si

No

**Pregunta b,** ¿Cree que un diseño adecuado de una cámara de transformación le permitirá operar a su proceso cumpliendo los estándares de calidad energéticos?

Si

No

### 2.12.7. *Nivel de significancia y regla de decisión*

gl= (F-1) (C-1)

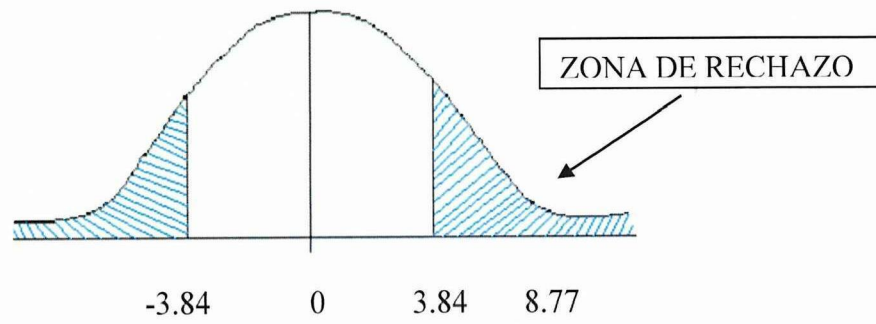
gl= (1) (1)

gl= (2-1) (2-1)

gl= 1

### 2.12.8. Regla de Decisión

Gráfico No. 2.11 Regla de Decisión



**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborado por:** Cristian Fuentes

$$X^2_t = 3.84$$



## **CAPITULO III**

### **3. PROPUESTA**

#### **3.1. Presentación de la Propuesta**

El diseño e implementación de una cámara de transformación ayudará a suministrar energía al proceso de Figurados, se debe tomar en cuenta, que el centro de transformación es el corazón de un sistema eléctrico en M.V. el cual debe estar correctamente diseñado, para de esta manera, realizar una adecuada distribución de energía eléctrica al sistema.

En el desarrollo del presente capítulo se detalla paso a paso todos los cálculos y procesos que se toma en cuenta para el diseño e implementación de la Cámara de Transformación Eléctrica. En este se desarrolla la solución a la problemática que se afronta la Planta Industrial NOVACERO Lasso estableciendo los parámetros para la implementación de la cámara de transformación de energía, con el fin de manejar alternativas de ubicación y aislamiento en base a las normativas para la instalación de los transformadores, en los cuales se pueda analizar claramente el procedimiento del mantenimiento que debe realizar, alejándola de materiales extraños.

Para entender mejor cual es el procedimiento de la instalación e implementación de la cámara de transformación, se procede a dividir el proceso de diseño en tres partes principales que son:

- Equipos de maniobra y protección en medio voltaje.
- Transformadores.
- Sistema de distribución en bajo voltaje.

## **3.2. Objetivos**

### ***3.2.1. Objetivo General***

- ✓ Instalar los equipos necesarios para transformar la energía eléctrica de 13,8 KV a 220V y 440V, cumpliendo con las normativas vigentes, y así alimentar el desarrollo del proceso de figurados.

### ***3.2.2. Objetivos Específicos***

- ✓ Determinar el espacio físico en el cual serán instaladas las máquinas y equipos, para la protección del sistema.
- ✓ Obtener un promedio real de las cargas del proceso de Figurados, puesto que este es un dato importante para el desarrollo del proyecto.
- ✓ Instalar e implementar una cámara de transformación, para suministrar energía eléctrica al proceso de figurados, utilizando las normativas vigentes y adaptándolas a la realidad de la empresa.
- ✓ Instalar las protecciones adecuadas dentro de la cámara de transformación ya que esta es el corazón del proceso de figurados.
- ✓ Realizar un diseño óptimo de la malla a tierra, ya que de eso depende la protección de las máquinas, equipos y personas.

## ***3.3. Análisis de factibilidad***

Los sistemas de transformación eléctrica si se encuentran adecuadamente ubicados y de acuerdo a las normas y requerimientos del mercado permiten incrementar el desarrollo de los procesos de fabricación, los cuales les posibiliten ejecutar sus operaciones a través de voltajes respectivos de cada una según los volúmenes de fabricación de las mismas.

### ***3.3.1. Factibilidad técnica***

La propuesta orientada en el diseño e implementación de una cámara de transformación eléctrica de 13,8 Kv a 440 y 220 v es posible observado desde una perspectiva técnica ya que los transformadores DYN5 a utilizar y demás elementos conformantes del sistema son equipos tecnológicos que existen en el mercado local, además son de un acceso fácil para la planta a aplicar.

### ***3.3.2. Factibilidad operativa***

Desde un punto de vista operativo es realizable la propuesta ya que el área geográfica en la cual se encuentra la planta industrial Novacero el espacio y recursos necesarios para la aplicación del proyecto y de igual forma lo hacen posible, respaldados con la teoría consultada; esto permitirá desarrollar una cámara de transformación eléctrica y cubrir las necesidades energéticas requeridas por los trabajadores y demás operarios de la planta industrial para mejorar el rendimiento y ejecución de las labores realizadas dentro de la misma.

### ***3.3.3. Factibilidad económica***

La propuesta tiene una inversión de \$ 80500, °° de su total en costo económico para la realización; lo cual permite ser aplicada dentro de la planta, para solucionar los problemas que en esta se presentan y mejorar la ejecución de los procesos.

### **3.4. Desarrollo de la Propuesta**

#### **Espacio Físico**

La empresa Novacero consta de una subestación, con una barra principal de 138 KV con un trafo de 60 MVA, la cual es alimentada desde la línea de 138 KV que une Totoras y La Vicentina con una derivación tipo bandera ubicada en la subestación Mulaló que es componente del sistema nacional interconectado.

La subestación de Novacero está alimentada a un voltaje de 138 KV con 3Km de acometida que llegan a una barra principal, la cual distribuye la energía eléctrica a dos bahías, la primera alimenta a un transformador 138 KV/18 KV de 40MVA que se utiliza para la fundición de chatarra con arco eléctrico, y la segunda alimenta a un transformador de 138 KV / 13,8 KV de 20MVA que se utiliza para alimentar un sistema de distribución en configuración tipo anillo que recorre por toda la planta.

En el Anexo 1, se muestra el diagrama del proceso de figurados que se instaló en el nuevo emplazamiento designado por la empresa, para su funcionamiento y producción. Además se muestra el espacio físico en el cual se diseñó y construyó la cámara de transformación, es el más adecuado por que cumple con la normativa vigente, enunciando que el cuarto de transformación debe estar seca de las aceras y tener accesibilidad a la vía.

#### **Obra Civil**

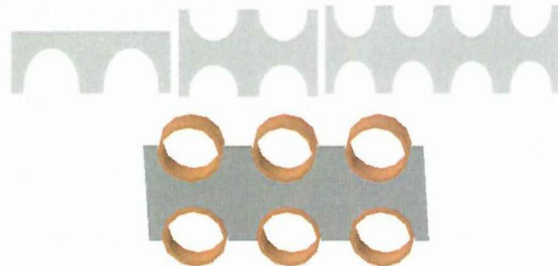
En el Anexo 2.1 y 2.2, se muestra el diseño de la construcción del cuarto de transformación con todos sus detalles constructivos.

#### **Banco de Ductos**

Para conservar una distancia uniforme entre los ductos se debe instalar un soporte de láminas de PVC, la separación mínima horizontal y verticalmente debe ser de

5cm independientemente del diámetro de la tubería. La distancia longitudinal entre separadores debe ser de 2.50 m

**Figura 3. Figura No. 3.1 Separadores de Ductos**



**Fuente:** Sección 2 Manual de Construcción del Sistema de Distribución Eléctrico

El banco de ductos se construyó atravesando por debajo de la calle, con una longitud de 10 m. tiene un acabado uniforme de hormigón, en el cual se apoyan los ductos para que soporten toda su longitud.

Como el material de relleno es hormigón se colocó la última capa, con un espesor de 10 cm por encima de la última tubería.

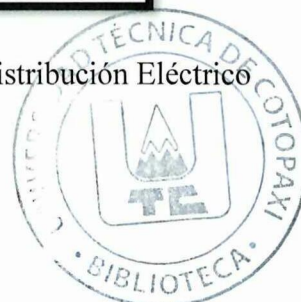
La separación mínima entre banco de ductos eléctricos, con los de otros servicios es de 25 cm y no se debe instalar ductos de otros servicios paralelamente, por encima o debajo de ductos eléctricos.

En la tabla 3.1 se muestra la profundidad de los ductos según su localización:

**Tabla No. 3.1 Profundidad de los ductos según su localización**

Localización	Profundidad mínima (m)
En lugares no transitados por vehículos	0.6
En lugares transitados por vehículos	0.8

**Fuente:** Sección 2 Manual de Construcción del Sistema de Distribución Eléctrico



## Tipo de Ducto

Para instalaciones eléctricas según la Norma NTE INEN 2227 y NTE INEN 1869 deberán instalarse tubo PVC de pared estructurada e interior lisa tipo B para red de MV y BV (diámetro de 110 y 160 mm).

Los ductos con cable y de reserva son taponados para mantenerlos libres de basura, roedores y agua.

La suma del área de la sección transversal de todos los conductores o cables en una canalización no debe exceder 40% de la sección transversal interior de la canalización. NEC 354-5.

**Tabla No. 3.2 Diámetro del ducto según calibre del conductor y tensión principal**

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	Tensión (kV)	Diámetro del ducto (mm)	Transición Ducto (mm)
1/0, 2/0, 3/0, 4/0, 250, 300, 350, 500	35	160	160
2, 1/0, 2/0, 3/0, 4/0, 250, 300, 350	15-25	110	110
500	15-25	160	160

**Fuente:** Sección 2 Manual de Construcción del Sistema de Distribución Eléctrico

## Pozos

Los pozos se diseñaron para el cambio de dirección de los conductores, transición aérea a subterránea, además son lugares donde se debe realizar mantenimiento a los cables, por lo que se debe estar limpio y tener un espacio de trabajo adecuado.

Las tapas de los pozos se fabricaron de hormigón armado, con marco metálico, con un espesor de 70 mm.

La dimensión del pozo de la acometida principal es de tipo A; mientras que el pozo de los tableros de distribución es de tipo A y C (140X140X80) según las

dimensiones establecidas en el Manual de Construcción del Sistema de Distribución Eléctrico.

En la tabla 3.3 se muestra cuáles son las medidas para el diseño de los pozos según su aplicación.

**Tabla No. 3.3 Medidas de los pozos según su aplicación**

TIPOS	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Aplicación
Tipo A	0.60	0.60	0.75	AP-ACOMETIDA
Tipo B	0.90	0.90	0.90	MV -BV-AP
Tipo C	1.20	1.20	1.20	MV -BV-AP
Tipo D	1.60	1.20	1.50	MV -BV-AP
Tipo E	2.50	2.00	2.00	MV -BV-AP

- Las profundidades indicadas en la tabla son mínimas y podrá aumentar dependiendo de cantidad de ductos a instalarse.
- Los pozos tipo C serán utilizados para derivaciones en bajo voltaje
- Los pozos tipo C y D se construirán con 2 tapas que cubran el área del mismo.
- En el pozo tipo E se podrán colocar módulos premoldeados para derivación y seccionamiento. Este tipo de pozo irá con una tapa de hierro estereoidal.
- Los pozos tipo D y E se construirán normalmente en las esquinas

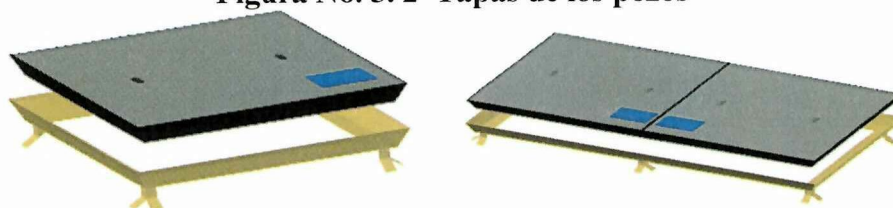
**Fuente:** Sección 2 Manual de Construcción del Sistema de Distribución Eléctrico.

Las tapas de los pozos se cubrieron con pintura anticorrosiva, dejando dos orificios sin fundir formados por tubo metálico rectangular de  $\frac{3}{4} \times 2''$  para colocar las manijetas que servirán para levantarlas.

Las tapa del pozo de la acometida principal tiene una medida de (60X60X80) cm Tipo A; mientras tanto que la de los tableros de distribución es una de (120X120X80) cm Tipo C y dos de Tipo A.

En la figura 3.2 se muestra como se elaboró las tapas para los pozos de revisión

**Figura No. 3.2 Tapas de los pozos**



**Fuente:** Sección 2 Manual de Construcción del Sistema de Distribución Eléctrico.

## Dimensiones

Las dimensiones interiores están directamente asociadas con la capacidad de los transformadores instalados, tomando en cuenta las distancias de seguridad para evitar accidentes. Además para determinar la medida de la cámara me base en la tabla, que estandariza las mediciones en función de los transformadores y el voltaje nominal que alimenta a la cámara.

**Tabla No. 3.4 Dimensiones de la Cámara de Transformación**

Numero de transformadores	Voltaje nominal de la línea de distribución en Medio Voltaje	Dimensiones mínimas (cm)		
		A	B	H
1	< 24 kV	420	540	300
2	< 24 kV	420	600	300

**Fuente:** Sección 2 Manual de Construcción del Sistema de Distribución Eléctrico.

En el Anexo 1 se detalla las medidas de la cámara de transformación así como también cada una de las máquinas y equipos instalados. Como se puede observar las medidas cumplen con las especificadas en la tabla 3.4. Por lo que es el espacio físico es el adecuado para la construcción de la cámara de transformación eléctrica.

## Estudio de la Carga

Para determinar la carga a consumir del proceso de figurados se procede a realizar un inventario de los equipos existentes, con la potencia de cada máquina que será instalada. En el Anexo 3, se muestra el diagrama unifilar de cargas, se observa que son necesarios dos niveles de voltaje de alimentación, 220VAC y 440VAC, se calculó la carga, el nivel de voltaje, potencia, la corriente consumida y la de cortocircuito que se calcula para cada máquina.

Al conocer cada una de las cargas a las que se suministrara energía eléctrica, se procede a realizar el cálculo de la demanda máxima real que se instaló en el proceso de Figurados representado en KVA.

Para ello procedemos a transformar la potencia de KW a KVA, para tener la potencia real aparente, y se determina con la siguiente fórmula:

$$S_n = \frac{P_n}{\eta * \cos\varphi}$$

Dónde:

$P_n$  = Potencia nominal (KW potencia activa)

$\eta$  = rendimiento del motor  $\left( \frac{KW \text{ salida}}{KW \text{ entrada}} \right)$

$\cos\varphi$  = Factor de potencia

El proceso de figurados consta principalmente de motores, por lo que según el manual de instalaciones industriales de Schneider Electric (2008), se debe trabajar con 0,85 el factor de potencia, y multiplicar, los coeficientes de utilización y de simultaneidad, por el valor de la carga en KVA.

Cumpliendo con las necesidades arriba indicadas, se tiene una potencia total a instalar en este centro de transformación de 1417,46 KVA

### **Corriente Nominal**

Para encontrar la corriente de cada una de las máquinas utilizaremos la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U f_p}$$

Dónde:

P= potencia (Watts)

U= tensión nominal

$f_p$  = factor de potencia (0,95)

El factor de potencia se asume que es (0,95) dato que se obtuvo de la palca característica de la máquina más grande del proceso. TJK (Soldadora Mallas)

El cálculo de la corriente nominal se realiza con la fórmula anteriormente mencionada y está determinada de la siguiente manera:

$$I_n = \frac{1417,46 \text{ KW}}{\sqrt{3} * 13800 * 0,95}$$

$$I_n = 0,06242 \text{ KA}$$

$$I_n = 62,42 \text{ A}$$

### **Corriente de Cortocircuito (I<sub>cc</sub>)**

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en el tramo de la línea de 13,8 KV hasta la entrada del interruptor principal se utilizó la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \frac{I_n}{0,05 * Z_{cc}}$$

$$I_{cc} = \frac{I_n}{0,05}$$

$$I_{cc} = 1249 \text{ A}$$

### **Corriente de Choque**

La corriente de choque se la calculó para conocer cuál es el valor máximo que soportará el circuito cuando la corriente pase por su valor máximo.

$$I_{ch} = 1,8 * \sqrt{2} * I_{cc}$$

$$I_{ch} = 2,55 * I_{cc}$$

$$I_{ch} = 3184,95 \text{ A}$$



## Potencia de Ruptura

Para determinar el poder máximo de desconexión (valor eficaz de la corriente), que puede soportar el interruptor se calculó con la siguiente fórmula:

$$P_r = \sqrt{3} * U_b * I_d$$

$P_r$  = Potencia de ruptura KVA

$U_b$  = Voltaje de servicio (13800V)

$I_d$  = Corriente de ruptura o de desconexión

Para calcular el valor de  $I_d$  que es cuando el interruptor se cierra puede alcanzar la corriente de choque, a cada interruptor se le designa un poder de conexión sobre cortocircuito. La corriente de ruptura del Interruptor se expresa por:

$$I_d = \mu I_{cc}$$

$$I_d = 0,5 \text{ seg} * 1249 \text{ A}$$

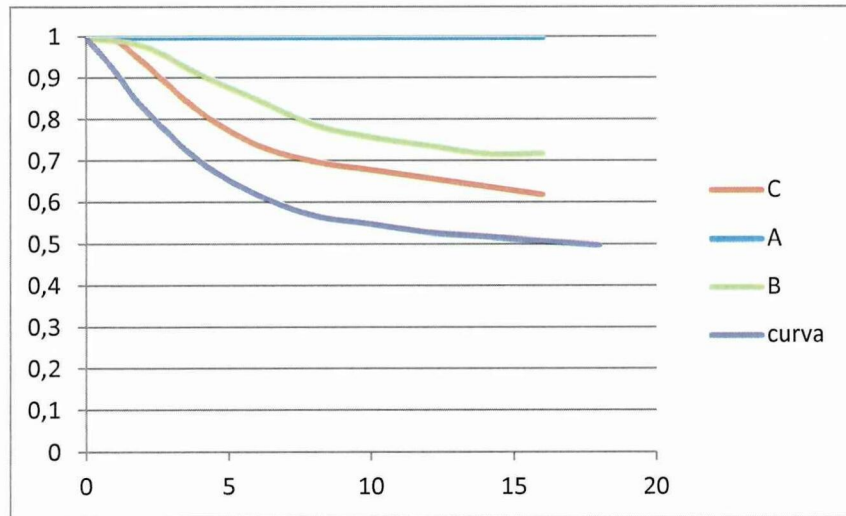
$$I_d = 624,5 \text{ A}$$

El valor de  $\mu$  viene determinado según la variación del tiempo y la calidad del interruptor a colocar, por lo que se determina que  $\mu = 0,5 \text{ seg}$

$$P_r = 14926,98 \text{ KVA}$$

En la figura 3.1 se muestra la gráfica de las curvas correspondientes a los diferentes retardos en la interrupción de los aparatos de corte.

**Gráfico No. 3.1 Curvas de los retardos en los equipos de corte**



Elaborador por: Cristian Fuentes

La línea de color morado (A) muestra cómo está graficada la curva de acuerdo a la relación entre la  $I_{cc}/I_n$ , con un tiempo de 0,5 seg. Una vez realizada la relación entre la  $I_{cc}/I_n$  se obtuvo el valor de  $\mu$  equivalente a 20.

### Cálculo de la Potencia de Cortocircuito

Para determinar el valor de la Potencia de cortocircuito se debe realizar una toma de datos de los transformadores que se instalaron dentro de la cámara de transformación eléctrica. Pero para determinar la Pcc total, se tomó los datos de todos los transformadores que se alimentan de la línea de 13,8KV.

A continuación en el Anexo 4, se determinan los valores de Potencias y Reactancias de Cortocircuito de cada uno de los transformadores y la ubicación o área a la que suministran energía.

Para realizar el cálculo de la Potencia de Cortocircuito se procede a igualar las reactancias de cortocircuito, para poder sumar las potencias, mientras que si se obtiene reactancias iguales se suman las potencias y se conserva las reactancias de

cortocircuito. Para igualar las reactancias se procedió a realizar los siguientes pasos:

- Se Realizó una regla de tres para determinar cuál es el valor de la Potencia cuando la  $X_{cc} = 4$ .

$$\begin{array}{rcl}
 P_1 = 1,5 \text{ MVA} & X_{cc} = 6,7 & \\
 P_2 = 0,5 \text{ MVA} & X_{cc} = 4 & \\
 5,7 \text{ ---} & 1,5 & \\
 4 \text{ ---} & X & X = \frac{1,5 * 4}{6,7} = 0,89 \text{ MVA}
 \end{array}$$

- Después de haber obtenido el resultado de la potencia, remplazamos el valor encontrado en  $P_2$  cuando  $X_{cc} = 4$ , y sumamos  $P_1 + P_2$ .

$$\begin{array}{rcl}
 P_1 = 1,5 \text{ MVA} & X_{cc} = 6,7 & \\
 P_2 = 0,89 \text{ MVA} & X_{cc} = 6,7 & \\
 \hline
 P_{eq} = 2,39 \text{ MVA} & X_{cc} = 6,7 &
 \end{array}$$

- Por ultimo sacamos la Potencia de Cortocircuito con la siguiente fórmula:

$$P_{cc} = \frac{P_{eq}}{X_{cc}} * 100$$

$$P_{cc} = 35,67 \text{ MVA}$$

Después de haber conocer la  $P_{cc}$  de la cámara de transformación del proceso de Figurados, procedemos a calcular la  $P_{ccT}$ , que se detalla en el Anexo 3 obteniendo una  $P_{ccT} = 1277,15 \text{ MVA}$ .

### Calculo de Conductores

Para determinar la sección de conductor que se utilizó, se toma en cuenta el siguiente criterio para su dimensionamiento:

Para la selectividad del conductor se tomó en cuenta el valor eficaz de la intensidad de la corriente nominal en el tramo anteriormente calculado obteniendo  $I_n = 62,42$  A. Se instaló cable aislado con envoltura de protección, sustentado en la norma IRAM 2220, que determina las intensidades máximas admisibles en servicio permanente.

**Tabla No. 3.5 Sección Nominal de los conductores**

Sección nominal de los conductores	Colocación al aire libre Para 3 cables unipolares separados un diámetro o un cable multipolar, colocados sobre bandejas perforadas. Temperatura amb. 40°C			Colocación directamente enterrada Terreno normal seco con temperatura de 25°C Profundidad de instalación de 70 cm.		
	Unipolar	Bipolar	Tetra y tripolar	Unipolar	Bipolar	Tetra y tripolar
	A	A	A	A	A	A
1,5	25	22	17	32	32	27
2,5	35	32	24	45	45	38
4	47	40	32	58	58	48
6	61	52	43	73	73	62
10	79	65	56	93	93	79
16	112	85	74	124	124	103
25	139	109	97	158	158	132
35	171	134	117	189		158
50	208	166	147	230		193
70	252	204	185	276		235
95	308	248	223	329		279

Fuente: Schneider Electric, Memorias Técnicas, Capítulo I

Entonces la sección del conductor para el tramo principal que corresponde desde los seccionadores de poste hasta el Interruptor principal es de  $6 \text{ mm}^2$  según la tabla de la selección de los conductores.

$$S \geq \frac{I_{cc} \times \sqrt{t}}{K}$$

Dónde:

S= sección mínima del conductor ( $\text{mm}^2$ )

$I_{cc}$ =valor eficaz de la corriente de cortocircuito (A)

K= constante propia del conductor (cobre tipo XLP = 143)

$$S \geq \frac{1249 \times \sqrt{0,5}}{143}$$

$$10 \text{ mm}^2 \geq 6.17$$

### **Calculo de la sección del conductor dentro del Centro de Transformación.**

Para determinar la sección de los conductores correspondiente al tramo del interruptor principal hacia los seccionadores se toma en cuenta la corriente que circula en el punto de salida del interruptor que es 62,42 A.

Se utilizó en mismo calibre de conductor anteriormente calculado que es  $10 \text{ mm}^2$  hasta llegar a la entrada del primario de cada uno de los transformadores, pasando primeramente por los seccionadores antes de llegar al primario de los transformadores.

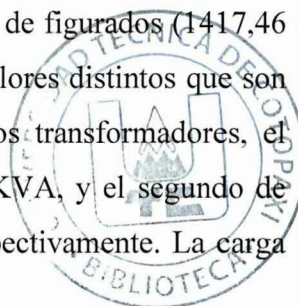
Para el cálculo del conductor que parte del secundario del transformador se determina la corriente que sale del transformador y se calcula con la macro que se utiliza para la selección de transformadores, obteniendo una corriente de circulación de 1640 A para el trafo de 500 KVA y 2460,30 A para el trafo de 1,5 MVA.

Entonces la sección del conductor que se utilizó en el tramo de los secundarios de los transformadores, hasta los tableros de distribución es:

Para el trafo de 500 KVA se utilizó conductor de cobre, de un calibre igual a 600 AWG/MCM, colocando 4 cables por fase con una corriente nominal de 432,25 A por cable. Mientras que para el trafo de 1,5 MVA se utilizó conductor de cobre, calibre 600 AWG/MCM, colocando 6 cables por fase con una corriente nominal de 432,25 A por fase.

### **Selección de los transformadores**

Para cubrir la demanda de la carga a consumir del proceso de figurados (1417,46 KW) se tiene la necesidad de distribuir la energía a dos valores distintos que son 220 V y 440 V, por lo que es indispensable colocar dos transformadores, el primero de 13800V/ 220V, con un transformador de 500 KVA, y el segundo de 13800 V / 440 V, con un transformador de 1,5 MVA respectivamente. La carga



total está determinado por el consumo de todas las máquinas que funcionarán al momento de que el proceso inicie a producir, se determinó que la cámara de transformación en un futuro alimentara a un nuevo proceso por lo que se sobredimensionó la potencia de los transformadores.

Además se tomó en cuenta que los trafos no se compraran, por lo que la empresa dispone de transformadores y según la carga a consumir se dimensionó la capacidad de los mismos, para ser instalados dentro de la cámara de transformación eléctrica.

Para Cámaras de Transformación Eléctrica a nivel se debió haber instalado transformadores convencionales con frente muerto, que son los que la norma exige para dicha aplicación.

**Transformador 500 KVA / 13800 V / 220 V.**

**Figura No. 3.3 Transformador de 500 KVA**



**Elaborado por:** Cristian Fuentes

Para determinar los parámetros que debe cumplir el transformador, se utilizó una macro de Excel del Ing. Fidel Moreno, Maracaibo, 2008, que permite realizar los cálculos y parámetros para cada uno de los equipos instalados en el centro de transformación.

En la tabla 3.6 se muestra los datos de la corriente de línea, corriente de fase, tanto en el primario como en el secundario.

**Tabla No. 3.6 Datos eléctricos Transformador 500 KVA**

Nombre del Proyecto: <u>Figurados</u>		Fecha: <u>05/10/201</u>	
Código: <u>T-2</u>			
Nombre del transformador: <u>Inatra</u>			
Datos Eléctricos			
Potencia:	500 kVA	Clase del transformador:	Transformadores Trifásicos Sumergibles
Tipo de alimentación:	Trifásico	Enfriamiento:	(IEEE C57.93)
Impedancia base:	380.88 mΩ	TIPO OA Sumergido en aceite, con enfriamiento natural.	
Frecuencia:	60 Hz		
Relación de Trans:	727272727.1		
Primario		Secundario	
Tipo de conexión:	Delta	Tipo de conexión:	Estrella
Hilos:	3	Hilos:	4
Voltaje de línea:	13,8 kV L-L	Voltaje de línea:	0,22 kV L-L (220 V)
Voltaje de fase:	13,8 kV	Voltaje(s) de fase:	0,12701706 kV (0 V)
Corriente de línea:	20,92 A	Corriente de línea:	1312,16 A
Corriente de Fase:	12,08 A	Corriente de Fase:	1312,16 A
Conexión del neutro:	Flotante	Conexión del neutro:	solidamente a tierra

Elaborado por: Cristian Fuentes

En la tabla 3.7 se muestra los datos de corriente de diseño, calibre del conductor y neutro, tanto en el primario como en el secundario del transformador.

**Tabla No. 3.7 Cálculo del material conductor en el transformador 500 KVA**

Alimentadores			
Primario		Secundario	
Factor mult. de corriente	125 %	Factor mult. de corriente	125 %
Corriente de diseño:	26,15 A	Corriente de diseño:	1640,20 A
Material:	COBRE	Material:	COBRE
Voltaje de Operación Cable:	5001-35000 V	Voltaje de Operación Cable:	0 - 2000 V
Tabla aplicada:	Tabla 310.73 CEN 2004	Tabla aplicada:	Tabla 310.16 CEN 2004
Calibre	2 AWG / MCM	Calibre	600 AWG / MCM
Temp. Op.	90°C	Temp. Op.	90°C
Fact. Temp	36-40 °C	Fact. Temp	36-40 °C
Corriente nominal cable	150 A	Corriente nominal cable	432,25 A
Conductores por fase	1	Conductores por fase	4
Cap. Total por fase	150 A	Cap. Total por fase	1729 A
% carga en el cable	17,43%	% carga en el cable	94,86%
% Reserva	82,57%	% Reserva	5,14%
Calibre del neutro:	2 AWG / MCM	Calibre del neutro:	350 AWG / MCM
Conductores por neutro:	1	Conductores del neutro:	1

Elaborado por: Cristian Fuentes

En la tabla 3.8 se muestra los datos del aislante, tamaño y tipo de la tubería, en el primario como en el secundario.

**Tabla No. 3.8 Cálculo de canalización para el centro de transformación**

Datos de canalización			
Primario		Secundario	
Calibre de conductores	2 AWG / MCM	Calibre de conductores	600 AWG / MCM
Aislante	THW	Aislante	THW
	Tabla 5 CEN 2004		Tabla 5 CEN 2004
Área del cable	86,14 mm <sup>2</sup>	Área del cable	629,20 mm <sup>2</sup>
Cantidad de cables	3 (Fases + Neutro igual calibre)	Cantidad de cables	13 (Fases + Neutro igual calibre)
Área Total	258,42 mm <sup>2</sup>	Área Total	8179,66 mm <sup>2</sup>
Tamaño tubería	2"	Tamaño tubería	6"
Tipo : Tubo de PVC, Tipo A	Tabla 4 CEN 2004	Tipo : Tubo de PVC Rígido, Sch. 80	Tabla 4 CEN 2004
Área Total	2355,67 mm <sup>2</sup>	Área Total	16552,98 mm <sup>2</sup>
% de Ocupación	10,97%	% de Ocupación	49,42%

Elaborado por: Cristian Fuentes

En la tabla 3.9 se muestra el tipo de protección a utilizar para los transformadores.

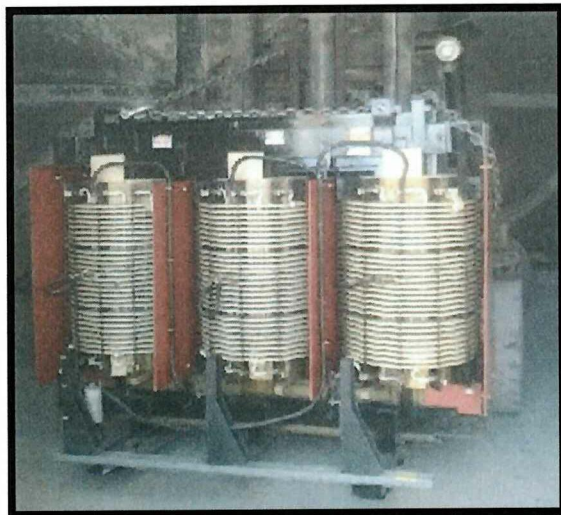
**Tabla No. 3.9 Protecciones del transformador**

Protecciones			
Primario		Secundario	
Limitaciones sobre el lugar: Cualquiera			
% Impedancia del TX: Mas de 6% pero menos de 10%			
Tipo de protección: Interruptor automático		Tipo de protección: Fusible	
	Tabla 450.3(A) CEN-2004		Tabla 450.3(A) CEN-2004
Ajuste max. del dispositivo:	400 % I de diseño	Ajuste max. del dispositivo:	125 % I de diseño
Cap. de corriente del dispositivo:	60 A AF	Cap. de corriente del dispositivo:	1800 A AF
Max corriente de ajuste:	104,59 A AD	Max corriente de ajuste:	2050,25 A AD
<b>Sistema de puesta a tierra</b>			
Tipo de conductor:	Desnudo		
Cantidad de conexiones:	8 CEN 2004 tabla 250-122		
Calibre mínimo:	2/0		AF: AMPERIOS FRAME

Elaborado por: Cristian Fuentes

**Transformador 1.5 MVA / 13800 V / 480 V.**

**Figura No. 3.4 Transformador 1.5 MVA**



Elaborado por: Cristian Fuentes

En la tabla 3.10 se muestra los datos para la corriente de línea, corriente de fase, tanto en el primario como en el secundario.

**Tabla No. 3.10 Datos eléctricos Transformador 1500 KVA**

Cálculos Eléctricos Para Transformador			
Nombre del Proyecto:	Figurados		Fec
Código:	T2		29/02/20
Nombre del transformador:	Intra		
Datos Eléctricos			
Potencia:	1500 kVA	Clase del transformador:	Transformadores Trifásicos seco
Tipo de alimentación:	Trifásico	Enfriamiento:	(IEEE C57.93)
Impedancia base:	126.96 mΩ	TIPO AA Tipo seco, con enfriamiento propio	
Frecuencia:	60 Hz		
Relación de Trans.:	36363636364:1		
Primario		Secundario	
Tipo de conexión:	Delta	Tipo de conexión:	Estrella
Hilos:	3	Hilos:	4
Voltaje de línea:	13.8 kV L-L	Voltaje de línea:	0.44 kV L-L (440 V)
Voltaje de fase:	13.8 kV	Voltaje(s) de fase:	0.25403412 kV (0 V)
Corriente de línea:	62.76 A	Corriente de línea:	1968.24 A
Corriente de Fase:	36.23 A	Corriente de Fase:	1968.24 A
Conexión del neutro:	Flotante	Conexión del neutro:	solidamente a tierra

Elaborado por: Cristian Fuentes

En la tabla 3.11 se muestra los datos de corriente de diseño, calibre del conductor y del neutro, tanto en el primario como en el secundario del transformador.

**Tabla No. 3.11 Cálculo del materia conductor en el transformador 1,5 MVA**

Alimentadores			
Primario		Secundario	
Factor mult. de corriente	125 %	Factor mult. de corriente	125 %
Corriente de diseño:	26,15 A	Corriente de diseño:	1640,20 A
Material:	COBRE	Material:	COBRE
Voltaje de Operación Cable:	5001-35000 V	Voltaje de Operación Cable:	0 - 2000 V
Tabla aplicada:	Tabla 310.73 CEN 2004	Tabla aplicada:	Tabla 310.16 CEN 2004
Calibre	6 AWG / MCM	Calibre	600 AWG / MCM
Temp. Op.	90°C	Temp. Op.	90°C
Fact. Temp	36-40 °C	Fact. Temp	36-40 °C
Corriente nominal cable	83 A	Corriente nominal cable	432,25 A
Conductores por fase	1	Conductores por fase	4
Cap. Total por fase	83 A	Cap. Total por fase	1729 A
% carga en el cable	31,50%	% carga en el cable	94,88%
% Reserva	68,50%	% Reserva	5,14%
Calibre del neutro:	2 AWG / MCM	Calibre del neutro:	400 AWG / MCM
Conductores por neutro:	1	Conductores del neutro:	1

Elaborado por: Cristian Fuentes

En la tabla 3.12 se muestra los datos del aislante, tamaño y tipo de la tubería, en el primario como en el secundario.

**Tabla No. 3.12 Cálculo de canalización para el Centro de Transformación**

Datos de canalización			
Primario		Secundario	
Calibre de conductores	2 AWG / MCM	Calibre de conductores	600 AWG / MCM
Aislante	THW	Aislante	THW
	Tabla 5 CEN 2004		Tabla 5 CEN 2004
Área del cable	86,14 mm <sup>2</sup>	Área del cable	629,20 mm <sup>2</sup>
Cantidad de cables	3 (Fases + Neutro igual calibre)	Cantidad de cables	19 (Fases + Neutro igual calibre)
Área Total	258,42 mm <sup>2</sup>	Área Total	11954,89 mm <sup>2</sup>
Tamaño tubería	2"	Tamaño tubería	6"
	Tipo: Tubo de PVC, Tipo A		Tipo: Tubo de PVC Rígido, Sch. 80
	Tabla 4 CEN 2004		Tabla 4 CEN 2004
Área Total	2355,67 mm <sup>2</sup>	Área Total	16552,98 mm <sup>2</sup>
% de Ocupación	10,97%	% de Ocupación	72,22%

Elaborado por: Cristian Fuentes

En la tabla 3.13 se muestra el tipo de protección que se utilizó para la los transformadores.



**Tabla No. 3.13 Protecciones del transformador**

Protecciones					
Primario			Secundario		
Limitaciones sobre el lugar: Cualquiera					
% Impedancia del TX: Mas de 6%; pero menos de 10%:					
Tipo de protección: Interruptor automático			Tipo de protección: Fusible		
Tabla 450.3(A) CEN-2004			Tabla 450.3(A) CEN-2004		
Ajuste max. del dispositivo:	400 % l de diseño		Ajuste max. del dispositivo:	125 % l de diseño	
Cap. de corriente del dispositivo:	1200 A	AF	Cap. de corriente del dispositivo:	2500 A	AF
Max corriente de ajuste:	313,78 A	AD	Max corriente de ajuste:	3075,37 A	AD
Sistema de puesta a tierra					
Tipo de conductor: Desnudo					
Cantidad de conexiones: 8 CEN 2004 tabla 250-122					
Calibre mínimo: 2/0					
			AF: AMPERIOS FRAM		
			AD: AMPERIOS DE DISPAR		

Elaborado por: Cristian Fuentes

## MALLA A TIERRA

### CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Se trata de una cámara de transformación construida en la Empresa NOVACERO S.A. en donde existe un terreno compuesto por rocas volcánicas y tierra húmifera. Para determinar cuál es la resistencia del suelo se realizó las mediciones del mismo con un Telurómetro en donde se demostró que el promedio de la segunda medición es el idóneo para trabajar:  $\rho = 61 \Omega\text{m}$ .

En la tabla 3.14 se muestran los datos obtenidos en la medición del terreno.

**Tabla No. 3.14 Mediciones del Terreno.**

MEDICION DE RESISTENCIA DEL SUELO			
Mediciones	Valor 1	Valor 2	Valor 3
1.-	46,9	121	291
2.-	62,3	12	195
3.-	145,2	50,6	109,7
Promedio	84,8	61,2	198,6

Elaborado por: Cristian Fuentes

Para determinar el valor medio de la resistividad se tomó en cuenta la descripción de las características del terreno en el que se diseñó la malla a tierra y comparando con los valores indicados en la tabla 3.15 datos que según la tabla de naturaleza del terreno es de  $\rho = 50 \Omega.m$ .

**Tabla No. 3.15 Resistividad del Suelo**

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad ( $\Omega \times m$ )
Terrenos cultivables y fértiles, Terraplenes compactos y húmedos	50
Terrenos cultivables poco fértiles, terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3000

**Fuente:** Reglamenta de Baja tensión UTE XXIII puestas a tierra

La norma UTE XXIII del reglamento de Baja Tensión para puestas a tierra, determina que la resistencia máxima para una cámara de transformación sea como máximo 2 ohmios.

### Medición de la resistividad del suelo

**Figura No. 3.5 Medición con Telurómetro**



**Elaborado por:** Cristian Fuentes

Entonces la resistencia del suelo mediante las medidas y promedios realizados se obtuvo un valor de 61  $\Omega$ .m. y mientras que por los datos de las tablas se obtuvo un valor de 50  $\Omega$ .m. Haciendo una relación entre los dos valores se determinó que el valor de la resistencia no variaba por mucho, por lo que se optó por la resistencia más alta que es la de 61  $\Omega$ .m.

Para determinar la corriente de falla se procedió a utilizar la tabla 3.16 en donde se muestra cual es el factor por decremento según el tiempo de descarga o duración de la falla.

**Tabla No. 3.16 Factor por decremento según el tiempo de descarga o duración de la falla.**

<i>Tiempo de descarga o duración de falla (t)</i>	<i>Factor por decremento (Dc)</i>
0,08 segundos	1,65
0,1 segundos	1,25
0,25 segundos	1,10
0,5 segundos o mayor	1,00

Fuente: Memoria Técnica Schneider Electric

### **Corriente de Diseño**

La Corriente de Diseño se la determina mediante la siguiente ecuación:

$$I = Dc * I''$$

Dónde:

I = Corriente ajustada al factor de decremento.

Dc = Factor de decremento que produce una corriente transitoria.

I'' = Valor simétrico eficaz de la corriente de falla a tierra.

$$I = 1249 * 125\% * 1$$

$$I = 1561,25 \text{ A.}$$

El cálculo de la malla de tierra del proceso de figurados se realizó con los siguientes datos:

### **Tensiones de Paso y de Contacto permisibles**

#### **Tensión de Paso**

Es la diferencia de potencial entre dos puntos del terreno que pueden ser tocados simultáneamente por una persona; su valor permisible está dado por:

$$E_p = \frac{165 + P_s}{\sqrt{t}}$$

Dónde:

$E_p$  = Tensión de Paso Permisible en voltios.

$P_s$  = Resistividad de la superficie del terreno en ( $\Omega$ -m)

$t$  = Duración máxima de falla en segundos.

$$E_p = \frac{165 + 61}{\sqrt{0,5}}$$

$$E_p = 319,61 \text{ V}$$

#### **Tensión de Contacto**

Es la diferencia de potencial entre un punto en la superficie del terreno y cualquier otro punto que pueda ser tocado simultáneamente por una persona; su valor permisible está dado por:

$$E_t = \frac{165 + 0,25 * P_s}{\sqrt{t}}$$

Dónde:

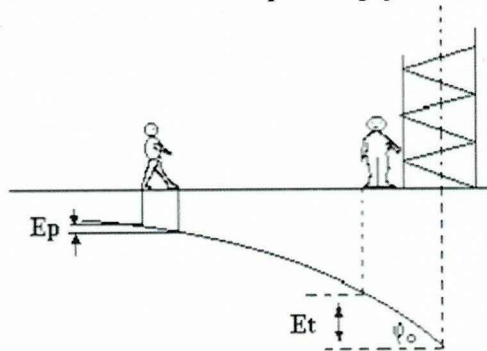
$E_t$  = Tensión de contacto permisible en voltios.

$$E_t = \frac{165 + 0,25 * P_s}{\sqrt{0,5}}$$

$$E_t = 254,91 V$$

En la Figura 3.6 se muestra gráficamente como puede darse las tensiones permisibles dentro del área de la malla a tierra.

**Figura No. 3.6 Tensión de paso  $E_p$  y de contacto  $E_t$**



**Fuente:** Días Pablo “Soluciones prácticas para la Puesta a Tierra de sistemas Eléctricos”

En la tabla 3.17 se muestran los datos o memoria técnica que se utilizó para el desarrollo de la malla a tierra.

**Tabla No. 3.17 Datos Malla a Tierra**

DATOS BASE PARA EL CALCULO DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA		
<b>DATOS DEL TERRENO</b>		
Lado mayor de la malla	m	20
Lado menor de la malla	m	10
Resistividad de la 1 <sup>ra</sup> capa $p_1$ ( si se modelan 2 capas de suelo)	$\Omega \cdot m$	173
Resistividad de la 2 <sup>da</sup> capa $p_2$ ( si se modelan 2 capas de suelo)	$\Omega \cdot m$	61
Espesor de la 1ra capa H ( si se modelan 2 capas de suelo)	m	0,2

Resistividad equivalente del terreno $\rho$	$\Omega \cdot m$	61
Resistividad capa superficial $\rho_s$	$\Omega \cdot m$	-
Espesor capa superficial $h_s$	m	0
Área de la malla A	$m^2$	200
Profundidad de la malla h	m	0,8
<b>DATOS DE CONEXIÓN</b>		
Tiempo de despeje de la falla $t_f$	ms	50
Temperatura máxima de operación	$^{\circ}C$	90
Temperatura ambiente	$^{\circ}C$	27
<b>DATOS DE CORRIENTE DE FALLA</b>		
Corriente de falla a tierra $I_f$ lado AT	A	881,36
Corriente de falla a tierra $I_f$ lado BT	A	17676,3

Elaborado por: Cristian Fuentes

#### Calculo de la Corriente de Falla lado AT

$$I_f = \frac{1}{0,05 * I_n}$$

$$I_f = \frac{1}{0,059 * 62,42}$$

$$I_f = 881,36$$

#### Cálculo de la Corriente de Falla lado BT

$$I_f = \frac{1}{0,059} * \frac{I_n}{1,73}$$

$$I_f = \frac{1}{0,059} * \frac{1561,25}{1,73}$$

$$I_f = 17676,3$$

## **Elección de la malla**

Para la elección de la malla se consideró diseñarla de 10m x 20m, distribuyéndola en cuadrados de  $10\text{ m}^2$ , con el propósito de implementar el método cuadrático para el desarrollo de la misma.

En el Anexo 5 se muestra la malla a tierra con todas sus características para ser instalada en el emplazamiento del proceso de Figurados.

Dónde:

A= Longitud de la malla (m).

B= Ancho de la malla (m).

L= Longitud total del conductor (m).

n= Número de conductores en paralelo de longitud A

m= Número de conductores en paralelo de longitud B.

D= Espaciamiento entre conductores (m).

h= Profundidad de enterramiento (m).

d= Diámetro del conductor (m)

La longitud total del conductor está dada por:

$$L = n \cdot A + m \cdot B$$

**Por lo tanto:**

$$A = 20\text{m}$$

$$B = 10\text{m}$$

$$n = 3$$

$$m = 5$$

$$D = 5\text{m}$$

**El conductor se enterrará a 80 cm**

$$h=0.8\text{m}$$

$$d= 0.0936$$

$$L = (3 \times 20) + (5 \times 10) = 110 \text{ m}$$

En la tabla 3.18 se muestra los valores para la longitud de la malla

**Tabla No. 3.18 Valores para el cálculo de la longitud de la malla**

<b>RETÍCULAS DE LA MALLA</b>		
Espacio entre conductores paralelos D	m	5
Nº de conductores paralelos del lado mayor		3
Nº de conductores paralelos del lado menor		5
Longitud total del conductor de la malla $L_c$	m	110

**Elaborado por:** Cristian Fuentes

En la tabla 3.19 se muestra los valores para el cálculo del conductor de la malla

**Tabla No. 3. 19 Cálculo del conductor**

<b>CALCULO DEL CONDUCTOR</b>		
Corriente de diseño de los conductores	A	275
Sección transversal requerida del conductor	mm <sup>2</sup>	67,43
Temperatura máxima de operación	°C	90
Temperatura ambiente	°C	27
Tiempo de despeje de la falla $t_f$	ms	50

**Elaborado por:** Cristian Fuentes

## **SELECCIÓN DEL CONDUCTOR**

Para calcula la sección del conductor se utilizó la siguiente formula:

$$A_c = I \left( \frac{33t}{\log \left( \frac{T_m - T_a}{234 + T_a} + 1 \right)} \right)^{1/2} \text{ CM}$$

En donde:

$A_c$  = Sección del conductor (CM).

I = Corriente máxima de falla (A)

Tm = Temperatura máxima en los nodos de la malla (450°C con soldadura y 250°C con amarre pernado).

Ta = Temperatura ambiente (°C).

t = Tiempo máximo de despeje de la falla (seg).

$$Ac = 17676,3 \left( \frac{33 * 0,5}{\log \left( \frac{250 - 27}{234 + 27} + 1 \right)} \right)^{1/2}$$

Ac = 6908 CM

1 cm= 5 x 10<sup>-4</sup>mm<sup>2</sup>, 6908CM = 53,49mm<sup>2</sup>

El diámetro del conductor es= 9.36 mm

**Tabla No. 3.20 Especificaciones técnicas para selección del calibre del conductor**

Calibre AWG ó MCM	Sección mm <sup>2</sup>	FORMACION No. de Hilos por diámetro en mm.	DIAMETRO EXTERIOR Mm	PESO TOTAL Kg/Km	Semiduro		Suave		CAPACIDAD Corriente Amp.
					TENSION DE RUPTURA Kg.	RESISTENCIA C. C. a 20 °C OHMS/Km.	RESISTENCIA C. C. a 20 °C OHMS/Km.		
14	2.08	1 x 1,63	1.63	18.50	76.00	8.490	8.280	35	
12	3.31	1 x 2,05	2.05	29.40	119.00	5.330	5.210	45	
10	5.26	1 x 2,59	2.59	46.77	187.00	3.360	3.280	68	
8	8.37	1 x 3,26	3.26	74.38	292.00	2.110	2.060	92	
6	13.30	1 x 4,12	4.12	118.20	461.00	1.340	1.297	125	
14	2.08	7 x 0,62	1.86	18.89	69.00	8.603	8.390	35	
12	3.31	7 x 0,78	2.34	30.57	110.00	5.412	5.290	45	
10	5.26	7 x 0,98	2.94	47.76	175.00	3.401	3.320	68	
8	8.37	7 x 1,23	3.69	75.90	276.00	2.151	2.100	95	
6	13.30	7 x 1,55	4.65	121.00	432.00	1.354	1.322	129	
4	21.15	7 x 1,96	5.88	192.00	682.00	0.851	0.832	170	
2	33.62	7 x 2,47	7.41	305.00	1069.00	0.536	0.519	230	
1	42.36	7 x 2,78	8.34	385.00	1330.00	0.428	0.412	275	
1/0	53.49	7 x 3,12	9.36	485.00	1681.00	0.337	0.329	310	
2/0	67.43	7 x 3,50	10.50	611.00	2103.00	0.267	0.261	360	
1/0	53.49	19 x 1,89	9.45	481.00	1722.00	0.337	0.329	319	
2/0	67.43	19 x 2,12	10.60	610.00	2149.00	0.267	0.261	371	
3/0	85.01	19 x 2,39	11.95	711.00	2715.00	0.212	0.207	427	
4/0	107.20	19 x 2,68	13.40	972.00	3395.00	0.168	0.164	500	
250	127.00	37 x 2,09	14.63	1150.00	4067.00	0.1420	0.1390	540	
300	152.00	37 x 2,29	16.03	1380.00	4883.00	0.1180	0.1160	605	
350	177.00	37 x 2,47	17.29	1610.00	5648.00	0.1020	0.0991	670	
400	203.00	37 x 2,64	18.48	1840.00	6416.00	0.0887	0.0868	730	
500	253.00	37 x 2,95	20.65	2300.00	7944.00	0.0712	0.0694	840	
600	304.00	37 x 3,23	22.61	2760.00	9553.00	0.0592	0.0578	945	
650	329.00	37 x 3,37	23.59	2990.00	10340.00	0.0563	0.0530	985	
700	355.00	37 x 3,49	24.43	3220.00	11155.00	0.0501	0.0496	1040	

Fuente: Electocables C.A.

Aproximando al calibre mínimo permitido por la norma se elige el conductor AWG 2/0 que tiene un diámetro igual a 9,36 mm. Sin embargo, la sección mínima recomendable es 2/0 AWG para la malla y 5/8" para las varillas, estos valores mínimos están de acuerdo con prácticas internacionales.

### **Sección de Protección Principal**

Como elemento o equipo de protección principal dentro del centro de transformación eléctrico se utilizó un Interruptor Automático (Square-D) el mismo tiene un poder de corte de 15 KV, que es capaz de conectar o desconectar en funcionamiento normal la línea y también, en caso de cortocircuito, desconectar de forma automática mediante relé, el cual está calibrado para que actúe o abra el circuito en 0,5 seg después de que la corriente de falla circule por el mismo.

En la Figura. 3.7 se muestra el interruptor que se instaló en el centro de transformación

**Figura No. 3.7 Interruptor Disyuntor**



Elaborado por: Cristian Fuentes



Dicho interruptor fue adquirido por la empresa Novacero hace algún tiempo el mismo que se encontraba almacenado en el galpón de Proyectos Eléctricos, por lo que se le dio un mantenimiento preventivo para su instalación en el proyecto de figurados.

En la tabla 3.21 se muestra las características técnicas del Interruptor automático que se instaló como protección principal dentro del centro de transformación eléctrica.

**Tabla No. 3.21 Características Principales Interruptor Disyuntor**

<b>Características Interruptor</b>	
KV nominal	13.8
KV máx.	15.5
Amperios	1200
Hz	60
Cortocircuito	25000
Voltaje nominal	600

**Elaborado por:** Cristian Fuentes

### **Seccionador**

Es un aparato mecánico de conexión, que por razones de seguridad, en posición abierta asegura una distancia de seccionamiento que satisface unas condiciones especificadas. Solamente debe utilizarse para abrir o cerrar un circuito cuando no circula corriente.

Dentro de la Cámara de Transformación se instaló a continuación del Interruptor Disyuntor, 2 Seccionadores de protección, el primer seccionador es para el transformador de 500 KVA, y el segundo para el transformador de 1,5 MVA, que permitirán la desenergización de la cámara para realizar cualquier actividad, desde cada uno de los trafos, hasta llegar a los tableros de distribución y en si a las máquinas del proceso.

En la figura 3.8 se observa el seccionador que se instaló, como protecciones secundarias dentro del centro de transformación eléctrico.

**Figura No. 3.8 Seccionador Fusible**



**Elaborado por:** Cristian Fuentes

De igual manera los seccionadores que se utilizaron para la instalación del centro de transformación son dos que se encontraban almacenados en el departamento de Proyectos Eléctricos, por lo que se procedió a dar mantenimiento preventivo antes de su instalación, para así asegurar que los dispositivos de corte funcionen correctamente para realizar la apertura o cierre del circuito.

Los seccionadores utilizados para protección en M.T. son de cuchillas deslizantes.

En la Tabla 3.22 se muestra las características técnicas de los seccionadores – Fusible

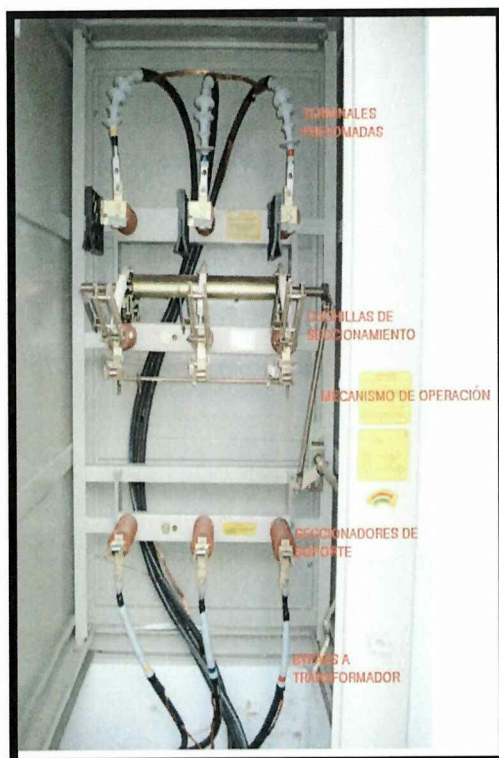
**Tabla No. 3.22 Características principales Seccionador – Fusible**

Características Principales	
KV nominal	13,8
KV máx.	15,5
KV bil	95
Amperios	1200
Cortocircuito	25000
Voltaje nominal	600

Elaborado por: Cristian Fuentes

En la figura 3.9 se muestra como se encuentran distribuidos los elementos del Seccionador – Fusible.

**Figura No. 3.9 Seccionador – Fusible**



Fuente: Schneider Electric

## Relé de protección

El relé de protección que se instaló conjuntamente con el Interruptor, es un SEL 501 Schweitzer Engineering Laboratories, que ayuda a desconectar la instalación, controlando el flujo de intensidad que circula por el mismo, al varia ésta magnitud eléctrica ya sea por encima o debajo de un cierto valor hace actuar al interruptor.

La calibración del equipo se determinó que sería 0,5 segundos con una corriente nominal de 62.42 A. En el Anexo 6 se muestra el reporte de protecciones eléctricas de la subestación Novacero. Dato que permitió cuantitativamente representar la calibración del relé de la cámara de transformación, para que las protecciones estén coordinadas y actúen correctamente según la falla.

En la figura 3.10 se muestra el Relé de protección que se instaló en la Cámara de Transformación Eléctrica.

**Figura No. 3.10 Relé de protección**



Elaborado por: Cristian Fuentes

## Medidor de Energía Eléctrica

### Contador Trifásico

Los contadores trifásicos constan de 2 o 3 sistemas de medida actuando sobre un mismo órgano móvil que acciona el mecanismo registrador. Los contadores

trifásicos de energía activa tienen unas conexiones que corresponden a mediciones de medida de potencia con vatímetros.

En la Figura 3.11 se muestra el medidor de energía que se instaló en la puerta del interruptor principal, para la obtención de datos de control de la cámara de transformación.

**Figura No. 3.11 Medidor Trifásico**



**Fuente:** Schneider electric

El contador que se utilizó para ser instalado en la cámara de transformación corresponde a un contador de tres hilos para medida en alta tensión, conectado mediante transformadores de Intensidad y Tensión. Además es un contador electrónico con medida digital, formado por circuitos electrónicos. Son de gran precisión y de poco consumo; estos contadores incorporan en un solo aparato las funciones de:

- Contador de activa
- Contador de reactiva
- Interruptor horario

Los datos se visualizan en una pantalla de cristal líquido. Se programan sobre la tarifa eléctrica y pueden proporcionar datos sobre el factor de potencia, energía aparente, fecha de la última lectura.



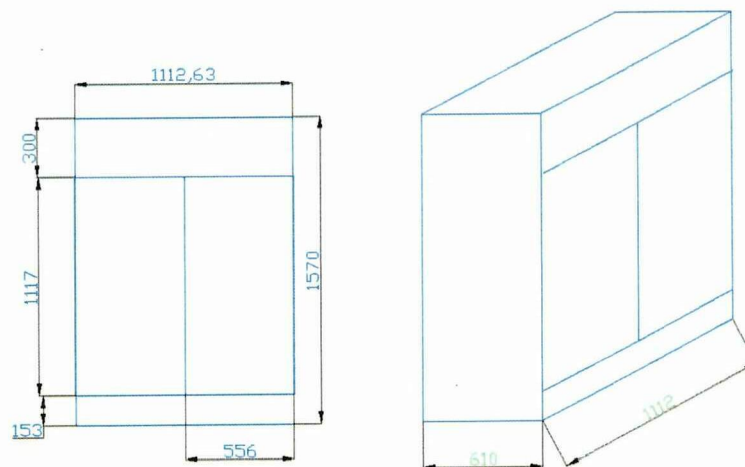
## Tableros de Distribución

Para la distribución de la energía eléctrica en el proceso de figurados, se fabricó dos tableros de metal galvanizado, para 220V y 440V que serán los que distribuyan la energía para cada uno de los voltajes que el proceso necesita.

Los tableros de distribución se fabricaron en la empresa NOVACERO, se utilizó planchas de metal galvanizado para la elaboración, colocando barras de aluminio para la conexión de los terminales que llegan de cada uno de los transformadores 220 V y 440 V respectivamente.

En la Figura 3.12 se muestra las dimensiones con las cuales fueron fabricados los tableros de distribución de 440 V y 220 V respectivamente.

**Figura No. 3.12 Tableros de Distribución**



Elaborado por: Cristian Fuentes

## Protección en Baja Tensión

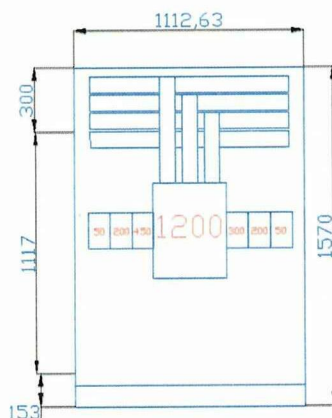
### Interruptores Termomagnético

Los interruptores instalados para protección en baja son de Schweitzer Electric y son determinados de acuerdo a la capacidad de corriente que soporta cada uno de

ellos. La corriente que tienen que soportar está dada por cada una de las maquinas o secciones del proceso, a las que se va a proteger en caso de un cortocircuito.

En la figura 3.13 se detalla la distribución de los interruptores que se utilizó en el tablero de 220V.

**Figura No. 3.13 Tablero 220 V**



**Elaborado por:** Cristian Fuentes

En las Figuras 3.13, 3.14, 3.15, se muestran los interruptores que se instalaron para la distribución de energía del proceso de Figurados, independientemente del voltaje con el que funcione cada una de las máquinas (220 V o 440 V).

**Figura No. 3.14 Distribución de los Interruptores en el tablero de 220 V**



**Elaborado por:** Cristian Fuentes

**Figura No. 3.15 Interruptores en el Tablero**



**Elaborado por:** Cristian Fuentes

**Figura No. 3.16 Tablero 220 V**



**Elaborado por:** Cristian Fuentes

Los interruptores se seleccionaron de acuerdo al voltaje y corriente que necesita cada una de las máquinas y tableros. Para el tablero de 220 V se determinó que todos los interruptores tengan un voltaje nominal de 600V M.T. y una corriente definida por cada una de las máquinas.

En la Tabla 3.23 se muestra cada uno de los elementos con su respectiva corriente del interruptor que se instaló.

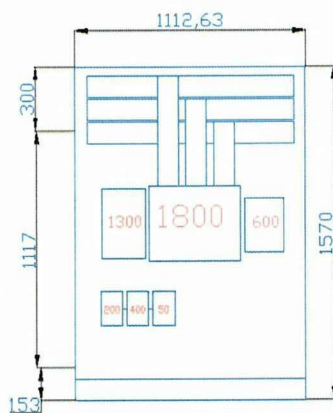
**Tabla No. 3.23 Datos de la corriente de los interruptores**

Elemento	Corriente
Tona 623	250 A
Tablero	200 A
Trefiladora Vaughn	630 A
Tablero Sec End	200 A
Iluminación	50 A

Fuente: Novacero

En la Figura 3.16 se muestra la distribución de los interruptores del tablero de 440 V que se instaló para la protección de cada una de las máquinas.

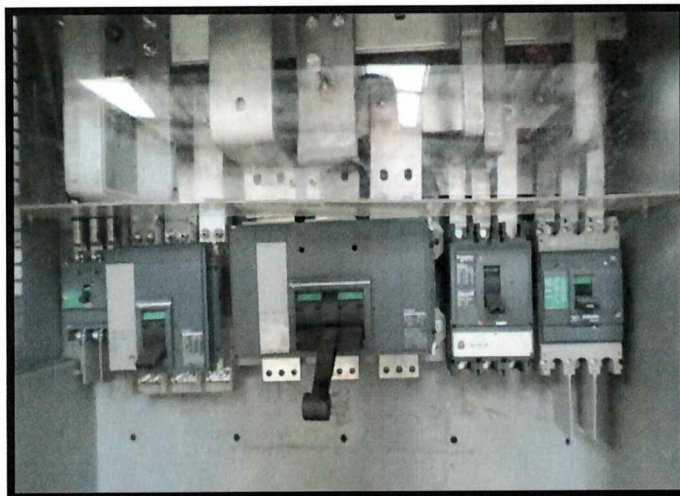
**Figura No. 3.17 Tablero de 440 V**



Elaborado por: Cristian Fuentes

En la Figuras 3.20 y 3.21 se muestran los interruptores instalados en el tablero de distribución de 440 V

**Figura No. 3.18 Distribución de los interruptores del tablero de 440 V**



Elaborado por: Cristian Fuentes

**Figura No. 3. 19 Distribución de los interruptores del tablero de 440 V**



Elaborado por: Cristian Fuentes

Los interruptores que se instalaron en el tablero de 440 V se seleccionaron de acuerdo a la corriente con la que funciona cada una de las máquinas.



En la Tabla 3.24 Se muestra la descripción de la corriente de cada una de las máquinas.

**Tabla No. 3.24 Descripción de corriente**

<b>ELEMENTO</b>	<b>CORRIENTE</b>
Tablero sec ender	250 A
Malla Electrosoldada TJK 300 SWC	630 A
Compresor	100 A
Variador A38	100 A
Puente 10 Ton	75 A
Alambron Principal	400 A
Trefiladora TJK	200 A

**Fuente:** Novacero

En los Anexos 8 y 9 se muestra el diseño de la obra electrica que se realizo para la implementación de la cámara de transformación Eléctrica del proceso de Figurados de la palnata Industrial Novacero.

## **3.5. Conclusiones y Recomendaciones**

### ***3.5.1. Conclusiones***

Luego de haber realizado la propuesta de diseño e implementación de una cámara de transformación eléctrica dentro de la planta industrial Novacero se proceden a detallar las siguientes conclusiones:

- Se realizaron los cálculos para determinar cuáles serán los diversos componentes que se emplearan dentro del diseño y la implementación de la cámara de transformación eléctrica ya que así, está funcionó adecuadamente y satisface las necesidades que se mantienen dentro de los procesos operativos.
- Dentro de la Cámara de Transformación se instaló un Interruptor Disyuntor, 2 Seccionadores de protección, el primer seccionador es para el transformador de 500 KVA, y el segundo para el transformador de 1,5 MVA, que permitirán la desenergización de la cámara para realizar cualquier actividad, desde cada uno de los trafos, hasta llegar a los tableros de distribución y en si a las máquinas del proceso.
- Se debió realizar la conexión de los motores o cargas, paulatinamente para que el sistema no sufra una sobrecarga brusca, a pesar de que el circuito está diseñado para soportar la carga total, y además se encuentra sobredimensionado.

### ***3.5.2. Recomendaciones***

- Se debe realizar un análisis comparativo de las cualidades que presentan los diversos componentes que forman parte de la cámara de transformación ya que varios de estos pueden ser mejores que otros y mantendrán un mejor desempeño cuando está operando.
- Realizar adecuadamente las instalaciones de todos los sistemas realizando pruebas de seguridad con el fin de que no existan cortocircuitos; además se debe realizar un mantenimiento periódico de las mismas.
- Aislar y separar tuberías de agua y energía eléctrica dentro y a los alrededores del centro de transformación, tomando en cuenta las normas técnicas para diseño (NEC 2015).
- Obtener los datos de fabricación de todas las máquinas y equipos para así determinar los valores que sirven para realizar los cálculos respectivos y además para la visualización del personal de mantenimiento u operarios.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS, Arnaldo González. El concepto “energía” en la enseñanza de las ciencias. Revista de la Unión Iberoamericana de Sociedades de Física, 2011, vol. 1.
- EDMINISTER, Joseph A., et al. Circuitos eléctricos. McGraw-Hill, 2013
- FITZGERALD, Arthur Eugene; KINGSLEY, Charles; UMANS, Stephen D. Máquinas eléctricas. McGraw-Hill, 2014.
- GONZÁLES, Bach Carlos Alberto Morales. ANALISIS DE LA CALIDAD DEL SERVICIO Y MANTENIMIENTO DEL SECCIONADOR DE LINEA CL 2232 CHIMBOTE-TRUJILLO. 2011.
- HARPER, Gilberto Enríquez. El ABC del alumbrado y las instalaciones eléctricas en baja tensión. Editorial Limusa, 2015.
- HOLAUS, Walter; STUCKI, Fredi. Noticia de última hora: aparamenta de tensión ultra alta para impulsar a China. Revista ABB, 2010, no 4, p. 20
- ICAZA, Carlos de; RUIZ SANDOVAL, Érika. México, actor con responsabilidad global: jugador en nuevos tableros. Revista mexicana de política exterior, 2014, no 100, p. 9-48.
- MEDIAVILLA, Montserrat Diez. DPTO.: Ingeniería Electromecánica AREA: Ingeniería Eléctrica.2013
- POZUETA, Miguel Angel Rodríguez. CONSTITUCIÓN Y PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS. 2014

- RICHARDS, Michael; DE LOZOYA, Teófilo. Un tiempo de silencio: la guerra civil y la cultura de la represión en la España de Franco. Crítica, 2011
- RIVERA, Julio César. Instituciones de derecho civil. Abeledo-Perrot, 2010
- ROSAS, Ramon M. Mujal. Tecnología eléctrica. Univ. Politèc. de Catalunya, 2010.
- SANTILLÁN, Israel Molina, et al. Diseño y Construcción de un Sistema Portátil de Generación Eléctrica para Cargar un Banco de Baterías para Suplir una Carga que Demanda una Potencia de 150 Vatios. Revista Politécnica, 2014, vol. 33, no 1.
- SCHVARZER, Jorge. La industria que supimos conseguir. Planeta, 2010.
- SIMÓN, Pedro. Noticias historiales de las conquistas de Tierra Firme en las Indias Occidentales. M. Rivas, 2012
- SOBREVILA, Marcelo A.; FARINA, A. Instalaciones eléctricas. Ediciones Marymar, 2015
- STEVENSON, William D.; BELARRA, José Bescos; MEDRANO, Ángel Gonzalo. Análisis de sistemas eléctricos de potencia. 2014
- ZHANG, Feng, et al. Circuit-breakers: optical technologies for probing neural signals and systems. Nature Reviews Neuroscience, 2010, vol. 8.8

# ANEXOS

## Formato de Encuesta



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTO

## UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

### CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

#### ENTREVISTA A LOS TRABAJADORES DE LA PLANTA NOVACERO

**OBJETIVO:** Conocer los requerimientos y necesidad de implementación de la cámara de transformación eléctrica.

1.- ¿Qué tipo de plano se necesita realizar para implementar una Cámara de transformación eléctrica?

Bajo estudios	
Empiricos por experiencia	

2.- ¿Cree que un diseño adecuado de una cámara de transformación le dará mayor productividad a su proceso?

Si	
No	

3.- ¿Cree que un diseño adecuado de una cámara de transformación dará mayor durabilidad a las maquinarias de su proceso?

Si	
No	

**4.- ¿Cree que un diseño adecuado de una cámara de transformación le permitirá operar su proceso con un bajo riesgo para la salud de sus trabajadores?**

Si	
No	

**5.- ¿Cree que un diseño adecuado de una cámara de transformación le permitirá la construcción a un bajo costo?**

Si	
No	

**6.- ¿Cree que un diseño adecuado de una cámara de transformación le permitirá cumplir con las normativas legales vigentes?**

Si	
No	

**7.- ¿Cree que un diseño adecuado de una cámara de transformación le permitirá operar a su proceso cumpliendo los estándares de calidad energéticos?**

Si	
No	

**8.- ¿El espacio asignado se encuentra cerca del suministro de media tensión?**

Si	
No	

**9.- ¿Qué nivel de funcionalidad adquiriría el proyecto dentro de la empresa?**

Excelente	
Muy Bueno	
Bueno	

**10.- ¿Cuán confiable y efectivo es el suministro de energía generado por la Subestación NOVACERO?**

Excelente	13
Muy Bueno	5
Bueno	4

**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

## Espacio asignado para la construcción de cámara de transformación eléctrica



Elaborado por: Cristian Fuentes

## Mediciones de Terreno con Telurómetro



Elaborado por: Cristian Fuentes

### Suelda exotérmica de la Malla a Tierra



Elaborado por: Cristian Fuentes

### Malla a Tierra



Elaborado por: Cristian Fuentes

### Elaboración conos de alivio



Elaborado por: Cristian Fuentes



Elaborado por: Cristian Fuentes

### Transformador de 500 KVA



Elaborado por: Cristian Fuentes

## Interruptor Disyuntor



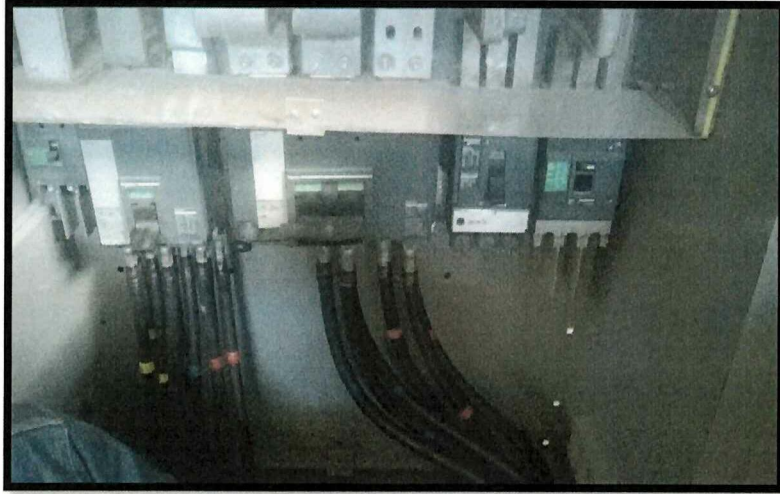
Elaborado por: Cristian Fuentes

## Seccionador



Elaborado por: Cristian Fuentes

### **Distribución de los Brakers en el tablero de 220 V**



**Elaborado por:** Cristian Fuentes

### **Colocación de los conductores en canaleta**



**Elaborado por:** Cristian Fuentes