## CALCULO DE PUESTA A TIERRA

**METODOLOGIA IEEE80 - 2000**
Se utilizan para los cálculos las ecuaciones de la estándar IEEE80-2000, enunciadas en la parte derecha de la hoja.

**PARAMETROS**

| | | |
|---|---|---|
| $\rho$ | 58,95 | Resistividad aparente del terreno Ohm/m |
| $\rho_s$ | 3000 | Resistividad superficial del terreno Ohm/m para concreto de 3000psi |
| $h_s$ | 0,25 | Espesor de capa superficial (m) |
| $I_o$ | 960,4 | Corriente de falla monofasica a tierra en el primario (A) al 70% dada por CODENSA |
| | | **Aplicando un factor de dispersión del 40% al Valor de la Icc.** |
| $t_s$ | 0,15 | Tiempo de despeje de la falla (s) dado por CODENSA |

**SELECCIÓN DEL CONDUCTOR**
De acuerdo al RETIE y la tabla 250-94 de la norma NTC-2050

$$A_{mm^2} = \frac{IK_f\sqrt{t_c}}{1,9737}$$

En donde:

$A_{mm^2}$ *es la sección del conductor en* $mm^2$.

*I es la corriente de falla a tierra, suministrada por el OR (rms en kA).*

$K_f$ *es la constante de la Tabla 25, para diferentes materiales y varios valores de* $T_m$

$T_m$ *es la temperatura de fusión o el límite de temperatura del conductor y una temperatura ambiente de 40 °C.*

$t_c$ *es el tiempo de despeje de la falla a tierra.*

Kf=11,78 A= 2,22 mm2

Se escoge cable cobre Nº **2/0** AWG

**Ac=** 67,44 mm2 Seccion transversal del conductor

**d=** 0,01 m Diámetro conductor

**TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MAXIMAS TOLERABLES**

$$C_S = 1 - \frac{0.09 * \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)}{2 * h_s + 0.09} \qquad (27)$$

**Cs=** **0,850** Factor de Relación (adimensional)

**Peso de la persona Kg** 50 0,116

**Tensión de paso**

$$E_{step50} = (1000 + 6C_s \cdot \rho_s)\frac{0.116}{\sqrt{t_s}} \qquad E_{step70} = (1000 + 6C_s \cdot \rho_s)\frac{0.157}{\sqrt{t_s}} \qquad (30)$$

**Tensión de contacto**

$$E_{step50} = (1000 + 1.5C_s \cdot \rho_s)\frac{0.116}{\sqrt{t_s}} \qquad E_{step70} = (1000 + 1.5C_s \cdot \rho_s)\frac{0.157}{\sqrt{t_s}} \qquad (33)$$

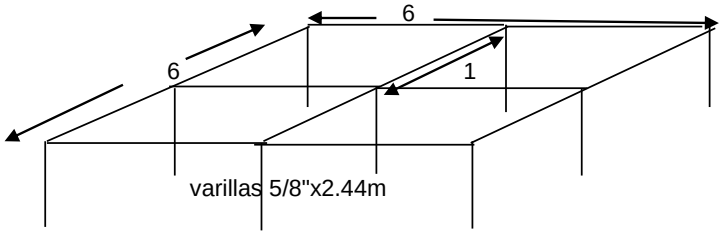
**Cs =** 0,65 Para terrenos sin grava

**Vpaso =** **4884,48 V** **Tolerables**

**Vcontacto =** **1445,75 V** **Tolerables**

**DETERMINACION CONFIGURACION INICIAL**

| | | |
|---|---|---|
| **D=** | 1 | Lado de la cuadricula o espaciamiento entre conductores(m) |
| **L1=** | 6 | Largo de la malla (m) |
| **L2=** | 6 | Ancho de la malla (m) |
| **h=** | 0,7 | profundidad de enterramiento de los conductores (m) |
| **N=** | 8 | Numero de electrodos tipo varilla |
| **Lv=** | 2,44 | Longitud del electrodo tipo varilla (m) |




$$L_T = L_C + N * L_V(m)$$ **Longitud total del conductor**
para mallas cuadradas o rectangulares

$$L_C = \left(\frac{L_1}{D} + 1\right) * L_2 + \left(\frac{L_2}{D} + 1\right) * L_1(m)$$

| | | |
|---|---|---|
| **$L_c$=** | **15,9** | m |
| **$L_T$=** | **35,42** | m |
| **Área=** | **36** | $M^2$ |

**CALCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA**

$$Rg = \rho * \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20 * A}} * \left(1 + \frac{1}{1 + h * \sqrt{\frac{20}{A}}}\right)\right] \qquad (52)$$

**$R_g$=** **6,40** Ohm

**CALCULO MAXIMO POTENCIAL DE TIERRA (GPR)**

$I_G = 1.9 * I_0$ (A)

**$I_G$ = 1824,76 A**

GPR= $I_G * R_G$ (V)

GPR= 11675,96 V

**Vcontacto= 1445,75 V** **Tolerable**

**Vcontacto < GPR**

**CALCULO DE TENSION DE MALLA EN CASO DE FALLA**

| | | |
|---|---|---|
| h= | 0,7 | Profundidad de enterramiento de los conductores (m) |
| D= | 1 | lado de la cuadricula o espaciamiento entre conductores(m) |
| $L_1$= | 6 | Largo de la malla (m) |
| $L_2$= | 6 | Ancho de la malla (m) |

Conductor calibre 2/0 AWG

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ac= | 67,44 | mm2 | Sección transversal del conductor |
| d= | 0,01 | m | Diámetro conductor |
| Kii = | 1 | | Para mallas con electrodos de varilla a lo largo del perímetro, en las esquinas o dentro de la malla |

$L_p = (L_1+L_2)*2$ (m) Para mallas cuadradas o rectangulares

**$L_p$ = 24 m**

***n*** Factor de geometría

**n= $n_a$*$n_b$*$n_c$*$n_d$** ( 84 )

$$n_a = \frac{2 * L_C}{L_P}$$ **$n_a$= 1,325** ( 85 )

$$n_b = \sqrt{\frac{L_P}{4 * \sqrt{A}}}$$ **$n_b$= 1,000** ( 86 )

$$n_c = \left( \frac{L_1 * L_2}{A} \right)^{\left( \frac{0.7*A}{L_1*L_2} \right)}$$ **$n_c$= 1,0** ( 87 )

**$n_c$ = $n_d$ = 1** Para mallas rectangular o cuadrada; entonces:

***n* = 1,325**

**$K_i$ =** 0.644+0.148 * n Factor de corrección ( 89 )

**$K_i$ = 0,840**

$$K_h = \sqrt{1+h}$$ ( 83 )

**$K_h$ = 1,304**

$$K_m = \frac{1}{2\pi} * \left[ \ln\left[ \frac{D^2}{16*h*d} + \frac{(D+2*h)^2}{8*D*d} - \frac{h}{4*d} \right] + \frac{K_{ii}}{K_h} * \ln\left[ \frac{8}{\pi*(2*n-1)} \right] \right]$$ ( 81 )

**$K_m$ = 0,7134** Factor Geométrico

$$V_{malla} = \frac{\rho * I_G * K_M * K_i}{Lc + \left[1.55 + 1.22 * \left(\frac{Lv}{\sqrt{L_1^{\,2} + L_2^{\,2}}}\right)\right] * N * Lv}$$

**$V_{malla}$ = 1216,39 V**

**$V_{contacto\ tolerable}$= 1445,75 V Tolerable**

**Vmalla < VcontactoTolerable CUMPLE**

**CALCULO DE LA TENSION DE PASO EN FALLA**

$$K_S = \frac{1}{\pi}\left[\frac{1}{2 * h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D} * \left(1 - 0.5^{(n-2)}\right)\right]$$

**$K_S$= 0,225**

$$V_{paso} = \frac{\rho * I_G * K_S * K_i}{0.75 * Lc + 0.85 * N * Lv}$$

**$V_{PASO}$= 712,07 V**

**Vpaso tolerable= 4884,48 V**

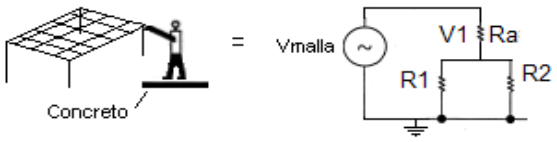
**Vpaso < Vpasotolerable CUMPLE**

Vemos que una vez efectuados los cálculos para la configuración de la malla de puesta a tierra propuesta ésta **CUMPLE,** teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

| | | |
|---|---|---|
| **L1=** | **6** | **Largo de la malla (m)** |
| **L2=** | **6** | **Ancho de la malla (m)** |
| **h=** | **0,7** | **profundidad de enterramiento de los conductores(m)** |
| **N=** | **8** | **Numero de electrodos tipo varilla** |
| **Lv=** | **2,44** | **Longitud del electrodo tipo varilla (m)** |

**CALCULO DE LA TENSIÒN DE CONTACTO APLICADA A UN SER HUMANO EN CASO DE FALLA**

Para este calculo tomamos como punto de contacto de el ser humano cualquier parte de la malla la cual tendrá un voltaje de malla en el momento de una falla, en cualquier punto; teniendo en cuenta que la persona estará fuera de la malla y sobre una superfi




V1= Máxima tensión de contacto resultante
R1= Resistencia del suelo en el punto de apoyo 1 $= 3\rho_s$
R2= Resistencia del suelo en el punto de apoyo 2 $= 3\rho_s$
Ra= Resistencia del cuerpo de el individuo ,=1000 Ohm
Rb= Resistencia superficial de el piso debajo de el individuo
Vmalla= Voltaje de la malla

$\rho_s =$ 3000

$$Rb = \left( \frac{R1 * R2}{R1 + R2} \right) \qquad V_1 = Vmalla \left( \frac{Ra}{Ra + Rb} \right)$$

Rb= 4500 Ohm Vmalla = 1216,39 **V**
**V1= 221 V**

Según RETIE tabla 22 máxima tensión de contacto para un ser humano es:

Para Ts= 0,15

$$\text{Máxima tensión de contacto} = \frac{116}{\sqrt{t}}[V, c.a.] = \mathbf{299,51}\ \mathbf{V}$$

Entonces V1 < Máxima tensión de contacto permisible

**CUMPLE para Ts=** 0,15

Se debe implementar un tratamiento físico o químico del terreno que reduzca el valor de resistividad a menos de 22 Ohm/m.
Por otro lado se recomienda implementar las medidas descritas en el numeral 15.4 del Reglamento Tecnico de Instalaciones Electricas RETIE.

**SELLO**

_____

**OLTO INGENIERIA S.A.S**
**NIT 900.498.109-6**
**Ing. JHON JAIRO OLAYA PINTO**
**MP CN205-88800**