

PROCEDIMEITNO PARA MEDICIONES DE RESISTIVIDAD

+

+

CONTENIDO

1. OBJETIVO DEL DOCUMENTO	4
2. ALCANCE	4
3. NORMAS APLICABLES.....	4
3.1. Normas técnicas colombianas	4
3.2. Reglamentos y normas de obligatorio cumplimiento	4
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	5
5. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y CONDICIONES AMBIENTALES	5
6. INSTRUMENTO UTILIZADO	5
7. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE MEDICIÓN A UTILIZAR	6
8. PROCEDIMIENTO PARA MEDICIÓN DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO	7
9. MEDICIONES DE RESISTIVIDAD	8

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Condiciones ambientales	5
---------------------------------------	---

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Figura 1 Ubicación geográfica	4
Figura 2 Esquema Layout general	5

1. OBJETIVO DEL DOCUMENTO

Presentar los resultados de las pruebas de resistividad del terreno, efectuadas en Terreno, para el proyecto fotovoltaico ubicada en el municipio XXXX, y que serán usados como datos de entrada para la malla de puesta a tierra del proyecto.

2. ALCANCE

Este documento tiene como Evaluar la resistividad del suelo con el método de los cuatro electrodos de Wenner siendo la separación entre los electrodos a utilizar en cada trayectoria de medición de 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21, 25 y 30 metros, siguiendo las recomendaciones de la IEEE2778 para mediciones cortas. Presentar los resultados y conclusiones obtenidos en las mediciones de resistividad del terreno para 2 direcciones en cada punto de medición. que hace parte de los datos de entrada para el diseño de la malla de tierra de la planta solar del proyecto “PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA” ubicada en el municipio XXXXXXXX.

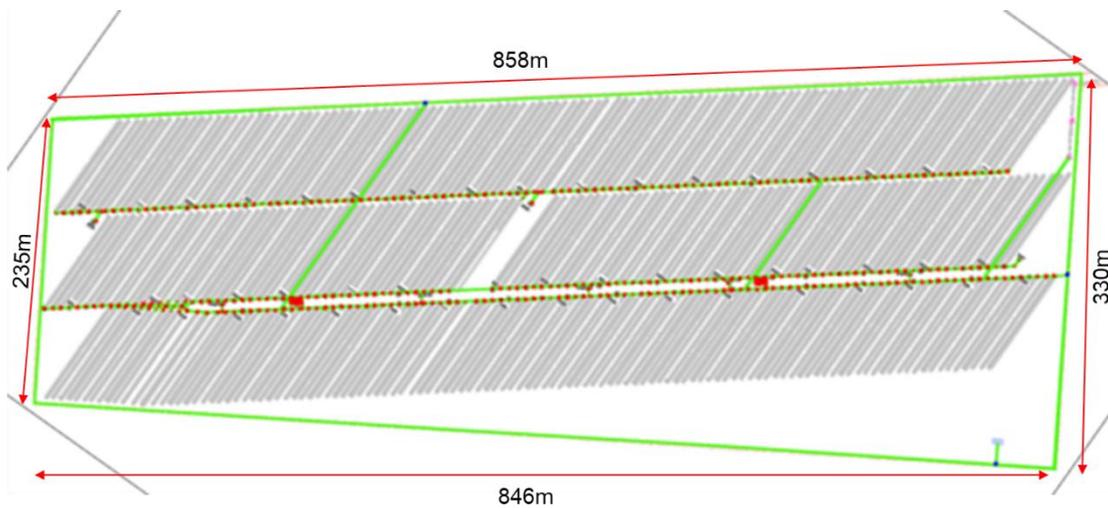


Figura 1 Ubicación geográfica

3. NORMAS APLICABLES

3.1. Normas técnicas colombianas

- RETIE Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
- NTC 2050 – Código Eléctrico Colombiano

3.2. Reglamentos y normas de obligatorio cumplimiento

- Reglamentos y normas de obligatorio cumplimiento.
- RETIE - Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.
- IEEE (Institute Electrical and Electronic Engineers) Std 80 Guide for Safety in AC Substation Grounding
- IEEE (Institute Electrical and Electronic Engineers) Std 81 Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System

- IEEE (Institute Electrical and Electronic Engineers) IEEE 2778 IEEE Guide for Solar Power Plant Grounding for Personnel Protection

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

5. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y CONDICIONES AMBIENTALES

El área de estudio se encuentra ubicada XXXXXXXXXXXX. Las coordenadas aproximadas de éste son: Latitud= X°XX'XX.XX"N, longitud= X°XX'XX.XX"O (Coordenadas Geográficas). En la Tabla 1, se muestran las condiciones ambientales del emplazamiento.

Tabla 1 Condiciones ambientales

Condiciones ambientales	
Altura sobre el nivel del mar (m)	194
Temperatura máxima registrada (°C)	41
Temperatura media (°C)	27,5
Temperatura mínima (°C)	13,9

Fuente: datos obtenidos de base de datos de SolarGIS.

Enmarcado en círculos rojos se encuentran los puntos donde se va a medir

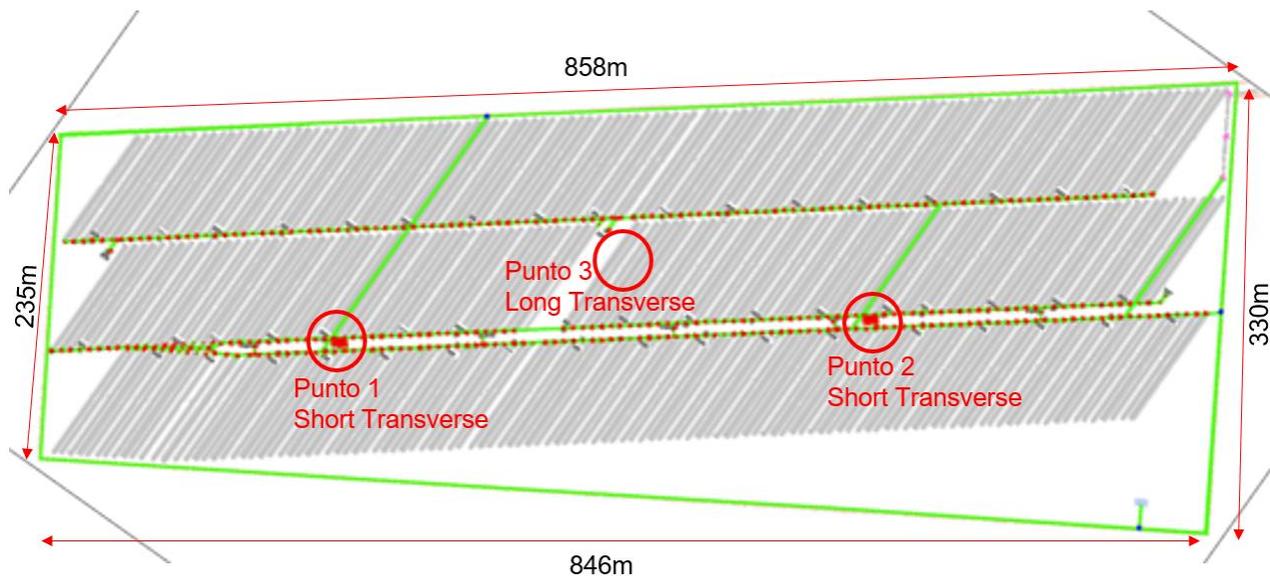


Figura 2 Esquema Layout general

6. INSTRUMENTO UTILIZADO

El instrumento utilizado para la medición de resistividad del terreno fue el siguiente

Instrumento: Medidor digital de Resistencia de Suelos y Resistencia de Puesta a Tierra.

Marca: METREL

Modelo: MI 2088

Rango de Resistencia: 0-20 k Ω

7. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE MEDICIÓN A UTILIZAR

La Teoría para hacer esta medición fue desarrollada por el Dr. Frank Wenner de la Agencia de Normas de los Estados Unidos de Norteamérica en 1915 y fue publicado en el Reporte No. 258 de la misma Agencia en el Boletín de Normas, Volumen No. 12, No. 3 del 11 de Octubre de 1915, con el nombre de “Un Método de Medición de la Resistividad de la Tierra”. En la figura N° 1 se observa el esquema de medición del método.

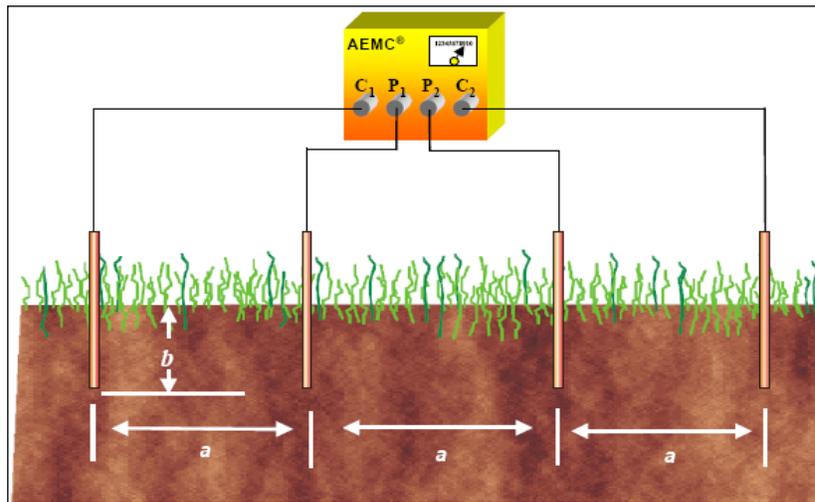


Figura N° 1

La resistividad eléctrica: ρ_a , en términos de las unidades de longitud en las cuales “a” y “b” han sido expresadas de la siguiente manera:

$$\rho_a = \frac{4 \cdot \pi \cdot a \cdot R}{\left[1 + \left[\frac{2 \cdot a}{\sqrt{a^2 + 4 \cdot b^2}} \right] - \left[\frac{2 \cdot a}{\sqrt{4 \cdot a^2 + 4 \cdot b^2}} \right] \right]}$$

Donde:

ρ_a = Resistividad aparente ($\Omega \cdot m$);

π = Constante (3,1416);

a = Separación entre electrodos o varillas (m);

R = Resistencia medida en campo (Ω).

b = Profundidad de enterramiento de los electrodos

Sin embargo, en la norma IEEE 80 punto 13.3 menciona que si “b” es muy pequeño comparado con “a” (que es lo que comúnmente en la práctica ocurre), por ejemplo, $a = 20b$. La ecuación anterior queda de esta forma:

$$\rho_a = 2 \times \pi \times a \times R$$

La corriente que fluye en el terreno forma una semi esfera en el suelo de radio igual a la separación de los electrodos centrales y se considera la resistencia medida hasta esa profundidad, ver figura N° 2 a continuación:

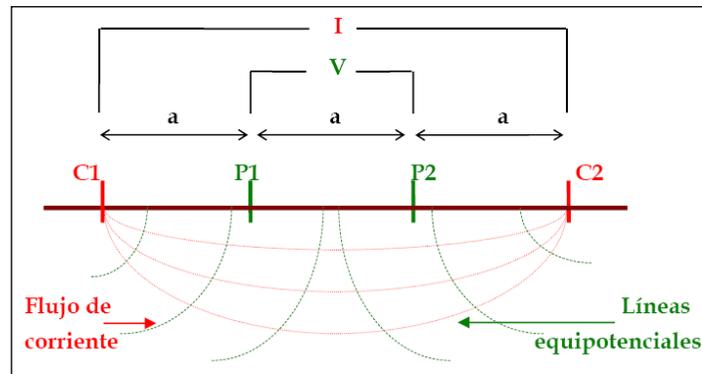


Figura N° 2

8. PROCEDIMIENTO PARA MEDICIÓN DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Antes de ejecutar la medición, se visitará el sitio correspondiente, a manera de tener un primer contacto con el lugar y las instalaciones existentes. Se realizará una inspección del área para identificar los puntos de medición y las posibles trayectorias de medición.

Para el estudio se tomarán al menos (11) puntos de medición, las mediciones de resistividad del terreno se desarrollaron empleando el método de los cuatro electrodos de Wenner descrito anteriormente. Este método consiste en colocar cuatro (4) electrodos (barras) separados a una misma distancia sobre una línea recta en el suelo a ser ensayado. Las separaciones empleadas para las mediciones en cada punto y en cada dirección serán de 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21, 25 y 30 metros, siguiendo la recomendación de la IEEE 2778-2020. En cada punto de medición se realizan medidas en dos direcciones (Norte-Sur, Este-Oeste,). Si las mediciones en las dos direcciones difieren mucho, se debe hacer una tercera medición en la dirección oblicua (Noreste-Suroeste).

La profundidad de los electrodos de medición (las 4 picas) será:

$$\text{Profundidad} < a / 20$$

Donde a = Separación entre electrodos

Es decir, para una separación de 2 m la profundidad será de 10 cm, para para 4 m en adelante será de 20 cm.

Los electrodos se conectarán eléctricamente al instrumento medidor de resistencia del terreno de la siguiente manera siguiendo las instrucciones del fabricante del instrumento:

- Los electrodos centrales se conectan a los terminales del voltímetro del instrumento.
- El instrumento introduce una corriente en el suelo a través de una de las dos barras extremas, cerrando el circuito a través de la otra barra del extremo opuesto. La resistencia del terreno se obtiene mediante la caída de voltaje entre las barras centrales de acuerdo con la ley de Ohm.

9. MEDICIONES DE RESISTIVIDAD

Las mediciones se realizarán en el sitio de interés, tomando en cuenta las condiciones del sitio, observándose que el suelo este seco y con día soleado, no debe haber caído lluvia en el sitio por al menos 3 días.

En el formato de la Tabla N° 1 se deben mostrar los resultados de las mediciones para cada punto:

Tabla N° 1. Resultados de las Mediciones del Terreno

UBICACIÓN	IDENTIFICACIÓN	COORDENADAS		TEMPERATURA	
		X°XX'XX.XX"	XX°XX'XX.XX"O	27,5 °C	
Profundidad	Distancia entre Pines	Dirección N-S		Dirección E-O	
(m)	(m)	R (Ω)	ρ(Ω-m)	R (Ω)	ρ(Ω-m)
Punto 1	P1				
1	1				
2	2				
4	4				
6	6				
8	8				
10	10				
12	12				
15	15				
18	18				
21	21				
25	25				
30	30				

La ubicación de los puntos para las mediciones se puede observar en la siguiente tabla

Tabla N° 2. Ubicación de los puntos de mediciones

Punto N°	Coordenada ESTE	Coordenada Norte	Latitud	Longitud	Lugar
1	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	CT-10
2	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	CT-12
3	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	CT-16
4	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	CT-08
5	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	CT-05
6	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	CT-04
7	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	CT-03
8	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	CT-02
9	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	CT-01
10	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	OyM
11	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	S/E
