

ANEXO 4

ECUACIÓN DE SWCHARZ PARA EL CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

Swcharz desarrollo el siguiente juego de ecuaciones para determinar la resistencia total de un sistema de puesta a tierra, en un suelo homogéneo que consiste de electrodos horizontales y verticales.

$$R_g = \frac{R_1 \cdot R_2 - R_{12}^2}{R_1 + R_2 - 2 \cdot R_{12}}$$

Donde:

R_1 : resistencia del conductor.

R_2 : resistencia de todas las varillas.

R_{12} : resistencia mutua entre R_1 y R_2 .

$$R_1 = \frac{\rho_1}{\pi \cdot l_1} \cdot \left[\ln\left(\frac{2 \cdot l_1}{h'}\right) + K_1 \cdot \frac{l_1}{\sqrt{A}} - K_2 \right]$$

$$R_2 = \frac{\rho_a}{2 \cdot n \cdot \pi \cdot l_2} \cdot \left[\ln\left(\frac{8 \cdot l_2}{d_2}\right) - 1 + 2 \cdot K_1 \cdot \frac{l_2}{\sqrt{A}} \cdot (\sqrt{n} - 1)^2 \right]$$

$$R_{12} = \frac{\rho_a}{\pi \cdot l_1} \cdot \left[\ln\left(\frac{2 \cdot l_1}{l_2}\right) + K_1 \cdot \frac{l_1}{\sqrt{A}} - K_2 + 1 \right]$$

ρ_1 : resistividad del suelo encontrada por una malla enterrada a una profundidad h [$\Omega \cdot m$].

ρ_a : resistencia aparente vista por las varillas [$\Omega \cdot m$].

l_1 : longitud total de los conductores de la malla [m].

l_2 : promedio de longitud de las varillas [m].

h : profundidad a la que se enterró la malla [m].

$$h' = \sqrt{d_1 \cdot h} \text{ para conductores enterrados a una profundidad } h \text{ y } h' = 0,5 \cdot d_1$$

para conductores en la superficie.

A : área cubierta por la malla [m^2].

$$A = a \cdot b$$

a : lado menor de la malla [m].

b : lado mayor de la malla [m].

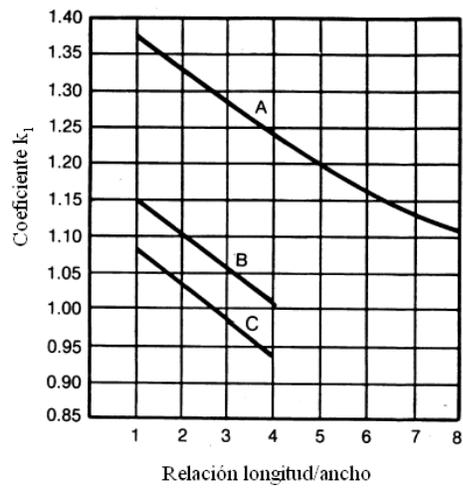
n : número de varillas ubicadas en el área A .

K_1 : constante que depende de la geometría del sistema.

K_2 : constante que depende de la geometría del sistema.

d_1 : diámetro del conductor de la malla [m]

d_2 : diámetro de las varillas [m]

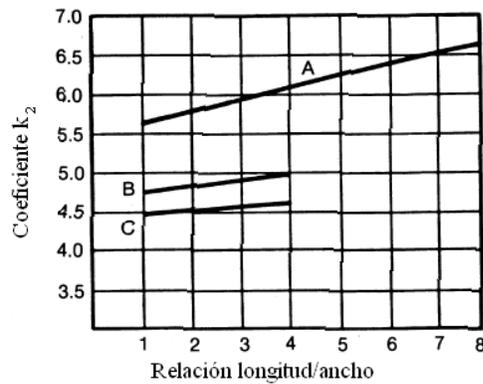


Curva A. Para $h = 0m$
 $y = -0.04x + 1.41$

Curva B. Para $h = 1/10 \sqrt{\text{área}}$
 $y = -0.05x + 1.20$

Curva C. Para $h = 1/6 \sqrt{\text{área}}$
 $y = -0.05x + 1.13$

Figura A.4.1. Gráfico del coeficiente k_1 [3].



Curva A. Para $h = 0m$
 $y = 0.15x + 5.50$

Curva B. Para $h = 1/10 \sqrt{\text{área}}$
 $y = 0.10x + 4.68$

Curva C. Para $h = 1/6 \sqrt{\text{área}}$
 $y = 0.05x + 4.40$

Figura A.4.2. Gráfico del coeficiente k_2 [3].