

**CAPITULO 3****9.- AUDITORIA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE LA CASA DE LA CULTURA NUCLEO DEL GUAYAS.****9.1.- Introducción:**

En el siguiente capítulo se describe las principales observaciones que se encontraron en una inspección preliminar de todo el sistema eléctrico actual de la casa de la cultura de Guayaquil ubicado en av. Quito y 9 de octubre al centro de la ciudad.

Este capítulo tiene por objeto la recopilación de datos eléctricos del sistema.

- ✓ Levantamiento general del sistema
- ✓ Datos eléctricos : Placas de equipos
- ✓ Planos generales.
- ✓ Planos del área de transformadores, ubicación
- ✓ Inspección visual del sistema de alta y baja tensión
- ✓ Pruebas de medición de resistividad
- ✓ Medición de Impedancias y resistencias

**PUESTA A TIERRA DE SISTEMAS ELECTRICOS**

- ✓ Levantamiento del sistema eléctrico
- ✓ Planos de sistemas de tierra disponible
- ✓ Datos del sistema eléctrico unifilares y trifilares
- ✓ Tipos de puesta a tierra del neutro
- ✓ Nivel de cortocircuito
- ✓ Protecciones eléctricas
- ✓ Sistemas derivados
- ✓ Identificación de caminos de retorno de falla
- ✓ Alambreado puesta a tierra existente

ANALISIS DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA

9.2.- Área utilizada en cuarto de transformadores

Anexo 1

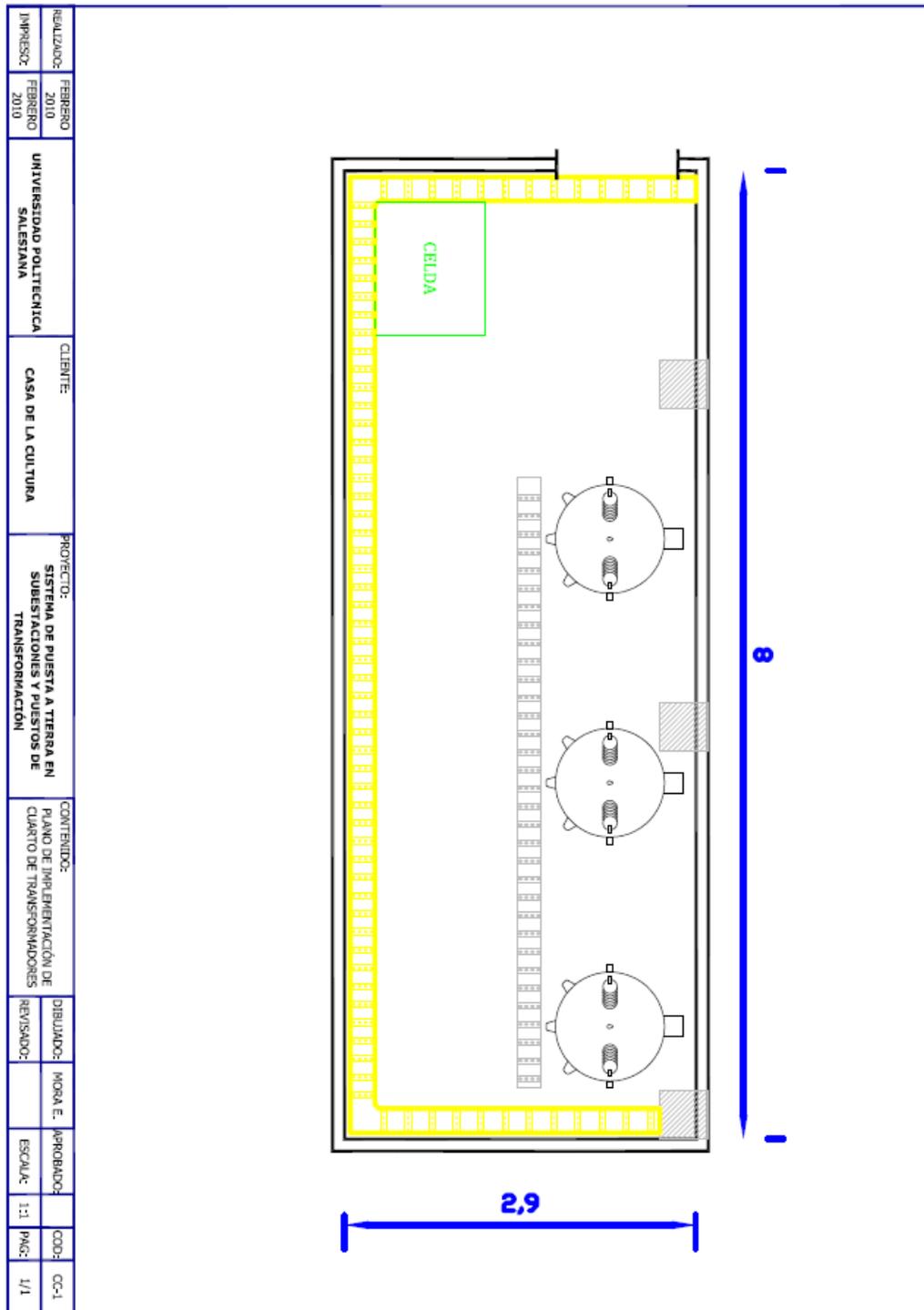


FIGURA 42.- Plano vista superior cuarto de transformadores

## ANALISIS DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA

**9.3.- Transformadores de distribución**

Ubicada en una area de 28 m<sup>2</sup> ubicada a lado al lado posterior de la casa de la cultura en direccion de la av. Quito, se encontro tres transformadores monofasicos de distribucion dos de 167 KVA y un tercero de 250 KVA dando un total de 584 KVA Fabricados por ECUATRAN S.A.

Las conexiones del transformador del lado de alta tensiones es en estrella y baja tension es en delta.

*FIGURA 43.- Muestra fotografica banco de transformadores*



ANALISIS DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA

9.4.- Vista superior del area total inspeccionada

Anexo 2

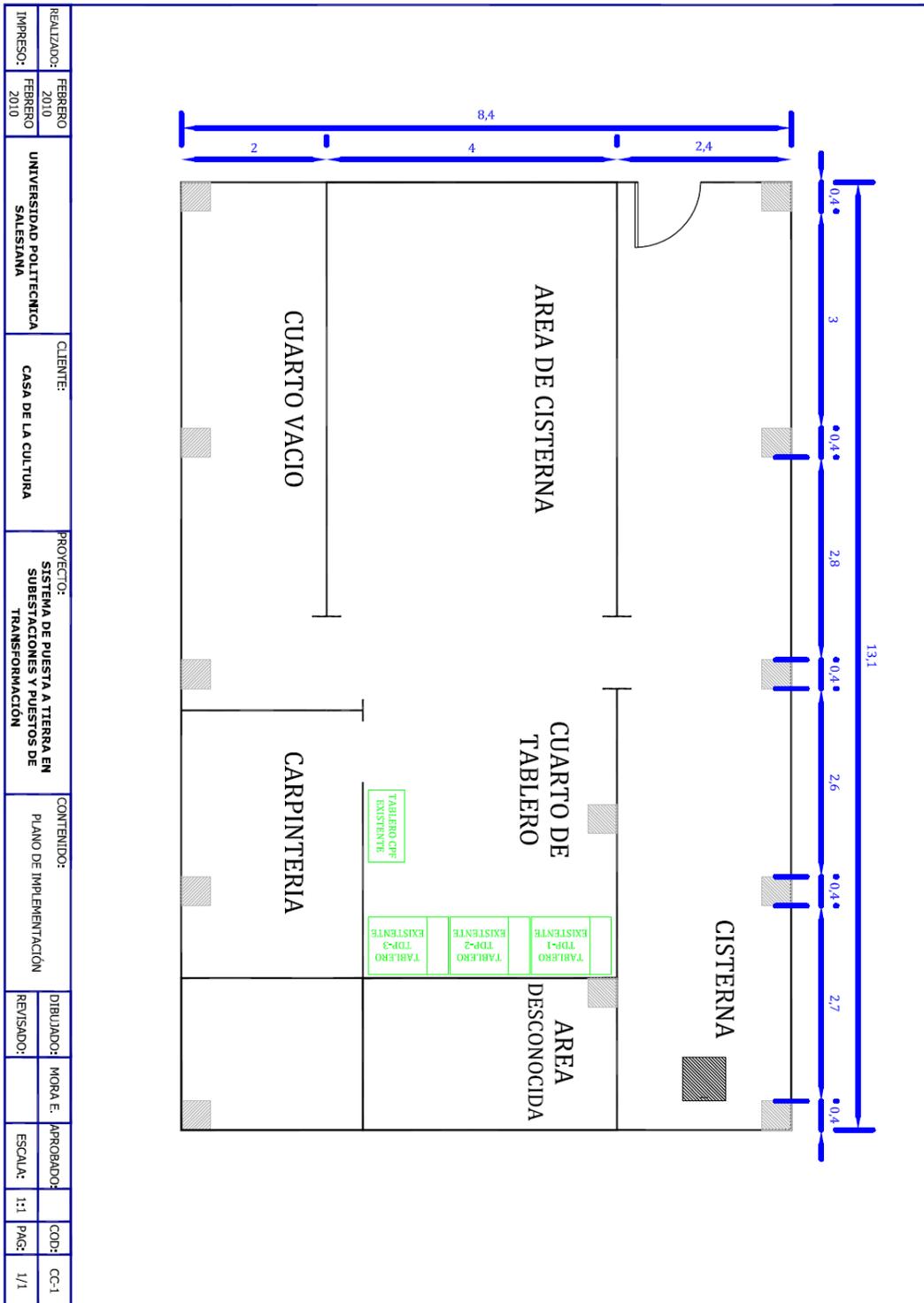


FIGURA 44.- Plano vista superior planta baja de la Casa de la Cultura

## ANALISIS DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA

**9.5.- Características, placas, conexiones de los Transformadores**

Transformador con bobinas sumergidas en aceite

7620 / 13200 Y – 120/240 V. Frecuencia 60 Hz

Polaridad Aditiva

65 C. continuos

Con 5 posiciones de taps en Media Tension

1A - 105.0%

2B - 102.5%

3C - 100.0%

4D - 97.5%

5E - 95.0%

*FIGURA 45.- Placa de identificacion y datos en los transformadores de 167KVA*



Las conexiones del transformador del lado de baja tensión 120/240 V. Se encuentra con platinas de cobre de 100X10mm con terminales tripes para conductor 500 MCM.

## ANALISIS DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA

Los conductores viajan en bandejas porta cables tipo escalera de 40X15 cmt.

*FIGURA 46.- Muestra fotográfica del lado de baja tensión del banco de transformadores*



Las conexiones del lado de media tensión del transformador están protegidos con tira fusibles de 40 Amperios, estas son conectadas hasta la celda de media tensión a través de bandejas porta cable.

*FIGURA 47.- Muestra fotográfica del lado de media tensión*



### 9.6.- Celda de media tensión

Conexión hasta el tablero de celda en aire.

Las celdas tiene las siguiente medidas 2000x900x110 cm., fabricado en plancha negra de 1.4mm con tapas y puertas desmontables, pintura en polvo electroestática.

Contiene tres resortes y tres fusibles.

La capacidad de los fusibles no se pudo determinar ya que no se encuentran a simple visión, y para poder revisar es necesario desconectar la celda.

*FIGURA 48.- Muestra fotográfica de la Celda existente de media tensión*



Interruptor de maniobra seccionador, uso interior disparo automático.

- Norma IEC 694
- Marca SOCOL S.A

#### **Recomendaciones:**

Lo recomendado por el fabricante con una carga de 584 KVA los fusibles para las tres líneas deben ser de 60 Amperios.

## ANALISIS DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA

**9.7.- Tablero de distribución principal:**

- El tablero de distribución principal tiene las siguientes medidas 2000 Alto X 300 X 50 cm. fabricado en plancha negra de 1.4mm con tapas y puertas desmontables estructuras de 2mm, pintura en polvo electroestática

El tablero de distribución principal consta de un Breaker 3P-1600 Amp regulable 900-1600 Amp., marca Siemens, este alimenta a sus derivaciones, dentro del tablero se encuentran tres medidores para tres diferentes cargas.

Dos de clase 20 trifásico y uno de clase 200 trifásico

Cabe indicar que este tablero de distribución principal alimenta todo la carga general.

Dentro del levantamiento se determino las siguientes novedades:

- Tapas, puertas, cerraduras del tablero en mal estado
- Impurezas en el tablero.
- Falta de rótulos de seguridad en el interior y exterior del tablero
- Ventilación en el sitio
- Bandejas porta cables que transportan a los conductores de fuerza desoldadas algunos puntos debido al tiempo y la falta de mantenimiento del lugar.

*FIGURA 49.- Muestra fotográfica de los tableros de distribución principal*

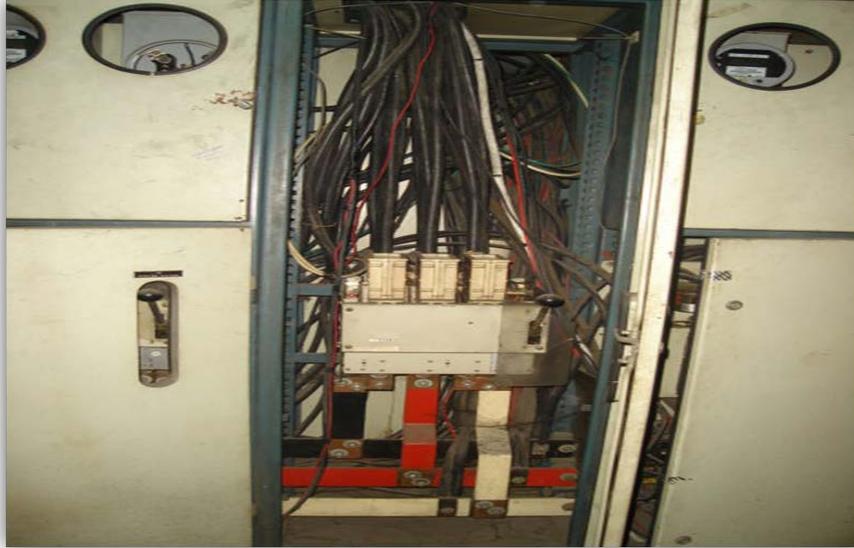


## ANALISIS DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA

**9.8.- Conexión del banco de los transformadores al breaker principal:**

La Instalación del breaker principal con 5 ternas de 500MCM 600 Voltios por fase, ubicada en el breaker principal de 3P - 1600 Amp. Que se encuentra conectado desde banco de transformadores hasta el tablero principal.

*FIGURA 50.- Muestra fotográfica del breaker principal*



*FIGURA 51.- Muestra fotográfica del número de líneas por fase en el breaker principal*



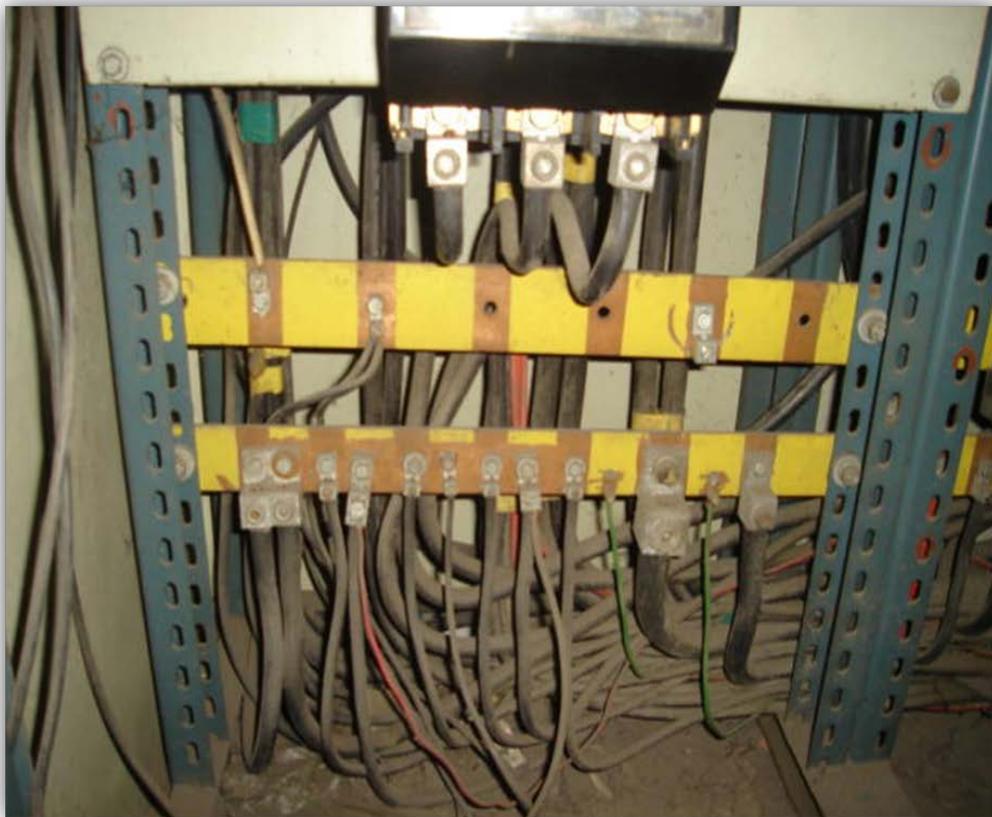
## ANALISIS DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA

**9.9.- PUESTA A TIERRA Y NEUTROS DEL TABLERO PRINCIPAL:**

**Los conductores Tierra y Neutro están conectados a dos barras diferentes lo cual no están conectados a ningún punto referencial, es decir que son puntos flotantes.**

Los equipos de la casa de la cultura están conectados referencialmente en este punto lo cual no les garantiza seguridad en equipos.

*FIGURA 52.- Muestra fotográfica de neutros y tierras del tablero de distribución principal.*



## ANALISIS DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA

**9.10.- Banco de condensadores:**

Del lado frontal derecho del tablero principal se localiza el tablero de corrección de factor de potencia de 6 pasos 60 KVAR A 220V., que se encuentra fuera de servicio.

- Breaker principal 3P-225 Amp en estado inactivo
- Breakers 3P-100 Amp Sobre puesto GE en estado inactivo
- Contactores 80 Amp bobina 220V. Togamin Electric
- Cables desconectados en los condensadores de 10KVAR a 230 Volt.
- Automático de 6 pasos en mal estado
- El tablero de condensadores se encuentra deshabilitado

**9.10.1.- Estado actual del banco de condensadores**

El banco de condensadores se encuentra inhabilitado debido a un corto circuito un uno de sus condensadores, motivo por el cual los encargados de mantenimiento decidieron desconectarlo.

*Figura 53.- Muestra fotográfica del tablero de condensadores inhabilitado*



## ANALISIS DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA

*FIGURA 54.- Inspección del estado actual del banco de condensadores*

Sin embargo este banco de condensadores no abastecería toda la demanda general.

**9.10.2.- Recomendaciones para el banco de capacitores**

Con una carga de 580 KVA. Es necesario un nuevo banco de condensadores de 175 KVAR a 230 Volt.

**9.11.- MEDICIONES ELABORADAS CON LA CAMARA TERMOGRAFICA:**

- La serie Ti20 de Fluke representa un enorme avance en la termografía no sólo por lo avanzado de su tecnología sino por situarse al alcance de casi cualquier bolsillo. Diseñados para aplicaciones industriales, la serie Ti 20 pone las ventajas y versatilidad de la termografía al alcance de los profesionales de mantenimiento y servicio técnico, que son los que mejor conocen el equipo y las instalaciones industriales.

**CARACTERISTICAS:**

- Imágenes inmediatas de las medidas de temperatura sin contacto para detectar rápidamente puntos calientes
- Radiometría completa para realizar análisis de temperatura detallados y supervisar los componentes principales
- Solución completa con el software InsideIR para la realización de análisis, informes y rutinas.

En el área de transformadores a 2.5 m sobre el nivel del suelo se realizó las mediciones de termografías en los tres transformadores en donde se puede encontrar los posibles puntos calientes.

*FIGURA 55.- Toma de imágenes termograficas del banco de transformadores*



## ANALISIS DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA

Las mediciones realizadas se las tomo a una distancia entre 2.8 y 3 mt con respecto a los transformadores.

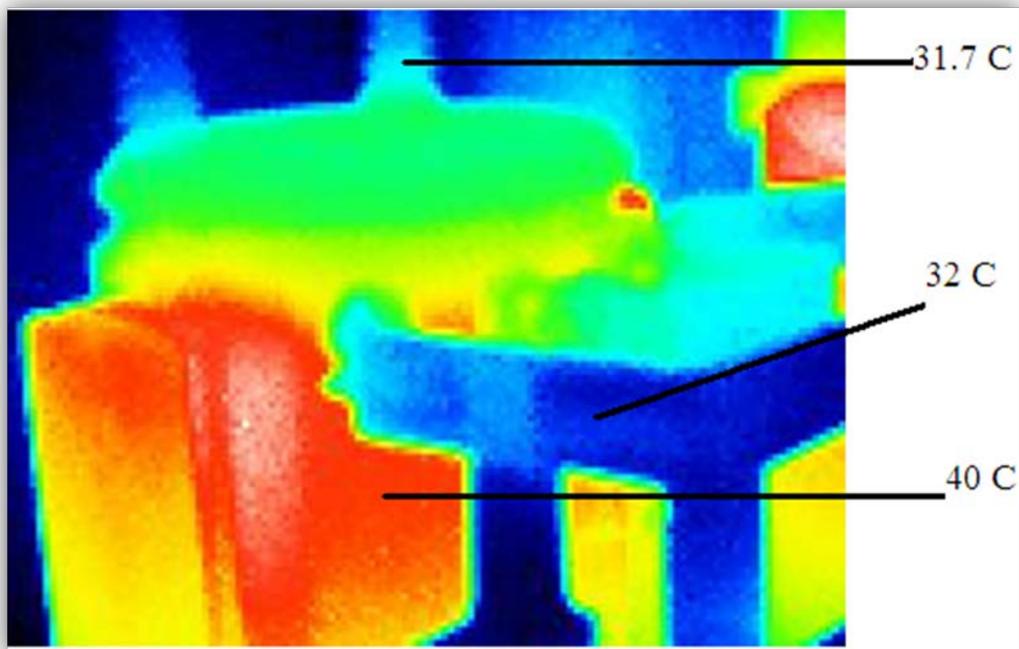
Estas mediciones fueron factibles con la cámara termo graficas TI 20 marca Fluke. Este procedimiento se lo realizo con el objetivo de monitorear posibles puntos calientes dentro del sistema eléctrico de fuerza de la casa de la cultura.

En el área del cuarto de transformadores se encontraron las siguientes novedades:

### 9.11.1.- Temperatura tomada en transformadores y tableros de la casa de la cultura núcleo del guayas.

En el área de transformadores no se encontraron puntos calientes la temperatura más alta que se encontró fue de 43 grados centígrados.

*FIGURA 56.- Resultados obtenidos en el análisis termográficos en los transformadores*



## ANALISIS DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA

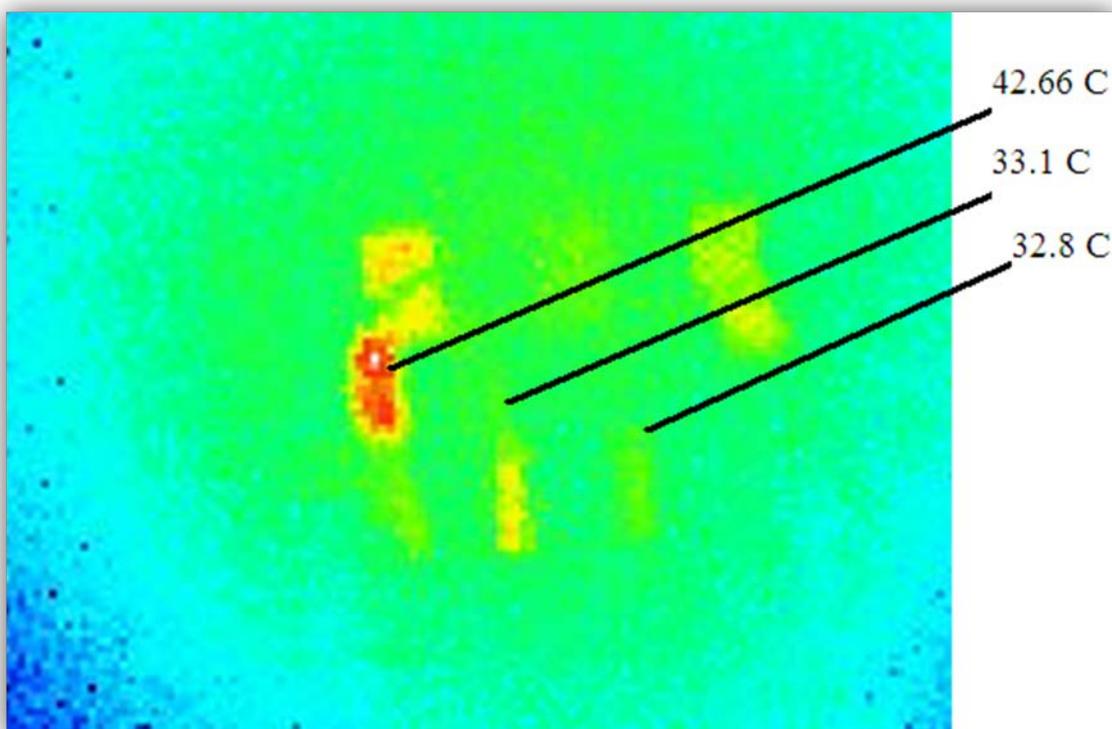
En el tablero principal se encontró una línea con una ligera recarga con una las líneas del breaker principal 3P-100 Amp

L1: temperatura de 42C.

L2: temperatura de 33C

L3: temperatura de 32C

*FIGURA 57.- Resultados obtenidos en el análisis termográficos por fase en la salida del breaker principal*



### 9.11.2 Recomendaciones respecto a analisis termográfico

- Medir L1, L2, L3 del breaker principal a máxima carga.
- Realizar un balaceo de cargas (alivio de carga)
- Distribuir de manera correcta las cargas de tal forma que las tres corrientes estén dentro del rango permisible.

### **9.12.- PUESTA A TIERRA DEL LADO DE MEDIA TENSION**

Una vez realizado la inspección en el tablero de distribución, se pudo determinar que no se encuentra algún tipo de tierra en el tablero. Encontrándose solamente varillas a tierra en el lado de alta tensión del transformador con dos electrodos copperway lo cual sus conductores 4/0 viajan a través de tuberías metálicas de 3/4" uno electrodo es para la línea de fuerza del transformador y la segunda para cable apantallado.

### **9.13.- EQUIPOS Y NORMAS DE SEGURIDAD**

El equipo utilizado fue el FLUKE 1625, este instrumento sirve para realizar mediciones según las normas IEC1024, ENV61024, DIN VDE 0185 y OVE 49. Este dispositivo de medición solo debe operarlo y instalarlo personal cualificado y de acuerdo con los datos técnicos, de conformidad con las precauciones de seguridad y normas. Además el uso de este equipo requiere la conformidad con todas las normas legales y de seguridad de cada norma específica.

#### **CARACTERISTICAS:**

Medición de resistencia de masa tierra en diferentes instalaciones como torres de alto voltaje, sistema de conexión a masa de mantenimiento eléctrico, estaciones de comunicaciones móviles etc.

Supervisión y planificación de sistema de protección contra rayos.

Mediciones de resistencia con electrodos de masa.

Área general donde se encuentran ubicaciones de puesta a tierra y donde se hará el estudio para la nueva malla a tierra de la Casa de la Cultura Núcleo del Guayas.

## ANALISIS DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA

*FIGURA 58.- Muestra fotográfica del área a instalar la malla de puesta a tierra*

Lugar de ubicación de la varillas a tierra y donde se ubicara la nueva malla a tierra, esto se encuentra ubicado en el parqueadero publico a lado de la Casa de la Cultura núcleo del Guayas.

*FIGURA 59.- Muestra fotográficas del actual sistema de puesta a tierra de las instalaciones de la Casa de la Cultura*

## ANALISIS DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA

*FIGURA 60.- Mediciones de la resistencia del actual sistema de puesta a tierra*

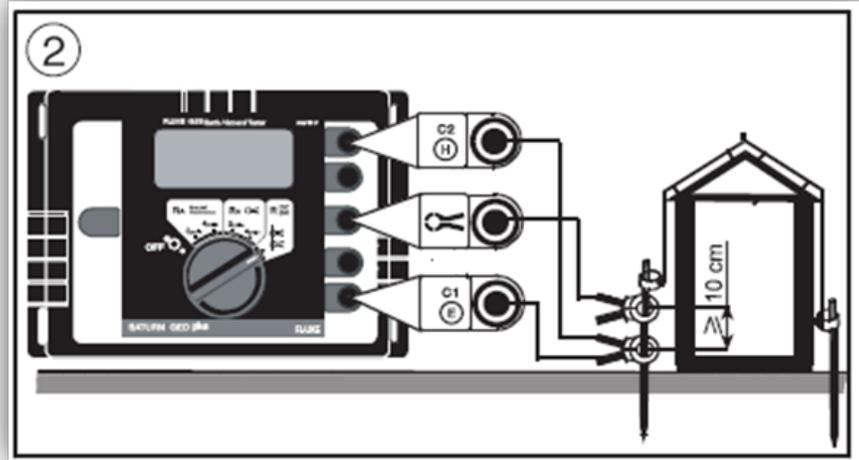
Para poder obtener una excelente lectura en equipo fluke 1625 los ganchos tienen que estar separados a una distancia aproximada a 10 cmt en posición 3 pole conectando los tres cables en terminales H,S,T del equipo. El terreno en donde se encuentran enterradas estos electrodos es húmedo y fangoso las cuales tubo las siguientes medidas de resistividad.

Resistencia medida en varilla 1 = 21.7 Cable 8

Resistencia medida en varilla 2 = 21.9 Cable 4/0

Esto quiere decir que la resistividad actual no es buena

*FIGURA 61.- Equipo de medición a tierra Fluke 1625*



*FIGURA 62.-Metodo para la toma de datos con equipo Fluke 1625*



## ANALISIS DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA

Lectura obtenida en los electrodos existentes en el sistema de puesta a tierra de la casa de la cultura núcleo del guayas.

*TABLA 3.- Resistividad del terreno*

resistencia de los electrodos instalados	
cable desnudo # 4/0 + varilla cooperweld 5/8	21.7 ohmios
cable desnudo # 8 + varilla cooperweld 5/8	21.9 ohmios

*FIGURA 63.- Lecturas de resistencia de tierra (izquierda) lado de media tensión del banco de transformadores (derecha) Apantallado de las líneas de media tensión.*

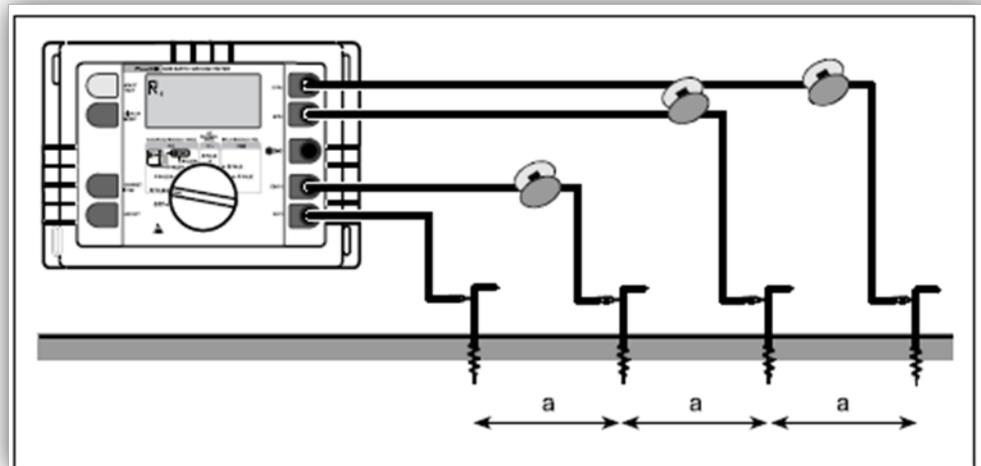


### 9.15.- Nuevas mediciones de resistencia para implementar la nueva malla de puesta a tierra.

Procedimiento y mediciones para instalación de la nueva malla.

Todo el procedimiento fue realizado mediante el método de Wenner de los cuatro polos, se realizaron mediciones cada metro como especifica el método.

*FIGURA 64.- Método de Wenner para la medición de la resistencia de tierra*



1. Cuatro puntas de masa de la misma longitud se colocan en el terreno en línea recta y separadas a distancias iguales entre sí. Las puntas de masa no deben enterrarse más profundamente que un máximo de  $1/3$  de  $a$ .

2. Gire el selector giratorio central hasta la posición "RE 4pole". El cableado del instrumento debe realizarse de acuerdo con la imagen y las advertencias que aparezcan en la pantalla.

Un destello de los símbolos de conexión EFGH o B, señala una conexión incorrecta o incompleta del cable que se está midiendo.

3. Presione el botón "START TEST".

4. Lea el valor medido de  $R_E$ .

A partir del valor de resistencia  $R_E$ , se calcula la resistividad del terreno según la ecuación:

## ANÁLISIS DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA

$$\rho E = 2\pi \cdot a \cdot RE$$

$\rho E$  ..... valor medio de resistividad del terreno ( $\Omega m$ )

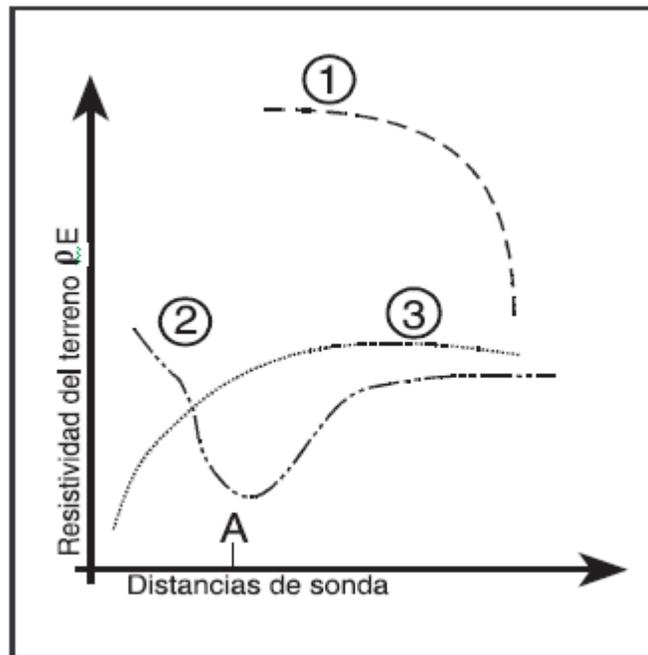
$RE$  ..... resistencia medida ( $\Omega$ )

$a$  ..... distancia de sonda (m)

El método de medición según Wenner determina la resistividad del terreno a una profundidad de, aproximadamente, la distancia “a” entre dos puntas de masa. Si se aumenta “a”, se pueden medir y comprobar la homogeneidad de estratos más profundos. Cambiando “a” varias veces, se puede medir un perfil a partir del cual es posible determinar un electrodo de masa adecuado.

Según la profundidad que se va a medir, se selecciona “a” entre 2 y 30 m. Este procedimiento produce curvas que se muestran en el gráfico siguiente.

FIGURA 65.- Curva característica del funcionamiento del equipo fluke 1625



**9.16.- Instalacion de picas y medición de la resistencia del terreno**

Se realizo la instalacion de las picas, a su vez se tomaron las medidas de la resistencia del terreno.

Este ejercicio se lo realizo a distancias de un metro por cada medición.

*FIGURA 66.- medición de la resistencia del terreno (1m)*



*FIGURA 67.- Posición de las picas para la medición de la resistencia del terreno*



FIGURA 68.- *medición de la resistencia del terreno mayor distancia ( 4m)*



FIGURA 69.- *Perforación del terreno previo a la instalación de las picas*



## ANALISIS DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA

La capa superficial del terreno está constituida de concreto motivo por el cual se tuvo que perforar con un cincel para poder instalar las picas, una vez instaladas las picas se procedió a compactar el terreno alrededor de esta para obtener una correcta lectura de resistencia.

*FIGURA 70.- Lectura obtenida a una distancia de 4m*



*TABLA4.- Resultado del análisis realizado al terreno.*

medida de resistencia metodo wenner		
distancia	resistencia	resistividad
1 mts	40.3 ohmios	253.21 ohmios metro
2 mts	18.03 ohmios	226.57 ohmios metro
3 mts	5.85 ohmios	110.269 ohmios metro
4 mts	0.97 ohmios	24.63 ohmios metro

ANALISIS DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA

9.17.- Plano general del estacionamiento, donde se instalara la nueva malla

ANEXO 3

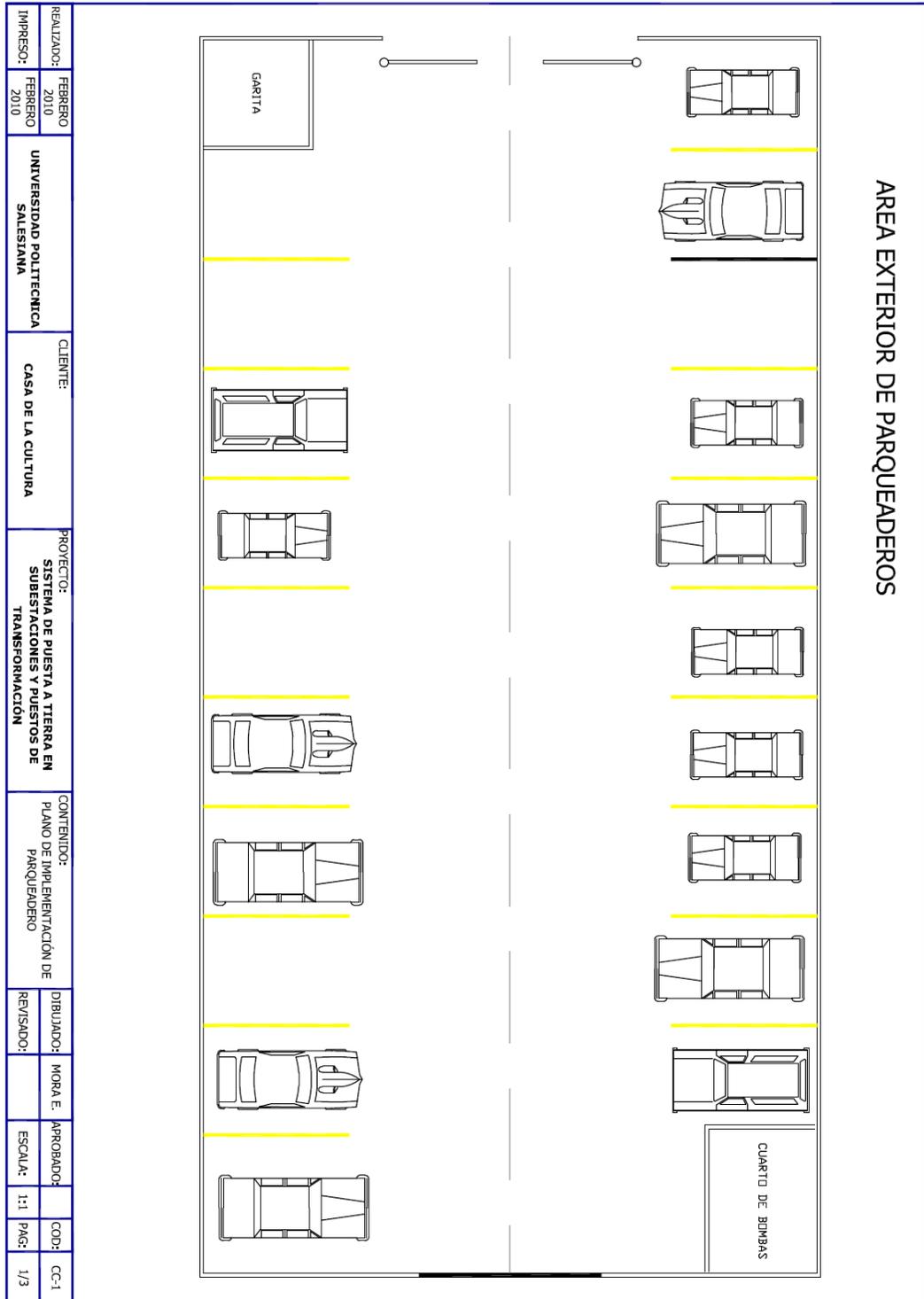


FIGURA 71.- Plano vista superior general del estacionamiento.

## ANALISIS DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA

**9.18.- Curvas resistividad y resistencia vs distancia****Anexo 4***FIGURA 71.- Curvas de Resistencia elaborada en excel**FIGURA 72.- Curvas de resistencia elaborada en excel*