



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN EN MEDIA TENSIÓN EN FABRICA CERESTAR IBÉRICA

Harry Oskar Mattos Chávez

Piura, 16 de Noviembre de 2009

FACULTAD DE INGENIERÍA

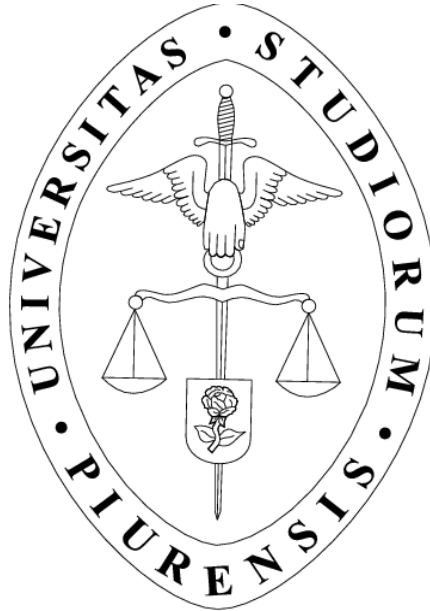
Programa Académico de Ingeniería Mecánico - Eléctrica



Esta obra está bajo una [licencia](#)
[Creative Commons Atribución-](#)
[NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](#)

Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura

UNIVERSIDAD DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA



**“Proyecto de instalación de líneas de distribución en media tensión en
fabrica Cerestar Ibérica”**

**Informe Descriptivo Profesional
para optar el título de
Ingeniero Mecánico – Eléctrica**

Harry Oskar Mattos Chávez

Piura, Julio 2006

Dedicado a mis padres,
por todo el apoyo recibido
en mis años de estudio

PRÓLOGO

El presente informe descriptivo tiene por finalidad dar a conocer y analizar un proyecto de instalación de líneas de distribución de media tensión y baja tensión 25000/6000/420 V. En la fabrica Cerestar-Iberica

Actualmente se vienen realizando trabajos necesarios para poder llevar la antigua instalación eléctrica a la nueva que se proyecto en el presente informe.

He querido mostrar un ejemplo claro de aplicación de nuestros conocimientos en un campo general como es la electricidad, creo que es fundamental para el alumno poder llevar a cabo el entendimiento de los conocimientos teóricos con los prácticos, y mas aun cuando nuestro trabajo es una resultado de nuestras experiencias.

Por todo esto, espero que el presente informe brinde una visión mas clara y concreta el análisis de las líneas eléctricas en instalaciones y a partir de estas experiencias podamos mejorar en los estudios realizados en este tema.

Quisiera expresar un especial agradecimiento a la empresa “Cerestar-Iberica SL” por darme la oportunidad de trabajar en este proyecto y , finalmente a la Universidad de Piura por los conocimientos y educación recibida durante mi vida universitaria y a cada uno de los profesores que participaron en esta enseñanza, por su dedicación paciencia.

RESUMEN

El presente informe descriptivo busca dar a conocer la forma de administrar un proyecto desde su desarrollo hasta su ejecución en el campo de las instalaciones eléctricas, las actividades que se desarrollan dentro de este tipo de supervisión y fundamentalmente mostrar bajo que parámetros y cálculos se evalúan los proyectos eléctricos.

El desarrollo del trabajo se inicia mostrando un panorama general del sector eléctrico de la empresa Cerestar Iberica S.L. Se describe la antigua instalación eléctrica y la nueva instalación eléctrica

Posteriormente, se detalla los equipos de media tensión existente en la zona se definen los principales parámetros y se realizan los cálculos necesarios para el mejoramiento del servicio.

Finalmente se exponen las conclusiones a las que se llega y los aportes brindados al área.

INDICE

INTRODUCCIÓN	6
CAPITULO I	
Objeto.....	7
CAPITULO II	
Datos Generales.....	8
CAPITULO III	
Antecedentes.....	9
CAPITULO IV	
Objetivo.....	10
CAPITULO V	
Descripción de La Instalación	11
5.1 Edificio 19. Centro de Distribución	11
5.1.1 Centro de Distribución.....	11
5.2 Características Generales de Centro de Transformación	25
5.2.1 Centro de Transformación	25
5.3 Corriente Nominal de la Línea de Alimentación (25 Kv)	26
5.4 Corriente de Cortocircuito en la Instalación (25 Kv)	27
5.5 Corriente de Cortocircuito en La Instalación (6 Kv)	27
5.6 Características del Conductor (6 Kv).....	28
5.7 Corriente de Cortocircuito en la Parte de B.T.	29
5.8 Conductores en la Parte de B.T.....	29
5.9 Sistema General de Puesta a Tierra (6kv Y 400 V).....	30
5.10 Sistema de Tierras	30
5.10.1 Diseño del Sistema de Tierra Electrica en el Nivel 6kv	30
5.10.2 Diseño del Sistema de Tierra Electrica en el Nivel 400v	35
5.11 Especificación de Resistencia del Neutro del Transformador de 25/6kv	35
5.12 Estudio de Enclavamientos Cabina 6 Kv Con Centros de Transformación.....	36
5.13 Selectividad de Las Protecciones.....	36
5.14 ventilacion en Sala De Cuadros Bt.....	37
5.14.1 Centro Prefabricado (Sala Transformador)	37
5.14.2 Centro Prefabricado (Sala Cuadro B.T.)	38
5.14.3 Protección Contra Incendios	38
5.14.4 Alumbrado de Emergencia	38
5.14.5 Elementos de Maniobra Y Dispositivos de Seguridad	38
5.14.6 Señalización.....	38
6 Reglamentación y Referencias	39
CAPITULO VI	
Conclusiones y Recomendaciones.....	40
Anexos Cálculos y Planos.	41

INTRODUCCIÓN

La empresa Cerestar Iberica S.L , es una empresa que se encarga de manipulación de cereales, bienes de capital y servicios en los distintos mercados nacionales de España con sede en Martorell- Barcelona.

Este informe esta orientado básicamente a mostrara un ejemplo practico que se ha desarrollado en esta empresa para poder cambiar la instalación antigua eléctrica por una nueva instalación mejorando y que dará mejor servicio a la fabrica

El trabajo presentado consta de 6 capítulos

El capitulo I y II da una visión global de lo que es la empresa Cerestar Iberica S.L equipos nuevos instalar y características de los mismos.

El capitulo III y IV muestra los datos generales de la empresa.

El capitulo V muestra los principales parámetros cálculos y además se desarrolla una evaluación de las mejoras que se realizan en la instalación.

El capitulo VI expone las conclusiones y recomendaciones a las que se llegó al desarrollar el presente trabajo.

CAPITULO I

OBJETO

Mediante el presente Proyecto se describe el conjunto de Trabajos y Instalaciones necesarios para la ejecución de la Instalación de media tensión, comprendiendo:

- Ubicación de diez centros de transformación con transformadores de 1.600 kVA 6kV/400V
- Líneas de alimentación a dichos centros de transformación.
- Ampliación de 8 cabinas de 6 KV
- Instalación de nuevas resistencias de puesta a tierra en el lado de 6 KV de los transformadores de 5 MVA, 25/6 KV.

CAPITULO II

DATOS GENERALES

Actividad: Manipulación de cereales.
Local: Edificio aislado.
Instalación: Estación transformadora de abonado.
Titular: Cerestar Iberica, S.L.
CIF: B-79226015
Representante Legal: Jaume Masot Tarragó.
DNI: 39618832
Domicilio Social: C/ Marie Curie, 6; 08760 Martorell
Emplazamiento: Calle Marie Curie, 6; 08760 Martorell
Localidad: Martorell
Compañía Suministradora: Fecsa-Endesa
Características del suministro: Tensión: 25.000 V
Frecuencia: 50 Hz
Potencia de C.C: 500 MVA

Instalador autorizado: Moncobra

Jefe de Obra: Harry Mattos

CAPITULO III

ANTECEDENTES

Cerestar Iberica, S.L (en adelante la propiedad) dispone de una red de distribución interna en media tensión basada en 6 KV. La pretensión de la Propiedad es la de sustituir todas las estaciones transformadoras existentes por unas de nueva planta, situadas en el interior de casetas prefabricadas de hormigón. El resto de instalaciones existentes en este edificio será desmantelado.

CAPITULO IV

OBJETIVO

En el presente proyecto, tanto para la ejecución, como para la legalización de la instalación, se define la instalación eléctrica de M.T, incluyendo los elementos de que consta, su descripción de especificaciones, así como los requerimientos reglamentarios mínimos a cumplimentar para las características que la determinan.

Así se estudiará:

- Diez estaciones transformadoras de 1.600 kVA, 6/0,4 kV
- Líneas de alimentación a dichos centros de transformación.
- Ampliación de 8 cabinas de 6 KV
- Obras accesorias para el acondicionamiento de las cabinas y de las estaciones transformadoras.

CAPITULO V

DESCRIPCION DE LA INSTALACION

El capítulo describe los diferentes equipos y instalaciones que configuran la instalación.

Sistema de 25 KV

Desde el interruptor principal parte una línea que llega hasta la cabina de recepción existente, por medio de una línea enterrada. Esta cabina alimenta a su vez a otras tres de protección de transformador. Así mismo de estas últimas parten líneas enterradas que suministran fluido eléctrico en M.T. a tres transformadores de 5MVA 25/6 KV cada uno. Los secundarios de dichos transformadores alimentan las tres cabinas de entrada al sistema de distribución de 6 KV. Actualmente este sistema se encuentra debidamente legalizado y por que se le supone un proyecto a parte.

Sistema de 6 KV

Este es el sistema que distribuye energía por toda la planta, mediante un tendido de cable que alimenta los transformadores situados en los diversos centros de transformación repartidos según las necesidades.

Las cabinas mencionadas en el apartado anterior alimentan a todas las cabinas que protegen y suministran energía a todos los centros de transformación mencionados. Todas las cabinas de 6KV, tanto las de entrada como las de salida, están situadas en el edificio 19, el centro principal de distribución de la planta.

Las características de todos los elementos anteriormente mencionados se describirán en capítulos posteriores.

5.1 Edificio 19 centro de distribución

5.1.1 Centro de distribución

Este edificio esta realizado en obra y tiene puesta a tierra todas las partes metálicas, creando una red equipotencial. En él se albergan las celdas de protección de todos los transformadores de 6KV existentes en la planta que son objeto de este proyecto. Así

mismo también alberga las cabinas de entrada de línea procedentes de los transformadores de 25/6KV, aunque estas últimas no forman parte del presente proyecto.

El centro de distribución está compuesto por la siguiente aparamenta de maniobra y protección en celdas de aislamiento en aire de la marca SIEMENS modelo NXAir.

A continuación definimos el concepto de las protecciones:

Definición de ajustes:

Se anexa la tabla con definición de ajuste de Rele Siemens 7SJ600 en el capítulo 6, Anexos y tablas.

Las curvas de sobre corriente de fase son de tiempo inverso, y las de sobre corriente de Tierra son de tiempo definido.

Salida 5A:

- Celda de protección de transformador:

Marca	SIEMENS
Modelo	NXAir
Función	Interruptor automático
Tensión asignada (kV)	12
Frecuencia (Hz)	50
Intensidad asignada (A)	220
Intensidad de corta duración (3 seg.) (kA).	25
Intensidad de pico (kA)	63
Intensidad máxima de embarrado (A).	2500
Mando interruptor automático	RAM manual
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1 minuto). (kV)	28
Impulso tipo rayo (kV)	75
Medidas	
Ancho (mm)	800
Alto (mm)	2000
Fondo (mm)	1350
Transformador de intensidad	250/5
Relé de protección	SIEMENS modelo SIPROTEC 7SJ600 con funciones 3x50-51/50N-51N/46/49/79

- Circuito de puente (130 m).

Función: Cable de interconexión entre la celda 5A y el transformador, alojado en el contenedor prefabricado 5A.

Sección: 3x1x150 mm² Cu 6/10 kV RHZ1.

Salida 5B:

- Celda de protección de transformador:

Marca	SIEMENS
Modelo	NXAir
Función	Interruptor automático
Tensión asignada (kV)	12
Frecuencia (Hz)	50
Intensidad asignada (A)	220
Intensidad de corta duración (3 seg.) (kA).	25
Intensidad de pico (kA)	63
Intensidad máxima de embarrado (A).	2500
Mando interruptor automático	RAM manual
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1 minuto). (kV)	28
Impulso tipo rayo (kV)	75
Medidas	
Ancho (mm)	800
Alto (mm)	2000
Fondo (mm)	1350
Transformador de intensidad	250/5
Relé de protección	SIEMENS modelo SIPROTEC 7SJ600 con funciones 3x50-51/50N-51N/46/49/79

- Circuito de puente (140 m).

Función: Cable de interconexión entre la celda 5B y el transformador, alojado en el contenedor prefabricado 5B.

Sección: 6x1x150 mm² Al 12/20 kV DHV.

Salida 5C:

- Celda de protección de transformador:

Marca	SIEMENS
Modelo	NXAir
Función	Interruptor automático
Tensión asignada (kV)	12
Frecuencia (Hz)	50
Intensidad asignada (A)	220
Intensidad de corta duración (3 seg.) (kA).	25
Intensidad de pico (kA)	63
Intensidad máxima de embarrado (A).	2500
Mando interruptor automático	RAM manual
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1 minuto). (kV)	28
Impulso tipo rayo (kV)	75
Medidas	
Ancho (mm)	800
Alto (mm)	2000
Fondo (mm)	1350
Transformador de intensidad	250/5
Relé de protección	SIEMENS modelo SIPROTEC 7SJ600 con funciones 3x50-51/50N-51N/46/49/79

- Circuito de puente (150 m).

Función: Cable de interconexión entre la celda 5C y el transformador, alojado en el contenedor prefabricado 5C.

Sección: 3x1x240 mm² Cu 12/20 kV DHV.

Salida 17A:

- Celda de protección de transformador:

Marca	SIEMENS
Modelo	NXAir
Función	Interruptor automático
Tensión asignada (kV)	12
Frecuencia (Hz)	50
Intensidad asignada (A)	220
Intensidad de corta duración (3 seg.) (kA).	25
Intensidad de pico (kA)	63
Intensidad máxima de embarrado (A).	2500
Mando interruptor automático	RAM manual
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1 minuto). (kV)	28
Impulso tipo rayo (kV)	75
Transformador de intensidad	600/5
Relé de protección	SIEMENS modelo SIPROTEC 7SJ600 con funciones 3x50-51/50N-51N/46/49/79

- Circuito de puente (140 m).

Función: Cable de interconexión entre la celda 17A y el transformador, alojado en el contenedor prefabricado 17A.

Sección: 3x1x150 mm² Cu 12/20 kV DHV.

Salida 17B:

- Celda de protección de transformador:

Marca	SIEMENS
Modelo	NXAir
Función	Interruptor automático
Tensión asignada (kV)	12
Frecuencia (Hz)	50
Intensidad asignada (A)	220
Intensidad de corta duración (3 seg.) (kA).	25
Intensidad de pico (kA)	63
Intensidad máxima de embarrado (A).	2500
Mando interruptor automático	RAM manual
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1 minuto). (kV)	28
Impulso tipo rayo (kV)	75
Medidas	
Ancho (mm)	800
Alto (mm)	2000
Fondo (mm)	1350
Transformador de intensidad	250/5
Relé de protección	SIEMENS modelo SIPROTEC 7SJ600 con funciones 3x50-51/50N-51N/46/49/79

- Circuito de puente (140 m).

Función: Cable de interconexión entre la celda 17B y el transformador, alojado en el contenedor prefabricado 17B.

Sección: 3x1x150 mm² Cu 12/20 kV DHV.

Salida 27A:

- Celda de protección de transformador:

Marca	SIEMENS
Modelo	NXAir
Función	Interruptor automático
Tensión asignada (kV)	12
Frecuencia (Hz)	50
Intensidad asignada (A)	220
Intensidad de corta duración (3 seg.) (kA).	25
Intensidad de pico (kA)	63
Intensidad máxima de embarrado (A).	2500
Mando interruptor automático	RAM manual
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1 minuto). (kV)	28
Impulso tipo rayo (kV)	75
Medidas	
Ancho (mm)	800
Alto (mm)	2000
Fondo (mm)	1350
Transformador de intensidad	250/5
Relé de protección	SIEMENS modelo SIPROTEC 7SJ600 con funciones 3x50-51/50N-51N/46/49/79

- Circuito de puente (60 m).

Función: Cable de interconexión entre la celda 27A y el transformador, alojado en el contenedor prefabricado 27A.

Sección: 3x1x150 mm² Cu 6/10 kV RHZ1.

Salida 27B:

- Celda de protección de transformador:

Marca	SIEMENS
Modelo	NXAir
Función	Interruptor automático
Tensión asignada (kV)	12
Frecuencia (Hz)	50
Intensidad asignada (A)	220
Intensidad de corta duración (3 seg.) (kA).	25
Intensidad de pico (kA)	63
Intensidad máxima de embarrado (A).	2500
Mando interruptor automático	RAM manual
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1 minuto). (kV)	28
Impulso tipo rayo (kV)	75
Medidas	
Ancho (mm)	800
Alto (mm)	2000
Fondo (mm)	1350
Transformador de intensidad	250/5
Relé de protección	SIEMENS modelo SIPROTEC 7SJ600 con funciones 3x50-51/50N-51N/46/49/79

- Circuito de puente (60 m).

Función: Cable de interconexión entre la celda 27B y el transformador, alojado en el contenedor prefabricado 27B.

Sección: 3x1x150 mm² Cu 6/10 kV RHZ1.

Salida 53A:

- Celda de protección de transformador:

Marca	SIEMENS
Modelo	NXAir
Función	Interruptor automático
Tensión asignada (kV)	12
Frecuencia (Hz)	50
Intensidad asignada (A)	220
Intensidad de corta duración (3 seg.) (kA).	25
Intensidad de pico (kA)	63
Intensidad máxima de embarrado (A).	2500
Mando interruptor automático	RAM manual
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1 minuto). (kV)	28
Impulso tipo rayo (kV)	75
Medidas	
Ancho (mm)	800
Alto (mm)	2000
Fondo (mm)	1350
Transformador de intensidad	600/5
Relé de protección	SIEMENS modelo SIPROTEC 7SJ600 con funciones 3x50-51/50N-51N/46/49/79

- Circuito de puente (250 m).

Función: Cable de interconexión entre la celda 53A y el transformador, alojado en el contenedor prefabricado 53A.

Sección: 3x1x150 mm² Cu 12/20 kV DHV.

Salida 53B:

- Celda de protección de transformador:

Marca	SIEMENS
Modelo	NXAir
Función	Interruptor automático
Tensión asignada (kV)	12
Frecuencia (Hz)	50
Intensidad asignada (A)	220
Intensidad de corta duración (3 seg.) (kA).	25
Intensidad de pico (kA)	63
Intensidad máxima de embarrado (A).	2500
Mando interruptor automático	RAM manual
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1 minuto). (kV)	28
Impulso tipo rayo (kV)	75
Medidas	
Ancho (mm)	800
Alto (mm)	2000
Fondo (mm)	1350
Transformador de intensidad	600/5
Relé de protección	SIEMENS modelo SIPROTEC 7SJ600 con funciones 3x50-51/50N-51N/46/49/79

- Circuito de puente (250 m).

Función: Cable de interconexión entre la celda 53B y el transformador, alojado en el contenedor prefabricado 53B.

Sección: 3x1x150 mm² Cu 12/20 kV DHV.

Salida 19A:

- Celda de protección de transformador:

Marca	SIEMENS
Modelo	NXAir
Función	Interruptor automático
Tensión asignada (kV)	12
Frecuencia (Hz)	50
Intensidad asignada (A)	220
Intensidad de corta duración (3 seg.) (kA).	25
Intensidad de pico (kA)	63
Intensidad máxima de embarrado (A).	2500
Mando interruptor automático	RAM manual
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1 minuto). (kV)	28
Impulso tipo rayo (kV)	75
Medidas	
Ancho (mm)	800
Alto (mm)	2000
Fondo (mm)	1350
Transformador de intensidad	600/5
Relé de protección	SIEMENS modelo SIPROTEC 7SJ600 con funciones 3x50-51/50N-51N/46/49/79

- Circuito de puente (30 m).

Función: Cable de interconexión entre la celda 19A y el transformador, alojado en el contenedor prefabricado 19A.

Sección: 3x1x240 mm² Cu 12/20 kV DHV.

Salida DEDERT:

- Celda de protección de transformador:

Marca	SIEMENS
Modelo	NXAir
Función	Interruptor automático
Tensión asignada (kV)	12
Frecuencia (Hz)	50
Intensidad asignada (A)	94
Intensidad de corta duración (3 seg.) (kA).	25
Intensidad de pico (kA)	63
Intensidad máxima de embarrado (A).	2500
Mando interruptor automático	RAM manual
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1 minuto). (kV)	28
Impulso tipo rayo (kV)	75
Medidas	
Ancho (mm)	800
Alto (mm)	2000
Fondo (mm)	1350
Transformador de intensidad	250/5
Relé de protección	SIEMENS modelo SIPROTEC 7SJ600 con funciones 3x50-51/50N-51N/46/49/79

- Circuito de puente (250 m).

Función: Cable de interconexión entre la celda DEDERT y el Motor DEDERT de 700 KW, alojado en el recinto 53.

Sección: 3x1x150 mm² Cu 6/10 kV RHZ1.

- Motor del evaporador DEDERT

Marca: ANSALDO

Modelo: CT400 Z2

Tipo: Trifásico asíncrono de jaula de ardilla

Potencia: 700 kW

Tensión: 6000V

Frecuencia: 50 Hz.
 Velocidad: 2977 rpm
 Protección: IP55
 Ejecución: B3
 Resistencia de caldeo: sí
 Sonda PT100 en rodamientos: sí
 Sonda PT100 en devanado: sí

Salida 13:

- Celda de protección de transformador:

Marca	SIEMENS
Modelo	NXAir
Función	Interruptor automático
Tensión asignada (kV)	12
Frecuencia (Hz)	50
Intensidad asignada (A)	275
Intensidad de corta duración (3 seg.) (kA).	25
Intensidad de pico (kA)	63
Intensidad máxima de embarrado (A).	2500
Mando interruptor automático	RAM manual
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1 minuto). (kV)	28
Impulso tipo rayo (kV)	75
Medidas	
Ancho (mm)	800
Alto (mm)	2000
Fondo (mm)	1350
Transformador de intensidad	250/5
Relé de protección	SIEMENS modelo SIPROTEC 7SJ600 con funciones 3x50-51/50N-51N/46/49/79

- Circuito de puente (800 m).

Función: Cable de interconexión entre la celda 13 y la estación depuradora.
 Sección: 3x1x150 mm² Cu 6/10 kV RHZ1.

Salida Batería Condensadores:

- Celda de protección de transformador:

Marca	SIEMENS
Modelo	NXAir
Función	Interruptor automático
Tensión asignada (kV)	12
Frecuencia (Hz)	50
Intensidad asignada (A)	217
Intensidad de corta duración (3 seg.) (kA).	25
Intensidad de pico (kA)	63
Intensidad máxima de embarrado (A).	2500
Mando interruptor automático	RAM manual
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1 minuto). (kV)	28
Impulso tipo rayo (kV)	75
Medidas	
Ancho (mm)	800
Alto (mm)	2000
Fondo (mm)	1350
Transformador de intensidad	600/5
Relé de protección	SIEMENS modelo SIPROTEC 7SJ600 con funciones 3x50-51/50N-51N/46/49/79

- Circuito de puente (10 m).

Función: Cable de interconexión entre la celda y las batería de condensadores, alojadas en el edificio 19.

Sección: 3x1x150 mm² Al 12/20 kV DHV.

- Condensadores de transformador (30 unidades)

Marca: GENERAL ELECTRIC ESPAÑOLA

Tipo: fabricación a medida

Potencia reactiva: 2250 kVAr

Tensión nominal: 6 kV

5.2 Características generales de centro de transformación

5.2.1 Centro de transformación

Este edificio es un bloque prefabricado, construido según la Norma Básica de la Edificación NBE-AE-88, con capacidad para ubicar todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento, y se encuentra ubicado junto al edificio de distribución de energía eléctrica. Según plano general de implantación.

El edificio está formado por diferentes piezas: paredes, bases, cubiertas, etc, que se ensamblan en obra, para constituir un edificio de superficie.

Está realizado con hormigón, tendrá una armadura metálica interconectada con puentes de cobre, formando una red equipotencial. Las puertas y rejillas están aisladas de tierra.

Características Generales:

Modelo: Caseta ABB Transformación

Marca: Postelectrica Fabricación, S.A.

Indices de protección del centro: IP23

Indice de protección de las rejillas: IP33

Sobrecargas admisibles: nieve 50 kp/m², viento 100 kp/m², piso 400 kp/m².

Capacidad de transformadores: 1 uds.

Puertas de acceso: peatón.

Tensión nominal: 36 kV

Longitud: 8,6 m.

Fondo: 3,6m.

Altura total: 3,87 m.

Peso: 39 Tm.

Características de los Componentes Constructivos:

Aridos de canto rodado y machaqueo, que cumplen las exigencias especificadas en “EHE” en vigor

Cemento PORTLAND CMI 52,5 R

Agua, que cumple las exigencias especificadas en “EHE”

Resistencia característica del hormigón: 350 Kg/cm²

Acero para armaduras: mallas electrosoldadas según norma UNE 3602 92

Acero B 500 S, según norma UNE 36068 94

Aislante: Poliestireno expandido densidad 15

Sellante tipo MASTERFLEX 472 de BETTOR

Preanclajes M10 inoxidable para conexión toma tierra

Impermeabilizante de cubierta, Skafill, o pintura de emulsión hidrófuga FERROLUZ

Puerta de acero con resistencia al fuego RF 60

- Transformador de Potencia

Marca: ABB Diestre

Tipo: Dry-DTE1600/7,2
Refrigeración: seco
Potencia: 1600 kVA+40%
Conexión: Dyn05
Designación primario: A-B-C
Designación B.T: n-a-b-c
Tensión primaria: 6 kv.
Conmutador de tensión A.T: $\pm 2,5, \pm 5\%$
Tensión secundaria: 400 V
Frecuencia: 50 Hz
Normas constructivas y ensayo: UNE 20178 y CEI 60726
Perdidas en vacío: 2.800 w
Perdidas en el cobre: 14.000 w
Perdidas totales: 16.800 w
Temperatura máxima ambiente: 40°C
Se adjunta en anexo hoja de pruebas del transformador.

Accesorios:
Anillas de elevación
Carro con ruedas
Tornillo de T.T
Placa características
Protección temperatura control Pt-100.

5.3 Corriente nominal de la línea de alimentación (25 KV)

El valor apropiado de la corriente nominal de la línea de alimentación a las E.T, corresponde a la potencia global de paso para la alimentación de los equipos.

Así pues, la potencia total podrá llegar a un valor de:

$$S_n = 15.000 \text{ kVA}$$

Por lo tanto la corriente nominal será:

$$I_n = S_n / (1,73 \times U_n) = 15.000 / (1,73 \times 25) = 346 \text{ A.}$$

Aunque esta corriente solicitaría una sección realmente pequeña de conductor de aluminio, a causa de las solicitaciones térmicas debidas a un cortocircuito, se instalará una sección mayor, como se indica en capítulos siguientes. Para el resto de las líneas ver la hoja de cálculo adjunta.

5.4 Corriente de cortocircuito en la instalación (25 KV)

Se toma para el cálculo de la corriente de cortocircuito en el lado de A.T, el valor indicado por Cía suministradora, en caso de cortocircuito simétrico de:

El valor de la corriente de falla a tierra desde la compañía suministradora es de 600 A con un tiempo máximo de despeje de 0,6 segundos.

$$S_{cc} = 500 \text{ MVA}$$

Teniendo en cuenta que la reactancia total en tanto por ciento del sistema de llegada procedente de compañía y de la cogeneración de la fabrica (17,25 MVA) es de un 3,09% tenemos que:

$$S_{cc} = 17,25 \times 100 / 3,09 = 557,5 \text{ MVA} \quad 10\% + \quad 613 \text{ MVA}$$

$$I_{cc} = S_{cc} / (1,73 \times U_n) = 613 / (1,73 \times 25) = 14,2 \text{ kA}$$

Durante el transcurso del cortocircuito el valor de cresta será:

$$I_{cr} = 2,5 \times I_{cc} = 2,5 \times 14,2 = 35,5 \text{ kA}$$

5.5 Corriente de cortocircuito en la instalación (6 KV)

Icc en defecto trifásico.

La corriente de falla a tierra en 6kV depende del numero de transformadores de 5 MVA (25/6,3 kV) que están operando en paralelo.

La puesta a tierra de cada transformador de 5 MVA (25/6,3kV) será realizada a través de una resistencia de valor 15 ohms.

$$\text{Reactancia en tanto por ciento del sistema de 25 KV: } U_{xr}(\%) = 100 \times 15 / 557,5 = 2,69$$

Reactancia en tanto por ciento de 3 trafos en paralelo: 6

Reactancia total del circuito: 8,69

$$S_{cc} = 15 \times 100 / 8,69 = 172,6 \text{ MVA} \quad 10\% + \quad 190 \text{ MVA}$$

$$I_{cc} = 190 / 1,73 / 6 = 18,3 \text{ KA.}$$

Durante el transcurso del cortocircuito el valor de cresta será:

$$I_{cr} = 2,5 \times I_{cc} = 2,5 \times 18,3 = 45,75 \text{ kA}$$

Se incluyen en el anexo los datos técnicos de las celdas de 6 KV (Siemens)

Para comparar valores de IEC breaking y IEC making.

Icc en defecto a tierra.

La corriente de falla a tierra en 6kV depende del numero de transformadores de 5MVA (25/6,3kV) que esten operando en paralelo.

La puesta a tierra de cada transformador de 5 MVA (25/6,3 kV) será realizada a través de una resistencia de valor 15 ohms

La corriente máxima de falla a tierra se presenta cuando operan 3 transformadores en paralelo y la tensión de barra es 6300 V en este caso se obtiene una corriente de 727,5 A (242,5 A por transformador).

5.6 Características del Conductor (6 KV)

A partir del valor calculado de la corriente de cortocircuito de las características del cable que se empleará para el tendido del tramo de las líneas de 6 KV será del tipo RHZ1-6/10 KV unipolar apantallado de General Cable (Sub-estaciones 5-A, 27-A, 27-B, 13, DEDERT), de las siguientes características:

Tipo: RHZ1 6/10 KV

Sección: ver tablas según circuito

Material: cobre

Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE); sobre el conductor y sobre el aislamiento se aplican sendas capas extruidas de polietileno reticulado semiconductor.

Blindaje: Alambres de cobre.

El resto de características aplicables a cada línea se describen en la tabla que aparece en el capítulo 2. Los cables existentes que se empalman son del tipo PIRELLI, cable tipo VOLTALENE

La disposición de los cables en tubos es de uno por tubo existente (150 mm de diámetro), la distancia entre tubos es de 10cm, y la profundidad aproximada de 2 metros, todo esto esta reflejado en la tabla de cálculos de líneas de MT.

En la documentación gráfica (Capitulo 7, Planos) adjunta aparece la descripción de los tramos de cables nuevos y existentes, localización de empalmes, dimensiones de las zanjas, diámetro de los tubos, etc.

Asimismo en el anexo a esta memoria se incluye una hoja de especificaciones del fabricante donde aparecen las principales características del conductor.

La pantalla de todos los cables nuevos instalados, se conecta a la pletina de tierra por ambos extremos.

Deben seguirse las condiciones de instalación que aparecen en la documentación técnica del fabricante adjunta a esta memoria, y que aplican para los circuitos de cables que

alimentan a cada carga de 6 KV, resistividad térmica del terreno, temperatura máxima, enterrado o al aire, etc.

5.7 Corriente de cortocircuito en la parte de B.T.

Si se considera un cortocircuito en las barras del cuadro general de distribución de baja tensión, más desfavorable, junto a la salida del transformador de 1600 kVA, se tiene que la potencia de cortocircuito será:

Ucc transformador: 6,15%

Ucc línea: $100 * 1,6 / 172,6 = 0,927\%$

Ucc total = 7,07%

En donde la corriente de cortocircuito será:

$I_{cc} = 1,1 S_n * 100 / ((1,73 * U_n) * U_{cc} \text{ total}) = 35,9 \text{ kA}$.

Donde :

S_n potencia aparente nominal del transformador (1,6 MVA)

U_n voltaje nominal lado baja tensión (0,4kV)

Haciendo este calculo , la corriente de cortocircuito trifásico en la barra de 400 V que pasa a través del transformador es de 35,9 kA. A este valor se le debe sumar la contribución de los motores de baja tensión al cortocircuito trifásico. La contribución de motores a los cortocircuitos trifásicos pueden estimarse en 12 kA para la subestación 5-A

Lo anterior da un cortocircuito máximo en baja tensión de 47,9 kA , que es menor a la capacidad de soporte de las barras (50 kA durante 1 seg.). El interruptor principal de la barra de 400 V tiene un tiempo máximo de operación de 0,36 seg.

En el anexo se incluye documentación donde aparecen los datos técnicos de las celdas de 400 V (ABB).

5.8 Conductores en la parte de B.T

El puente conductor a efectuar entre los bornes del B.T del transformador y el interruptor automático general de B.T se realizará mediante una canalización eléctrica prefabricada.

Por lo tanto para realizar el cálculo dimensional de dicha línea se calculará la intensidad que deberá soportar:

$I(2240 \text{ kVA}) = S_n / (1,73 * U_n) = 2240 / (1,73 * 0,4) = 3236 \text{ A}$

Se adoptará la instalación de una canalización eléctrica prefabricada con una intensidad máxima admisible de 4000 A.

El interruptor general tendrá una $I_n = 4000$ A, y quedará regulado a la intensidad nominal del transformador (3236 A).

5.9 Sistema general de puesta a tierra (6kV Y 400 V)

Dado que existe una red de tierras en los centros de transformación que además están unidos entre sí, se considera para el cálculo, los valores obtenidos a partir de unas mediciones realizadas con fecha del 2 de junio de 2004 y cuyos resultados aparecen en el anexo, a demás de planos de tierras existentes.

Una vez realizada la instalación objeto de este proyecto, se deberán realizar mediciones en campo de tensiones de paso y contacto, para asegurar que la instalación es segura

El tipo de esquema de distribución utilizado en 400 V y 6 kV es el TN-S. Asimismo en el sistema de 400 V los conductores de neutro y protección están separados. Asimismo en el sistema de 400 V los conductores de neutro y protección están separados. Anexamos datos de cable y de los fabricantes de transformadores de 25/6kV.

5.10 Sistema de tierras

5.10.1 Diseño del sistema de tierra eléctrica en el nivel 6kV

5.10.1.1 - General

La planta de Cerestar tiene un sistema general de tierras eléctricas que abarca todas las instalaciones de la planta.

La filosofía de puesta a tierra utilizada es que todas las tierras están eléctricamente unidas entre sí y a su vez conectan en diferentes puntos, con sistemas de jabalinas ubicadas en puntos seleccionados del área de la planta. En general cada edificio de la planta tiene al menos un electrodo formado por tres jabalinas en hilera.

Todos los equipos de la planta, sean eléctricos o no, tienen conectadas sus partes metálicas al sistema de tierras de la planta.

El proyecto toma 100 ohm-m como valor de diseño para la resistividad del terreno a nivel superficial.

5.10.1.2.- Corrientes de falla a tierra en 6 KV

En el edificio 19 se encuentra ubicado el cuadro principal de distribución eléctrica de media tensión de la planta (6 KV). Desde este cuadro se alimentan los diferentes centros de transformación ubicados en toda el área de la planta, que reducen la tensión de distribución

al valor de utilización (400 V). También se alimenta en 6 KV el motor Dedert (700 KW) y un banco de capacitores (2250 KVAR).

Todos los transformadores de 6 / 0,4 KV, están conectados en delta del lado primario (6 KV) y en estrella sólidamente puesta a tierra del lado secundario (400 V). Esta puesta a tierra se conecta al sistema de tierras general de la planta.

La alimentación del cuadro principal de 6 KV es a través de 3 transformadores en paralelo, cada uno de 5 MVA y relación nominal 25 / 6,3 KV. Estos transformadores están conectados en delta del lado primario (25 KV) y en estrella puesta a tierra a través de resistencia del lado secundario (6,3 KV). Esta puesta a tierra se conecta al sistema de tierras general de la planta.

La falla a tierra en 6 KV será limitada por la presencia de resistencia en la conexión del neutro a tierra de los transformadores de 25 / 6,3 KV.

Una falla a tierra en 6 KV, que ocurra en el área de la subestación 19, siempre tiene un camino metálico de retorno hacia el neutro de los transformadores de potencia y por tanto no es inyectada al terreno circundante. Al no circular por el terreno, no genera potenciales peligrosos de paso o de contacto en la instalación de la subestación 19.

Una falla a tierra en un transformador de 6 / 0,4 KV, que ocurra en el lado de 6 KV, también tiene un retorno metálico hacia el neutro de los transformadores de potencia de 25 / 6,3 KV. Este camino es provisto por un conductor de tierra instalado en la misma canalización de los conductores de fase, el conductor propuesto es de una sección de 95mm², . Sin embargo, debido a las distancias de separación entre el cuadro principal de 6 KV y las estaciones de transformación de baja tensión (6 / 0,4 KV) y debido también a que el camino de retorno metálico de tierra tiene una impedancia apreciable, se considera por seguridad que esta conexión metálica no es confiable.

Asumiendo entonces que no existe un retorno metálico confiable entre la cuba de los transformadores de 6 / 0,4 KV y la puesta a tierra principal en 6 KV, la corriente de falla a tierra en el lado de 6 KV de cualquier estación transformadora de baja tensión, es inyectada al terreno circundante y a través de dicho terreno, se devuelve a la puesta a tierra de 6 KV en el edificio 19. Esta corriente puede generar potenciales peligrosos de paso o de contacto en la instalación.

Del estudio de protecciones de tierra en 6 KV, se toman los valores de corrientes de arranque menos sensibles de las protecciones de tierra en las salidas de 6 KV. Estos ajustes tienen los siguientes valores:

- 125 A para la subestación 13 (transformador de 2000 KVA).
- 100 A para el resto de las subestaciones (transformadores de 1600 KVA).
- 120 A para el banco de capacitores.
- 50 A para el motor Dedert.

Del estudio de protecciones de tierra en 6 KV, se toman los datos de las corrientes mínimas de falla a tierra necesarias para la protección conveniente de los equipos. Estas corrientes tienen los siguientes valores:

- 250 A para la protección completa del arrollado de 6 KV del transformador de la subestación 13 (transformador de 2000 KVA).
- 200 A para la protección completa del arrollado de 6 KV del transformador del resto de las subestaciones (transformadores de 1600 KVA).
- 200 A para la protección del 90 % del arrollado del motor Dedert.
- 120 A para la protección del banco de capacitores.

El caso más limitante consiste de la planta alimentada por un solo transformador de 5 MVA (25/6,3 KV) donde se requieren como mínimo 250 A de corriente de falla a tierra para proteger el arrollado completo de 6 KV de la subestación 13 (transformador de 2 MVA, 6/0,4 KV).

5.10.1.3.- Resistencia total a tierra

El caso más desfavorable de corriente de falla descargada a tierra ocurre en la parte de alta tensión (6 KV) de cualquiera de las estaciones transformadoras o en el motor Dedert.

Del análisis de las mediciones de resistencia a tierra realizadas en las diferentes subestaciones de la planta (Ver anexo), el valor promedio es de 0,3 ohms en los centros de transformación. Como las mediciones fueron realizadas en la época lluviosa del año, se ha estimado que el valor durante la época seca será aproximadamente de 0,55 ohms.

5.10.1.4.- Tiempo de duración de la falla

El tiempo máximo de operación de las protecciones de tierra en las salidas de 6 KV es de 0,11 seg.

Los interruptores de 6 KV tienen un tiempo total de interrupción de 80 mseg (4 ciclos). Este tiempo debe sumarse al tiempo de operación de la protección. Por lo tanto se toma el valor de 0,19 seg como valor de diseño del sistema de tierra en 6 KV.

5.10.1.5.- Valor límite de las Tensiones de paso y contacto-Seguridad del personal

En la ITC-BT-18 del REBT, se exige que para poder unir todos los sistemas de tierra del centro de transformación, debe cumplirse lo siguiente:

$$I_d \times R_t < V_c$$

donde: I_d corriente de falla a tierra de alta tensión [A]

R_t resistencia total del sistema de tierra [ohm]

V_c voltaje máximo de contacto definido en el punto 1.1 de MIE-RAT 13

El punto 1.1 de MIE-RAT 13 indica que V_c se calcula mediante:

$$V_c = \left(\frac{K}{t} \right)^n \left[1 + (1,5 \rho / 1000) \right] \quad [V]$$

donde: t tiempo máximo de operación de las protecciones [seg]
 ρ resistividad promedio del terreno [100 ohm-m]
 K y n dependen del tiempo t

Estas exigencias de las normas son para asegurar que el personal de la planta no esté expuesto a descargas peligrosas debido a contactos indirectos con partes metálicas de la instalación que por efecto de fallas puedan quedar energizadas.

Como el tiempo de operación de la protección de tierra (0,19 seg) es menor de 0,9 segundos, los valores de K y n son: $K = 72$ y $n = 1$. El voltaje máximo de contacto permitido (V_c) es entonces de 436 V.

Con los valores de voltaje máximo admisible (436 V) y resistencia total a tierra (0,55 ohms) se obtiene que para la seguridad del personal, la corriente máxima de falla a tierra debe ser menor de 792 A.

El caso más desfavorable de corriente de falla a tierra se presenta con los 3 transformadores de 5 MVA (25/6,3 KV) en paralelo, lo cual da una corriente de falla a tierra máxima desde cada transformador de 264 A. Se escoge el valor de 260 A como corriente de diseño para cada resistencia de puesta a tierra en 6 KV.

El valor de diseño de la resistencia de puesta a tierra de cada transformador de 5 MVA (25/6,3 KV), puede seleccionarse en este caso de manera que permita una corriente de 260 A. Este valor de corriente aplica para la mínima temperatura ambiente en la zona donde se encuentra la fábrica, ya que a la mínima temperatura la resistencia tiene su valor óhmico menor.

El fabricante de las resistencias de puesta a tierra, da el coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura hasta un valor mínimo de temperatura de 20 °C. Utilizando esta temperatura mínima, la resistencia de puesta a tierra a 20 °C es de 14 ohms (valor calculado con el voltaje nominal de los transformadores 6,3 KV).

La tolerancia de fabricación de la resistencia de puesta a tierra es de $\pm 10\%$. Esto representa la máxima desviación aceptada en la construcción de la resistencia. Sin embargo los fabricantes normalmente pueden fabricar estas resistencias con desviaciones menores. En el caso de las resistencias existentes, la mayor desviación tiene un valor de 3,33 %. Utilizando una desviación máxima del 5 %, la resistencia deseada sería de 14,7 ohms a 20 °C.

Especificando una resistencia de puesta a tierra de 15 ohms a 20 °C, se determinan los dos casos extremos de corriente de falla a tierra:

1. Para verificar que las protecciones de falla a tierra en 6 KV tienen un valor de corriente de falla a tierra suficiente para proteger a los equipos, se determina el menor valor de corriente de falla. Este valor ocurriría si la resistencia de puesta a tierra se construyera en un valor 5 % por encima del especificado, la temperatura ambiente fuera de 40 °C y la planta operando con 1 transformador de 5 MVA (25/6,3 KV) y con la barra de media tensión a un valor de 6 KV. Estas

consideraciones dan un valor de falla a tierra de 215,1 A. Este valor de corriente provee protección al 90,7 % del arrollado del motor Dedert, al 65,8 % del arrollado del transformador de la subestación 13 y al 100 % del arrollado de los transformadores del resto de las subestaciones. Estos porcentajes se consideran apropiados para esta condición especial de operación de la planta.

2. Para verificar que la seguridad del personal está garantizada, se determina el mayor valor de corriente de falla. Este valor ocurriría si la resistencia de puesta a tierra se construyera en un valor 5 % por debajo del especificado, la temperatura ambiente fuera de 20 °C y la planta operando con 3 transformadores de 5 MVA (25/6,3 KV) y con la barra de media tensión a un valor de 6,3 KV. Estas consideraciones dan un valor de 765,6 A (255,2 A por cada transformador). Este valor de corriente no causa potenciales peligrosos para el personal de la planta ($I_d \times R_t = 421 \text{ V} < 436 \text{ V}$).

Las consideraciones de voltajes máximos analizadas corresponden con tensiones de contacto máximas admisibles en la instalación de la planta. Para la seguridad del personal también deben analizarse las tensiones máximas de paso permitidas.

Según la norma MIE-RAT 13, la tensión de paso máxima admisible es:

$$V_p = (10 K / t)^n [1 + (6 \rho / 1000)] \quad [\text{V}]$$

donde se utiliza la misma nomenclatura que para la máxima tensión de contacto. El voltaje máximo de paso permitido es entonces de 6063 V.

El voltaje máximo de paso en la instalación se presenta cuando una persona tiene un pie sobre cualquier metal puesto a tierra y el otro pie lo tiene a 1 metro de separación sobre el terreno circundante. El voltaje de paso máximo calculado es de 133 V que es menor al valor máximo admisible (6063 V).

5.10.1.6.- Protección de los equipos contra sobre voltajes

Debe cumplirse que el nivel de aislamiento de los equipos eléctricos utilizados en baja tensión sea mayor o igual al valor ($I_d \times R_t$) de 421 V.

Todos los equipos conectados en 400 V (entre fases) o en 230 V (fase-neutro), incluyendo los cables de potencia y control, son de voltaje 750 V o superior, por lo que este requerimiento se cumple.

5.10.2 Diseño del sistema de tierra eléctrica en el nivel 400V

Para el dimensionamiento de los conductores de puesta a tierra utilizadas en los centros de transformación se utilizó la siguiente información:

- Conductores aislados.
- Aislamiento de PVC con temperatura máxima de operación 70°C y máxima temperatura en cortocircuito de 160°C
- Máxima corriente de falla a tierra de valor 37,6 kA, calculada considerando solamente la impedancia del transformador (6,15%).
- Tiempo máximo de operación de las protecciones de 0,51 seg. En este caso se considero el tiempo de operación de las protecciones de 6kV, incluyendo el tiempo de interrupción del interruptor de 6kV.

La sección del conductor se calcula en base a la formula

$$I \cdot \sqrt{t} = k \cdot S$$

Donde: I corriente de cortocircuito de falla a tierra (A)
 t tiempo de duración de cortocircuito (seg)
 S sección del conductor (mm²)
 k constante del cable (115 para PVC)

Del calculo se obtiene una sección mínima de 233,5 mm², de la forma que se selecciones el siguiente tamaño estándar, 240mm²

Se encuentra reflejado en el proyecto de Cuadros de Baja Tensión, anexados además un plano esquemático general, de conexión de tierras en la parte de Bajan Tensión, como referencia de las conexiones.

Se cumple con el reglamento de Baja Tensión (ITC-BT-24)

5.11 Especificación de resistencia del neutro del transformador de 25/6kV

Se instalará una resistencia por cada transformador de 25/6,3 kV de las siguientes características:

Tipo:	Autoventilada
Protección:	Intemperie
Valor nominal a 20°C:	15 Ω ±10%
Corriente de fallo nominal:	242,5 A
Frecuencia nominal:	50 Hz
Tensión nominal:	6,3 KV
Tensión nominal fase neutro:	6,3/1,73 KV
Periodo a plena capacidad:	5 segundos
Corriente servicio permanente	24 A

Cada resistencia es instalada con un transformador de intensidad (100/5 A 15 VA 7,2 kV de aislamiento) y la señal es llevada a un rele de sobre intensidad para falla a tierra. Esto representa una doble protección de tierra contra fallas en las celdas de 6 kV.

Tanto los planos de detalle como de implantación de dichas resistencias se encuentran en la documentación gráfica adjunta.

Todos los datos referentes a las especificaciones técnicas de la resistencia, se encuentran en la documentación del fabricante anexa a esta memoria.

Se adjunta al proyecto la carta de fabricantes de transformadores de 25/6kV, donde se especifica el nivel de aislamiento del neutro del transformador en el secundario, parte de 6 kV.

5.12 Estudio de enclavamientos cabina 6 kv con centros de transformación

Para el acceso al centro de transformación de 6/0,4 KV se empleará el siguiente sistema de enclavamiento de cabinas para garantizar la seguridad de los operarios:

Se instalará en la cabina de 6 KV una cerradura con recuperación de llave solamente con el carro en posición de “PRUEBA O EXTRAIDO”.

Una vez extraídas esta llave podremos abrir con ella la verja donde se encuentra el transformador

En el plano 9.9 de la documentación gráfica adjunta se observan los enclavamientos mencionados

5.13 Selectividad de las protecciones

El sistema actual de cabinas de protección es selectivo, por lo que se deberá mantener esta selectividad asegurando que las nuevas cabinas de salida de 6 kV sean selectivas respecto a las de entrada también de 6 kV.

Ajuste de los relés de las cabinas de 6 KV

Cabe resaltar que en la actualidad existen cabinas con transformadores de intensidad con una relación de 600/5, dichas cabinas permanecen activas después de la modificación, aunque con distintas solicitaciones de carga, por lo que procederemos a ajustar los parámetros de sus relés a su nueva realidad. Tanto los datos de ajuste de las mencionadas cabinas como los de las nuevas, cuyos transformadores de intensidad son de 250/5, se relacionen en las tablas correspondientes a cada cabina en el apartado 1.6.1.1.

5.14 Ventilación en sala de cuadros BT

5.14.1 Centro Prefabricado (Sala Transformador)

Las pérdidas que se producen en el transformador han de ser evacuadas para evitar que se caliente, y de esta manera conseguir un máximo aprovechamiento del transformador.

Efectivamente, los actuales sistemas de protección contra sobrecargas se basan en desconectar la carga cuando se detectan que la temperatura en el interior del transformador alcanza unos valores peligrosamente altos.

La temperatura que consigue la máquina, viene en función de sus características, de la intensidad, de las condiciones ambientales y de la refrigeración. Como más desfavorable sean estos factores, peor funcionará el transformador, y más se envejecerá este.

Para eso se ha previsto unos sistemas de ventilación mecánica, mediante ventiladores, rejillas de entrada y de salida.

La entrada de aire se realiza mediante una reja situada en la parte inferior de la zona del emplazamiento del transformador. La salida de aire caliente se realiza mediante ventilador y rejilla situada en la parte superior.

Ambas tendrán una rejilla que impiden la entrada de insectos.

El cálculo de la ventilación se realiza en función de las pérdidas de los transformadores.

$$Q(\text{m}^3/\text{h})=P*1000/(0,33*T)$$

$$S(\text{m}^2)=Q/(3600*V(\text{m}/\text{s}))*100/70$$

Velocidad del aire: 3m/s

P(kW de disipación al 140%)	30,240
T (°C de diferencia de temperatura)	40-20
Q (m ³ /h)	4.582
S adoptada (m ²)	0,3

5.14.2 Centro Prefabricado (Sala Cuadro B.T.)

En la sala donde se instala el cuadro eléctrico no se dispondrán de rejillas de ventilación y en su lugar se instalará un sistema de aire acondicionado redundante para conseguir una temperatura de trabajo adecuada para los equipos.

Se realiza un estudio de climatización justificando la potencia frigorífica de dichos equipos independiente de este proyecto.

5.14.3 Protección Contra incendios

Cada uno de los centros de transformación dispondrá de extintores de eficacia mínima 89B que estarán situados en el interior de la E.T, junto a la puerta de entrada de los mismos.

El volumen de refrigerante es nulo, al ser secos, no necesitan un sistema de extinción automática

Por ser transformadores de potencia secos, tampoco se dispondrá de un foso de recogida de aceite.

5.14.4 Alumbrado de emergencia

La instalación dispondrá de alumbrado general que permitirá realizar trabajos de mantenimiento habituales, así como de un sistema de alumbrado de emergencia, que estará situado sobre las salidas de los Centros de Transformación.

5.14.5 Elementos de maniobra y dispositivos de seguridad

Para la realización de las maniobras propias de las E.T se utilizarán los siguientes elementos de seguridad, adecuados para la tensión nominal de la instalación:

Banqueta aislante

Guantes aislantes

Pértiga detectora de tensión

5.14.6 Señalización

Los accesos a la E.T., puertas y rejas, así como los elementos interiores, se les situarán un rótulo de señalización de PELIGRO ALTA TENSIÓN, normalizados. También se dispondrá de un Esquema Unifilar de la instalación en cuestión en el interior de cada Centro de Transformación.

Así mismo se instalarán detectores de tensión en cables con indicadores de presencia de tensión en el interior de cada centro de transformación, incluso una cadena de protección que impida el acceso sobrevenido.

6 Reglamentación y referencias

Se relacionan a continuación el conjunto principal de disposiciones legales vigentes en este tipo de instalaciones:

- R.D 3275/1982 de 12 de Noviembre sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, Subestaciones y centros de transformación.
- Decreto 3151/1968 de Noviembre por el que se aprueba el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión
- Decreto 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- Orden del 2 de febrero de 1990 por el que se aprueba el Procedimiento de Actuación Administrativa para la aplicación de los Reglamentos Electrotecnicos para Alta Tensión en Instalaciones Privadas.

- Recomendaciones UNESA “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de Puesta a Tierra para Centros de Transformación Conectados a Redes de Tercera Categoría”

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Nuestro informe es un caso práctico real de una planta cualquiera que desea mejorar su suministro eléctrico y desea tener un mejor reparto eléctrico para sus instalaciones, esto permite un mejor funcionamiento en sus trabajos y funcionamiento.
- Los cálculos que se realizan en este informe nos permiten ver de manera general los detalles que debemos tener en cuenta para un correcto dimensionamiento de cables, protecciones.
- El informe nos presenta de manera detallada el procedimiento de como se realizan los cálculos necesarios y justificativos para el cambio de líneas eléctricas (antiguas a nuevas) así como la nuevas instalación de tierras para el sistema actual modificado.
- Es recomendable siempre tener en cuenta la normativa vigente y las regulaciones necesarias para poder tener la instalación en condiciones, esto nos permitan el buen funcionamiento y el cumplimiento de lo que marca la normativa.

ANEXOS

CALCULOS Y PLANOS

A Tablas

- Tabla de Cálculos de líneas mt
- Tabla Resumen de Resistencias en la instalación

B Índice planos

- 01 Sinóptico General de planos Plano ED19EG-01
- 02 Emplazamiento Plano EDGN-01
- 03 Esquema Unifilar media Tensión Antiguo Plano ED19EDC-00
- 04 Esquema Unifilar media Tensión Reformado Plano ED19EDC-03
- 05 Edificio 5 Planta del Centro de Transformación Plano ED5PG-01
- 06 Enclavamientos 25/6kv Plano ED19EDC-04
- 07 Enclavamientos 6/0,4kv Plano ED19EDC-05
- 08 Esquema de General de Tierras Plano ED19PGT-03
- 09 Detalle de Tierra en Sub-Estaciones Plano ED19PGT-02

C Fotos del centro

- Ejemplo de fotos de centro de trabajo

CALCULO DE LINEAS ELECTRICAS

Proyecto: Cerestar
Cuadro: Cabinas 6 KV

Circuito	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Destino	5-A	5-B	5-C	19-A	17-A	17-B	27-A	27-B	53-A	53-B	DEDERT	13	REACTIVA
Pot.Nom(kVA)	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	811,64	2.000	2.250
C.M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,25	1	1,35
Pot(kVA)	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	1.014,55	2.000	3.038
f.p	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,91	0,98	0
Tensión(V)	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Long(m)	130	140	150	30	140	140	60	60	250	250	250	800	50
Int(A)	215,8	215,8	215,8	215,8	215,8	215,8	215,8	215,8	215,8	215,8	97,6	192,7	292,6
nºconductores/fase	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Int/cond(A)	215,8	107,9	215,8	215,8	215,8	215,8	215,8	215,8	215,8	215,8	97,6	192,7	292,6
Cond(56/35)	56	35	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	35
Secc(mm2)	150	150	240	240	150	150	150	150	150	150	150	150	150
R(ohm) de tabla	0,021	0,018	0,015	0,003	0,022	0,022	0,010	0,010	0,040	0,040	0,040	0,127	0,013
X(ohm) de tabla	0,014	0,008	0,016	0,003	0,016	0,016	0,006	0,006	0,028	0,028	0,026	0,083	0,006
c.d.t.(%) total	0,14	0,12	0,11	0,02	0,16	0,16	0,07	0,07	0,28	0,28	0,13	0,78	0,05
Prot(A)	250	250	250	240	240	250	250	250	240	240	100	250	240
Coefic-Agrup	0,6	0,6	0,6	0,89	0,645	0,645	0,645	0,645	0,645	0,645	0,6	1	1
Coefic-Profund	0,94	0,94	0,94	1	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	1,015	1
Iz(A)/cond	405	315	530	530	405	405	405	405	405	405	405	405	315
Iz(A)/total	405	630	530	530	405	405	405	405	405	405	405	405	315
Iz(A)/total-correc	228,42	355,32	298,92	471,7	245,5515	245,5515	245,5515	245,5515	245,5515	245,5515	228,42	411,075	315
Cable	6/10-unip	12/20-DHV	12/20-DHV	12/20-DHV	12/20-DHV	12/20-DHV	6/10-unip	6/10-unip	12/20-DHV	12/20-DHV	6/10-unip	6/10-unip	12/20-DHV
Icc1(kA)	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3
Icc2(kA)	16,99	17,50	16,85	18,00	16,80	16,80	17,70	17,70	15,68	15,68	15,83	11,53	17,73
td(seg) max.	1,57	1,59	4,09	3,59	1,61	1,61	1,45	1,45	1,84	1,84	1,81	3,42	0,79
t-proteccion	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,18	0,54	0,13

El valor Iz(A) es determinado según tabla de fabricante, los cables nuevos (General Cable) y los existente (Pirelli) tipo Voltalene.

Condiciones cálculo cables: enterrado, a 25°C, Resis. Term. Terreno 1°Km/W.

c.d.t. Máxima caída de tensión admisible en los circuitos de 6 kV es 2,5%

El valor de R y X están calculados según tablas adjuntas

Se utiliza factores de corrección para las Iz de cables, según norma UNE 20435, IEEE399, y recomendaciones de fabricante (Pirelli)

Todos los cables son unipolares

En el caso del motor Dedert, la máxima caída de tensión para su arranque es 0,41% (Factor de potencia, 0,2 y Int(A)=425,7 A)

El factor de potencia asociado al Cortocircuito es cero

NOMENCLATURA DE TABLA DE CALCULOS

Pot.Nom(kVA)	Potencia nominal
C.M	Coeficiente multiplicador (1,25 motores, 1,8 alumbrado)
Pot(kVA)	Potencia de cálculo resultado de multiplicar la potencia nominal por el coeficiente de cálculo
f.p	Factor de potencia
Tensión(V)	Tensión línea
Long(m)	Longitud de la línea
Int(A)	Intensidad
nºconductores/fase	nºconductores por fase
Int/cond(A)	Intensidad por conductor
Cond(56/35)	Ponemos 56 o 35 en función si el conductor es de cobre o de aluminio
Secc(mm2)	Sección del conductor
R(ohm) de tabla	Resistencia del conductor tomada de tablas
X(ohm) de tabla	Reactancia del conductor tomada de tablas
c.d.t(%) total	Suma total de la caída de tensión
Prot(A)	Regulación del relé de protección
Coefic-Agrup	Coeficiente de agrupamiento según tablas Pirelli
Coefic-Profund	Coeficiente de profundidad según tablas Pirelli, norma UNE 20435
Iz(A)/cond	Intensidad admisible del conductor
Iz(A)/total	Intensidad admisible del conductor total
Iz(A)/total-correc	Intensidad admisible del conductor multiplicada por los factores de corrección
Cable	Descripción del aislamiento del cable
Icc1(kA)	Intensidad de cortocircuito extremo fuente (aguas arriba)
Icc2(kA)	Intensidad de cortocircuito extremo carga (aguas abajo)
td(seg) max.	tiempo de disparo máximo del relé del interruptor
t-protección	tiempo de operación para protección

CALCULO DE LINEAS ELECTRICAS

Proyecto: Cerestar
Cuadro: Cabinas 6 KV

Circuito	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Destino	5-A	5-B	5-C	19-A	17-A	17-B	27-A	27-B	53-A	53-B	DEDERT	13	REACTIVA
Pot.Nom(kVA)	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	811,64	2.000	2.250
C.M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,25	1	1,35
Pot(kVA)	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	2.240	1.014,55	2.000	3.038
f.p	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,91	0,98	0
Tensión(V)	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Long(m)	130	140	150	30	140	140	60	60	250	250	250	800	50
Int(A)	215,8	215,8	215,8	215,8	215,8	215,8	215,8	215,8	215,8	215,8	97,6	192,7	292,6
nºconductores/fase	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Int/cond(A)	215,8	107,9	215,8	215,8	215,8	215,8	215,8	215,8	215,8	215,8	97,6	192,7	292,6
Cond(56/35)	56	35	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	35
Secc(mm2)	150	150	240	240	150	150	150	150	150	150	150	150	150
R(ohm) de tabla	0,021	0,018	0,015	0,003	0,022	0,022	0,010	0,010	0,040	0,040	0,040	0,127	0,013
X(ohm) de tabla	0,014	0,008	0,016	0,003	0,016	0,016	0,006	0,006	0,028	0,028	0,026	0,083	0,006
c.d.t.(%) total	0,14	0,12	0,11	0,02	0,16	0,16	0,07	0,07	0,28	0,28	0,13	0,78	0,05
Prot(A)	250	250	250	240	240	250	250	250	240	240	100	250	240
Coefic-Agrup	0,6	0,6	0,6	0,89	0,645	0,645	0,645	0,645	0,645	0,645	0,6	1	1
Coefic-Profund	0,94	0,94	0,94	1	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	1,015	1
Iz(A)/cond	405	315	530	530	405	405	405	405	405	405	405	405	315
Iz(A)/total	405	630	530	530	405	405	405	405	405	405	405	405	315
Iz(A)/total-correc	228,42	355,32	298,92	471,7	245,5515	245,5515	245,5515	245,5515	245,5515	245,5515	228,42	411,075	315
Cable	6/10-unip	12/20-DHV	12/20-DHV	12/20-DHV	12/20-DHV	12/20-DHV	6/10-unip	6/10-unip	12/20-DHV	12/20-DHV	6/10-unip	6/10-unip	12/20-DHV
Icc1(kA)	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3
Icc2(kA)	16,99	17,50	16,85	18,00	16,80	16,80	17,70	17,70	15,68	15,68	15,83	11,53	17,73
td(seg) max.	1,57	1,59	4,09	3,59	1,61	1,61	1,45	1,45	1,84	1,84	1,81	3,42	0,79
t-proteccion	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,18	0,54	0,13

El valor Iz(A) es determinado según tabla de fabricante, los cables nuevos (General Cable) y los existente (Pirelli) tipo Voltalene.

Condiciones cálculo cables: enterrado, a 25°C, Resis. Term. Terreno 1°Km/W.

c.d.t. Máxima caída de tensión admisible en los circuitos de 6 kV es 2,5%

El valor de R y X están calculados según tablas adjuntas

Se utiliza factores de corrección para las Iz de cables, según norma UNE 20435, IEEE399, y recomendaciones de fabricante (Pirelli)

Todos los cables son unipolares

En el caso del motor Dedert, la máxima caída de tensión para su arranque es 0,41% (Factor de potencia, 0,2 y Int(A)=425,7 A)

El factor de potencia asociado al Cortocircuito es cero



Código: 552

Empresa: CERESTAR

Pers. Contacto :

Última Revisión : ECA ICICT

Número Póliza :

Nº ET Acometida :

Nº Revisión: 1

Fecha Informe : 02/06/2004

Próxima Revisión :



COMPROBACIÓN DE TIERRAS

Código:
Empresa:
Nº Revisión:

E. T. Nº:
Situación:
Fecha:

CARACTERÍSTICAS			
Sección Principal:	<input type="text" value="50 mm2"/>	Arquetas Registro:	<input type="text"/>
Sección Derivación:	<input type="text" value="50 mm2"/>	Tubo Riego:	<input type="text"/>
Caja Registro:	<input type="text" value="X"/>	Estado de Bridas:	<input type="text"/>
MATERIAL:	Cobre: <input type="text" value="X"/>	Aluminio: <input type="text"/>	Acero: <input type="text"/>
TIPO CONDUCTOR	Varilla: <input type="text"/>	Pletina:	<input type="text"/>
	Cable Desnudo: <input type="text" value="X"/>	Cable Aislado:	<input type="text" value="X"/>

Nº:	DENOMINACIÓN	OHMIOS	
		PIQUETA	ELEMENTO
1	Todas las tierras unidas		0,12
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Acciones realizadas:

Anomalías detectadas

Observaciones :

Nº de electrodos 0

COMPROBACIÓN DE TIERRAS

Código:
Empresa:
Nº Revisión:

E. T. Nº:
Situación:
Fecha:

CARACTERÍSTICAS			
Sección Principal:	<input type="text" value="50 mm2"/>	Arquetas Registro:	<input type="text"/>
Sección Derivación:	<input type="text" value="50 mm2"/>	Tubo Riego:	<input type="text"/>
Caja Registro:	<input type="text" value="X"/>	Estado de Bridas:	<input type="text"/>
MATERIAL:	Cobre: <input type="text" value="X"/>	Aluminio: <input type="text"/>	Acero: <input type="text"/>
TIPO CONDUCTOR	Varilla: <input type="text"/>	Pletina:	<input type="text"/>
	Cable Desnudo: <input type="text" value="X"/>	Cable Aislado:	<input type="text" value="X"/>

Nº:	DENOMINACIÓN	OHMIOS	
		PIQUETA	ELEMENTO
1	Herrajes A.T.	13	0,57
2	Neutro B.T.	3,7	0,29
3	Pletina p.a.t. B.T.		0,29
4	Pletina p.a.t. A.T.		0,31
5	Todas las tierras unidas		0,3
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Acciones realizadas:

Anomalías detectadas

Observaciones :

- Nº de electrodos 2
- Medición de corriente circulante en pletina B.T.0,9
- Medición de corriente circulante en pletina A.T. 1

COMPROBACIÓN DE TIERRAS

Código:
Empresa:
Nº Revisión:

E. T. Nº:
Situación:
Fecha:

CARACTERÍSTICAS			
Sección Principal:	<input type="text" value="50 mm2"/>	Arquetas Registro:	<input type="text"/>
Sección Derivación:	<input type="text" value="50 mm2"/>	Tubo Riego:	<input type="text"/>
Caja Registro:	<input type="text" value="X"/>	Estado de Bridas:	<input type="text"/>
MATERIAL:	Cobre: <input type="text" value="X"/>	Aluminio: <input type="text"/>	Acero: <input type="text"/>
TIPO CONDUCTOR	Varilla: <input type="text"/>	Pletina:	<input type="text"/>
	Cable Desnudo: <input type="text" value="X"/>	Cable Aislado:	<input type="text" value="X"/>

Nº:	DENOMINACIÓN	OHMIOS	
		PIQUETA	ELEMENTO
1	Herrajes A.T.	20	0,47
2	Neutro B.T.	4,3	4,23
3	Pletina p.a.t. B.T.		0,69
4	Pletina p.a.t. A.T.		0,6
5	Todas las tierras unidas		0,69
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Acciones realizadas:

Anomalías detectadas

Observaciones :

- Nº de electrodos 2
- Medición de corriente circulante en pletina B.T. 2,64 A
- Medición de corriente circulante en pletina A.T. 0,54 A

COMPROBACIÓN DE TIERRAS

Código:
Empresa:
Nº Revisión:

E. T. Nº:
Situación:
Fecha:

CARACTERÍSTICAS			
Sección Principal:	<input type="text" value="50 mm2"/>	Arquetas Registro:	<input type="text"/>
Sección Derivación:	<input type="text" value="50 mm2"/>	Tubo Riego:	<input type="text"/>
Caja Registro:	<input type="text" value="X"/>	Estado de Bridas:	<input type="text"/>
MATERIAL:	Cobre: <input type="text" value="X"/>	Aluminio: <input type="text"/>	Acero: <input type="text"/>
TIPO CONDUCTOR	Varilla: <input type="text"/>	Pletina:	<input type="text"/>
	Cable Desnudo: <input type="text" value="X"/>	Cable Aislado:	<input type="text" value="X"/>

Nº:	DENOMINACIÓN	OHMIOS	
		PIQUETA	ELEMENTO
1			
2	Neutro B.T.	4	0,27
3	Pletina p.a.t. B.T.		0,28
4	Pletina p.a.t. A.T.		0,27
5	Todas las tierras unidas		0,27
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Acciones realizadas:

Anomalías detectadas

Observaciones :

- Nº de electrodos 2
- Medición de corriente circulante en pletina B.T.3,6
- Medición de corriente circulante en pletina A.T. 1,2

COMPROBACIÓN DE TIERRAS

Código:
Empresa:
Nº Revisión:

E. T. Nº:
Situación:
Fecha:

CARACTERÍSTICAS			
Sección Principal:	<input type="text" value="50 mm2"/>	Arquetas Registro:	<input type="text"/>
Sección Derivación:	<input type="text" value="50 mm2"/>	Tubo Riego:	<input type="text"/>
Caja Registro:	<input type="text" value="X"/>	Estado de Bridas:	<input type="text"/>
MATERIAL:	Cobre: <input type="text" value="X"/>	Aluminio: <input type="text"/>	Acero: <input type="text"/>
TIPO CONDUCTOR	Varilla: <input type="text"/>	Pletina:	<input type="text"/>
	Cable Desnudo: <input type="text" value="X"/>	Cable Aislado:	<input type="text" value="X"/>

Nº:	DENOMINACIÓN	OHMIOS	
		PIQUETA	ELEMENTO
1	Pletina p.a.t. B.T.		0,3
2	Pletina p.a.t. A.T.		0,37
3	Todas las tierras unidas		0,3
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Acciones realizadas:

Anomalías detectadas

Observaciones :

- Nº de electrodos 0
- Medición de corriente circulante en pletina B.T. 1,6 A
- Medición de corriente circulante en pletina A.T. 1 A

COMPROBACIÓN DE TIERRAS

Código:
Empresa:
Nº Revisión:

E. T. Nº:
Situación:
Fecha:

CARACTERÍSTICAS			
Sección Principal:	<input type="text" value="50 mm2"/>	Arquetas Registro:	<input type="text"/>
Sección Derivación:	<input type="text" value="50 mm2"/>	Tubo Riego:	<input type="text"/>
Caja Registro:	<input type="text" value="X"/>	Estado de Bridas:	<input type="text"/>
MATERIAL:	Cobre: <input type="text" value="X"/>	Aluminio: <input type="text"/>	Acero: <input type="text"/>
TIPO CONDUCTOR	Varilla: <input type="text"/>	Pletina:	<input type="text"/>
	Cable Desnudo: <input type="text" value="X"/>	Cable Aislado:	<input type="text" value="X"/>

Nº:	DENOMINACIÓN	OHMIOS	
		PIQUETA	ELEMENTO
1	Herrajes A.T.	21,2	0,27
2	Neutro B.T.	5,6	0,27
3	Pletina p.a.t. B.T.		0,27
4	Pletina p.a.t. A.T.		0,27
5	Todas las tierras unidas		0,3
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Acciones realizadas:

Anomalías detectadas

Observaciones :

- Nº de electrodos 2
- Medición de corriente circulante en pletina B.T. 5
- Medición de corriente circulante en pletina A.T. 1,1