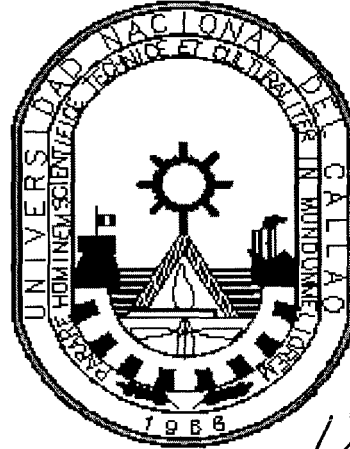


T/621.3/696v

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



1816

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ATERRAMIENTO  
DE LA SUBESTACIÓN Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE TARAPOTO  
BELLAVISTA EN 138 kV**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR :**

**IVÁN ENRIQUE GUTIERREZ VÁSQUEZ**

**PROMOCIÓN 1998 – II**

**LIMA - PERU**

**2 001**

---

## CONTENIDO

### INTRODUCCION

### OBJETIVO

### CAPITULO I

#### INGENIERIA DEL PROYECTO

- 1.0 OBJETIVO
- 1.1 COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO
- 1.2 NIVELES DE AISLAMIENTO
- 1.3 DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD
- 1.4 CAPACIDAD DE CORTOCIRCUITO
- 1.5 SUBESTACION TARAPOTO 138/22.9/10 kV
- 1.6 SUBESTACION BELLAVISTA 138/22.9/10 kV
- 1.7 SUBESTACION JUANJUI
- 1.8 ANALISIS DE CORTOCIRCUITO

### CAPITULO II

#### MEMORIA DESCRIPTIVA

- 2.1 OBJETIVOS
- 2.2 CARACTERISTICAS DEL AREA DEL PROYECTO
  - 2.2.1 UBICACIÓN
  - 2.2.2 CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS
  - 2.2.3 COSTO DE LA INVERSION
- 2.3 PROCEDIMIENTO DE CAMPO
  - 2.3.1 ESTRATIFICACION DEL SUELO

---

2.3.2 METODO DE 2 CAPAS USANDO CURVAS

2.3.3 RESISTIVIDAD APARENTE

2.3.4 RESISTIVIDAD DEL TERRENO

### CAPITULO III

#### DISEÑO DE LA RED DE TIERRA DE LA SUBESTACION

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 EQUIPO UTILIZADO

3.1.2 CONDICIONES CLIMATOLOGICAS

3.1.3 DISEÑO DE LA RED DE TIERRA DE LA SUBESTACION

3.1.4 REFERENCIA

3.1.5 UNIDADES UTILIZADAS

3.2 DISEÑO DE LA RED DE TIERRA DE LA LINEA

3.2.1 MATERIALES UTILIZADOS

3.2.2 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE TIPOS

3.2.3 ESTRUCTURAS EN ZONAS TRANSITABLES

3.2.4 ESTRUCTURAS EN ZONAS NO TRANSITABLES

3.2.5 CRITERIOS PARA EL CALCULO

### CAPITULO IV

#### ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMINISTRO

#### SUBESTACION (TARAPOTO BELLAVISTA Y JUANJUI)

4.1 OBJETIVOS

4.1.1 NORMAS APLICABLES

- 
- 4.1.2 GENERALIDADES
  - 4.1.3 RED DE TIERRA
  - 4.1.4 DESCRIPCION DE LOS MATERIALES
    - 4.1.4.1 CONDUCTOR
    - 4.1.4.2 ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA
    - 4.1.4.3 CONEXIONES A COMPRESION
  - 4.1.5 DATOS TECNICOS GARANTIZADOS
  - 4.1.6 EMBALAJE

## CAPITULO V

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMINISTRO

LINEA DE TRANSMISION

### 5.1 OBJETIVOS

- 5.1.1 NORMAS APLICABLES
- 5.1.2 DESCRIPCION DE LOS MATERIALES
  - 5.1.2.1 CABLE DE PUESTA ATIERRA
  - 5.1.2.2 ELECTRODO
  - 5.1.2.3 CONECTOR ELECTRODO – CABLE
  - 5.1.2.4 CONECTOR DOBLE VIA
- 5.1.3 INSPECCIONES Y PRUEBAS
- 5.1.4 INFORMACION TECNICA

## CAPITULO VI

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE

SUBESTACIONES ( TARAPOTO – BELLAVISTA Y JUANJI )

---

**6.1 MONTAJE DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

**6.1.1 DESCRIPCION**

**6.1.2 DISPOSICION**

**6.1.3 EJECUCION**

**6.1.4 TOLERANCIAS**

**CAPITULO VII**

**ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL MONTAJE**

**LÍNEA DE TRANSMISION**

**7.1 MONTAJE DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

**CAPITULO VIII**

**METRADO Y PRESUPUESTO**

**8.1 PREMISAS**

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

**BIBLIOGRAFIA**

**PLANOS**

---

## INTRODUCCION

Brevemente se puede definir que una Puesta a Tierra como un conjunto de elementos que permitan un contacto eléctrico conductivo entre el medio (terreno en general) e instalaciones, equipos estructuras Etc. Instalados fuera de ese medio.

Esta Puesta a Tierra es de gran importancia en el comportamiento de un sistema eléctrico y en la seguridad personal que labora en él, especialmente en anomalías.

La creencia, en cierta medida general, de que cualquier elemento puesto a tierra, aunque sea algunos centímetros de barra enterrada en el suelo, se transforma inmediatamente en algo incapaz de acarrear peligro.

Por otro lado, algunos criterios de aplicación de puesta a tierra, recomiendan usar siempre un mismo tipo de instalación, lo que conduce generalmente a efectividades que puedan estar dentro del rango aceptable dependiente de la resistividad del terreno.

La Puesta a Tierra persiguen mas que todo la seguridad de las personas y de los equipos involucrados.

---

## OBJETIVOS

Los objetivos fundamentales de la puesta a tierra son :

- Evitar voltajes peligrosos entre estructuras, equipos ( en general elementos o equipos expuestos ) y el terreno, durante fallas o condiciones normales de operación.
- Proporcionar una vía de baja impedancia de falla, lo más económicamente posible, a un Sistema para lograr la operación rápida de los elementos de protección,(relés, fusibles, etc..)
- Llevar a tierra las corrientes provenientes de descargas atmosféricas, limitando los voltajes producidos en instalaciones eléctricas (Lineas de Transmisión, subestaciones, etc ) y evitando la producción de efectos secundarios, tales como arcos que produzcan desconexiones de los circuitos. En este sentido, el problema de puesta a tierra es un problema de protección contra sobretensiones.

Servir de conductor de retorno para instalaciones y equipos de consumo. Tales como:

- Instalaciones de tracción Eléctrica
- Puesta a Tierra del neutro en instalaciones de distribución.
- Circuitos de Telefonía para Onda portadora
- Transmisión de Potencial en Corriente Continua

# CAPITULO I

## INGENIERIA DEL PROYECTO

### 1.0 OBJETIVO

En este capítulo se podrá ver la magnitud del proyecto, los alcances, los equipos involucrados para la ejecución del mismo, y el papel tan importante que juega el sistema de Aterramiento para la protección de los equipos y de las personas.

### 1.1 COORDINACION DE AISLAMIENTO

Dado que la Subestación Tarapoto – Bellavista – Juanjuí incluyen equipos importantes y de alto costo de reposición, la protección contra sobretensiones es esencial para evitar o minimizar disturbios mayores en el sistema así como fallas del equipo principal.

Para correlacionar las resistencias de aislamiento se considera las siguientes premisas :

Descripción	Unidad	Cantidad
Altitud	m.s.n.m.	1000
Factor de correlación	-----	1.0
<b>Grado de Aislamiento</b>		
Niveles de Tensión		
138	kV	Pleno
22.9	kV	Pleno
<b>Margen de seguridad</b>		
Tensión de Impulso		1.20
A frecuencia Industrial		1.15
Tensión Nominal del Pararrayos		
Para 138	kV	120
Para 22.9	kV	18
Para 10	kV	12



## 1.2 NIVELES DE AISLAMIENTO

Los niveles de aislamiento desarrollados están de acuerdo a las normas internacionales y poseen los siguientes aspectos principales :

Descripción	Unidad	AT	MT	BT
Tensión Nominal	kV	138	22.9	10
Tensión Máxima de Servicio	kV	145	24.0	12
Clase de Aislamiento	kV	145	24.0	12
<b>Aislamiento Interno</b>				
Tensión de Prueba al Impulso	kV	650	125	75
Tensión frecuencia Industrial kV	275	50	28	
<b>Aislamiento Externo</b>				
Tensión de Prueba al Impulso	kV	750	125	75
Tensión frecuencia Industrial kV	325	50	28	

## 1.3 DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD (IEC)

Se ha especificado distancias mayores para mayor seguridad como se puede ver en el siguiente cuadro :

Descripción	Unidad	AT	MT	BT
Distancia mínima entre fases	mm	1620	220	120
Conductores rígidos a partes Aterradas	mm	1620	220	120
Base del aislador de los equipos A nivel del terreno	mm	2300	2200	1300
Conductores desnudos de fase y La calzada dentro de la S.E.	mm	2300	2200	1300

---

## 1.4 CAPACIDAD DE CORTOCIRCUITO

Para todos los equipos se han considerado los siguientes valores de corto circuito la capacidad estandarizada en el equipamiento de las subestaciones.

Lado de 138 kV	31.5 kA
Lado de 22.9 kV	16.0 kA
Lado de 10 kV	31.5 kA

## 1.5 Subestación Tarapoto 138 / 22.9 / 10 kV

La Subestación Tarapoto fue ejecutada en el área prevista por el propietario de acuerdo a lo dispuesto en el proyecto que consta de 01 patio de llaves en 138 kV, 01 patio de llaves de 22,9 kV , 01 patio de llaves de 10 kV y un edificio de control .

La Subestación consta del siguiente equipamiento :

01 Transformador de Potencia 25-30/7-9/25-30 MVA.(ONAN – ONAF)

Patio de Llaves en 138 kV:

Módulo de Transformación .

- 01 Interruptor de Potencia de apertura unipolar en 170 kV, 3150 A
- 01 Seccionador de Barras 170 kV, 1250 A
- 03 Pararrayos Ozn, 120 kV, 10 kA
- 01 Juego de barras flexibles de AAAC 240 mm<sup>2</sup> en 138 kV .

Módulo de Barras.

- 03 Transformadores de tensión del tipo capacitivo 138 kV
- 01 Juego de barras flexibles de AAAC 240 mm<sup>2</sup> en 138 kV
- Pórtico de Barras.

Módulo de la Línea Salida a Bellavista

- 01 Seccionador de Barras 170 kV, 1250 A
  - 01 Interruptor de Potencia de apertura unipolar en 170 kV, 3150 A
  - 03 Pararrayos Ozn, 120 kV, 10 kA
-

- 
- 03 Transformadores de corriente en 138 kV
  - 03 Seccionadores de Líneas con puesta a Tierra 170 kV, 1200 A
  - 02 Trampas de Onda para telecomunicaciones
  - 03 Transformadores de tensión tipo capacitivo 138 kV
  - Pórtico de Líneas.

#### Módulo de Línea de Salida a Moyobamba

- 01 Seccionador de Barra 170 kV, 1250 A
- 01 Interruptor de Potencia de apertura unipolar en 170 kV, 3150 A
- 03 Pararrayos Ozn 120 kV, 10 kA
- 03 Transformadores de corriente en 138 kV
- 01 Seccionador de Líneas con puesta a Tierra 170 kV, 1200 A
- Pórticos de Líneas.

#### Patio de Llaves en 22.9 kV:

#### Módulo de Transformación

- 03 Tres Pararrayos 18 k, 10 kA, clase 2
- 01 Interruptor de Potencia de apertura tripolar en 24 k, 630 A
- 02 Seccionadores de Barras 24 kV. 630 A.

#### Sistema de Barras

- 01 Juego de barras flexibles de AAAC 240 mm<sup>2</sup> en 22.9 kV
- 03 Seccionadores portafusibles tipo cartucho
- 03 Transformadores de tensión inductivo 22.9/0.1 kV
- Pórtico de Barras y Líneas.
- 03 Aisladores portabarras de 24 kV.

#### Módulo de Línea Sálida a Juan Guerra.

- 01 Seccionador de Barras 24 kV, 630 A
- 01 Interruptor automático de recierre recloser 27 kV, 560 A
- 01 Seccionador de Líneas 24 kV, 630 A
- 03 Pararrayos 18 kV, 10 kA clase 2.

#### Módulo de Línea Sálida a Lamas

- 01 Seccionador de Barras 24 kV, 630 A
- 01 Interruptor automático de recierre recloser, 27 kV, 560 A
- 01 Seccionador de Líneas 24 kV, 630 A

- 
- 03 Pararrayos 18 kV, 10 kA clase 2.

Patio de Llaves en 10 kV

Módulo de Transformación

- 03 Pararrayos de 12 kV, 10 kA clase 2 lado de transformador de potencia
- 01 Interruptor de Potencia de apertura tripolar en 24 kV, 2000 A
- 01 Seccionadores de Barras 17.5 kV, 2000 A
- 03 Pararrayos 12 kV, 10 kA instalado en ingreso a patio 10 kV.

Módulo de Transformador de Servicios Auxiliares.

- 01 Transformador de Potencia para servicios auxiliares 100 kVA  $10 \pm 2 \times 2.5 \% / 0.38 - 0.22$  kV .
- 03 Seccionadores unipolares tipo Cut out 15 kV. 100 A 110 kV .

Sistema de Barras

- 01 Juego de barras rígidas tubulares de Aluminio de 7.62 mm de diámetro en 10 kV 2000 A.
- 03 Transformadores de Tensión Inductivo 50 VA 10 / 3 / 0.1:3 Kv.
- 03 Seccionadores Unipolares tipo cartucho
- 03 Pararrayos 12 kV, 10 kA.
- Cables de energía.

## **1.6 Subestación Bellavista 138 / 22.9 / 10 kV**

La subestación fue construida en los límites urbanos el cual tiene una extensión correspondientes a dos hectáreas.

Patio de 138 kV

El Patio de llaves consta de un sistema de barras flexibles en disposición de simple barra.

Módulo de Transformación.

- 01 Transformador de Potencia 15 – 20 / 15 – 20 / 5.3 – 7 MVA (ONAN – ONAF)
- 03 Pararrayos de 120 kV 10 kA, clase 3
- 06 Aisladores portabarras 170 kV.

---

### Módulo de Línea de Llegada Tarapoto

- 01 Seccionador de Barras 138 kV, 1200 A
- 01 Interruptor de Potencia de apertura unipolar en 138 kV, 1200 A
- 03 Transformadores de Corriente 138 kV
- 01 Seccionador de Líneas con Puesta a Tierra. 138 kV, 1200 A.
- 02 Trampas de Onda para Telecomunicaciones.
- 03 Transformadores de Tensión del tipo capacitivo
- 03 Pararrayos 120 kV, 10 kA clase 3.

### Patio de Llaves en 22.9 kV

### Módulo de Transformación

- 03 Pararrayos 18 kV 10 kA clase 2 para la instalación en transformador de potencia
- 01 Interruptor de Potencia de apertura tripolar en 22.9 kV 630 A.
- 02 Seccionadores de Barras 22.9 kV. 630 A.

### Sistema de Barras

- 01 Juego de Barras flexibles de AAAC 240 mm<sup>2</sup> en 22.9 kV
- 03 Seccionadores unipolares portafusibles tipo cartucho 24 kV
- 03 Transformadores de tensión inductivo 22.9 / 0.1 kV
- 03 Aisladores portabarras 24 kV
- Pórticos de Barras y líneas.

### Módulo de Línea Salida L1 a Saposoa

- 01 Seccionador de Barras 24 Kv 630 A.
- 01 Interruptor automático de recierre recloser 27 kV, 560 A
- 01 Seccionador de Líneas 24 kV, 630 A
- 03 Pararrayos 18 kV, 10 kA.

### Módulo de Línea Salida L2 a Juanjui

- 01 Seccionador de Barras 24 Kv 630 A.
- 01 Interruptor automático de recierre recloser 27 kV, 560 A
- 01 Seccionador de Líneas 24 kV, 630 A
- 03 Pararrayos 18 kV, 10 kA.

---

#### Módulo de Línea Salida L3 a Nueva Línea y Barranca

- 01 Seccionador de Barras 24 Kv 630 A.
- 01 Interruptor automático de recierre recloser 27 kV, 560 A
- 01 Seccionador de Líneas 24 kV, 630 A
- 03 Pararrayos 18 kV, 10 kA.

#### Módulo de Línea Salida L4 a Picota

- 01 Seccionador de Barras 24 Kv 630 A.
- 01 Interruptor automático de recierre recloser 27 kV, 560 A
- 01 Seccionador de Líneas 24 kV, 630 A
- 03 Pararrayos 18 kV, 10 kA.

#### Módulo de Línea Salida L5 a Sisa

- 01 Seccionador de Barras 24 Kv 630 A.
- 01 Interruptor automático de recierre recloser 27 kV, 560 A
- 01 Seccionador de Líneas 24 kV, 630 A
- 03 Pararrayos 18 kV, 10 kA.

#### Patio de Llaves de 10 kV

#### Módulo de Transformación

- 03 Pararrayos de 12 kV, 10 kA clase 2 para la Instalación en el transformador de potencia.
- 02 Seccionadores de Barras 10 k, 630 A.
- 01 Interruptor de Potencia de apertura tripolar en 10kV 1200 A .

#### Sistema de Barras

- 01 Juego de barras flexibles en 10 kV
- 03 Transformadores de tensión 50 VA 10 – V3 / 0.1: V3, kV
- 03 Seccionadores unipolares tipo cartucho 10 kV.
- Pórticos de Barras y Líneas.
- 06 Aisladores portabarras 24 kV.

#### Módulo de Interconexión a Casa de Fuerza

- 02 Seccionadores de Barras 10 kA, 630 A

- 
- 01 Interruptor de Potencia de apertura tripolar en 10 kV, 1200 A
  - 03 Pararrayos 12 kV, 10 kA, clase 2
  - cables de energía.

#### Módulo de Transformador de Servicios Auxiliares

- 01 Transformador de Potencia para servicios auxiliares 100 kVA, 10±2 x 2.5 % / 0.38 – 0.22 kV.
- 03 Seccionadores unipolares tipo cutout 15 kV, 100 A 110 kV BIL.

### 1.7 Subestación Juanjuí 22.9 / 10 kV

Consta de un patio de Llaves en 10 kV y 22.9 kV : El patio de llaves consta de una llegada simple hasta el transformador.

#### Módulo de Transformación

- 03 Pararrayos 18 kV, 10 kA, clase 2
- 03 Seccionadores fusible tipo cut out en 22.9 kV
- 03 Aisladores portabarras de 24 kV
- 01 Autotransformador de Potencia 1.5 MVA (ONAN), 2.0 (ONAF)

#### Patio de Llaves en 10 kV

#### Módulo de Transformación / Salida de Interconexión

- 03 Transformadores de Tensión 50 VA 10 – √3 / 0.1: √3 kV.
- 01 Interruptor de Potencia de apertura tripolar en 24 kV 630 A.
- 01 Seccionador de Barras 10 kV, 630 A.
- 03 Pararrayos 12 kV, 10 kA clase 2.

### 1.8 ANALISIS DE CORTOCIRCUITO

Los datos de entrada para el análisis de cortocircuito lo constituye los parámetros

eléctricos de secuencia positiva, negativa y cero de líneas, transformadores,

generadores síncronos y cargas estáticas los cuales se pueden ver en las tablas N° 1 y

2. Otro Conjunto de datos de ingreso son las tensiones en módulos y ángulos, potencia

activa y reactiva de generación previo a la falla obtenidos a partir de las simulaciones de

---

flujo de carga.

Con el fin de determinar los niveles de corriente de falla que detectará cada dispositivo en su zona de protección, se ha efectuado un análisis de cortocircuito tomando en cuenta las siguientes configuraciones del sistema :

- Sistema Bellavista - Tarapoto – Moyobamba.
- Sistema Bellavista - Tarapoto.

Durante las condiciones de máxima y mínima demanda.

Los valores de corriente de falla multifásica se han obtenido mediante las simulaciones de cortocircuito trifásico con resistencia de falla nula durante la condición de máxima demanda.

Los resultados de las simulaciones de circuito se presentan de la siguiente manera :

- Sistema Bellavista – Tarapoto – Moyobamba.

Tabla N° 3 : Cuadro resumen de los resultados de cortocircuito

Esquema N° 1 : Falla trifásica a tierra - Máxima Demanda

Esquema N° 2 : Falla monofásica a tierra – Máxima Demanda

Esquema N° 3 : Falla Trifásica a tierra - Mínima Demanda

Esquema N° 4 : Falla Monofásica a Tierra – Mínima Demanda.

- Sistema Bellavista – Tarapoto

Tabla N° 4 : Cuadro resumen de los resultados de cortocircuito

Esquema N° 5 : Falla trifásica a tierra - Máxima Demanda

Esquema N° 6 : Falla monofásica a tierra – Máxima Demanda



---

Esquema N° 7 : Falla Trifásica a tierra - Mínima Demanda

Esquema N° 8 : Falla Monofásica a Tierra – Mínima Demanda.

**SISTEMA ELECTRICO BELLAVISTA - TARAPOTO - MOYOBAMBA  
DATOS DE CARGA - 1999**

**TABLA N° 1**

BARRA	MAXIMA DEMANDA			MINIMA DEMANDA			FACTOR DE POTENCIA
	TENSION kV	POTENCIAS		FACTOR MINIMA DEMANDA	POTENCIAS		
		ACTIVA (MW)	REACTIVA (MVAR)		ACTIVA (MW)	REACTIVA (MVAR)	
BELLA - 10	10,0	0,464	0,288	0,185	0,086	0,053	0,85
BELLA - 23	22,9	2,170	1,345	0,093	0,202	0,125	0,85
JUAN - 10	10,0	1,084	0,672	0,251	0,272	0,169	0,85
JUAN - 23	22,9	0,341	0,211	0,105	0,036	0,022	0,85
TARA - 10	10,0	7,315	4,533	0,383	2,802	1,736	0,85
TARA - 23	22,9	1,986	1,231	0,198	0,393	0,244	0,85
MOYO - 10	10,0	1,563	0,969	0,215	0,336	0,208	0,85
GERA - 20	20,0	0,132	0,082	0,082	0,011	0,007	0,85
RIOJA - 20	20,0	2,634	1,632	0,084	0,221	0,137	0,85

**SISTEMA ELECTRICO BELLAVISTA - TARAPOTO - MOYOBAMBA  
DESPACHO DE GENERACION**

BARRA	TIPO	GRUPO	TENSION kV	NUMERO GRUPOS	POTENCIA ACTIVA (MW)	FACTOR DE POTENCIA	IMPEDANCIA SUBTRANS X"d
BELLA - 10	C.T.	CAT 3516,3412	10,0	1	1,55	0,77	0,236
TARA - 10	C.T.	WARTZILA	10,0	2	6,24	0,76	0,236
TARA - 10	C.T.	CKD	10,0	1	2,35	0,76	0,236
GERA - 10	C.T.		10,0	2	3,00	0,75	0,150
JUANJUI	C.T.	SKODA	10,0	1	1,60	0,75	0,236

DATOS DEL SISTEMA ELECTRICO BELLAVISTA - TARAPOTO - MOYOBAMBA

TABLA N° 2

LINEAS DE TRANSMISION

BARRAS		TENSION	R1	X1	C1	Ro	Xo	Co	LONGITUD
SE 1	SE 2	kV	Ohm/km	Ohm/km	Ohm/km	Ohm/km	Ohm/km	Ohm/km	km
TARA - 138	BELLA - 138	138,0000	0,1423	0,4993	8,8936	0,3194	1,6470	5,2310	80,0
TARA - 138	MOYO - 138	138,0000	0,1423	0,4993	8,8936	0,3194	1,6470	5,2310	99,0
MOYO - 60	RIOJA - 60	60,0000	0,3023	0,3908	8,8500	0,4196	1,2897	4,6250	22,7
MOYO - 60	GERA - 60	60,0000	0,3023	0,3908	8,8500	0,4196	1,2897	5,6250	14,3
BELLA - 23	JUAN - 23	22,9000	0,4400	0,4600	6,6500	1,1000	1,1500	3,1250	24,0

TRANSFORMADORES DE TRES DEVANADOS

S.E.	TENSIONES			BASE	POTENCIAS			TENSIONES CORTOCIRCUITO (%)			CONEXION
	PRIMARIO	SECUNDARIO	TERCIARIO	MVA	P-S	P-T	S-T	P-S	P-T	S-T	
TARAPOTO	132,0	22,9	10,0	25,0	25/30	7/9	25/30	11,70	12,70	6,00	GGD
MOYOBAMBA	132,0	60,0	10,0	15,0	15/20	15/20	7/9	10,27	16,40	4,80	GGD
BELLAVISTA	132,0	22,9	10,0	15,0	15/20	15/20	5,3/7	9,80	12,50	8,80	GGD

TRANSFORMADORES DE DOS DEVANADOS

S.E.	TENSIONES (kV)		BASE	VCC	CONEXION
	PRIMARIO	SECUNDARIO	MVA	%	
GERA	10,0	60,0	7,0	8,35	DG
GERA	10,0	20,0	1,6	6,25	DG
RIOJA	60,0	20,0	4,5	8,35	GD

AUTOTRANSFORMADOR

S.E.	TENSIONES (kV)		BASE	VCC	CONEXION
	PRIMARIO	SECUNDARIO	MVA	%	
JUANJUI	22,9	10,0	1,5/2,0	2,10	GD

**SISTEMA BELLAVISTA - TARAPOTO - MOYOBAMBA  
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO**

**TABLA N° 3**

BARRA	TENSION kV	MINIMA DEMANDA		MAXIMA DEMANDA	
		1F - T	3F - T	1F - T	3F - T
BELLA - 138	138,0	347,06	213,11	530,62	355,38
BELLA - 10	10,0	0,00	2 446,07	2 596,19	3 784,76
BELLA - 23	22,9	1 725,02	1 089,41	2 412,94	1 654,30
TARA - 138	138,0	395,48	234,60	646,89	412,65
MOYO - 138	138,0	386,67	234,53	563,87	317,50
MOYO - 60	60,0	923,71	553,71	1 217,38	788,08
MOYO - 10	10,0	0,00	3 095,27	0,00	4 386,14
TARA - 23	22,9	2 329,19	1 384,07	3 861,23	2 459,51
RIOJA - 60	60,0	669,72	492,11	770,10	653,59
GERA - 60	60,0	875,52	561,67	1 073,02	763,94
RIOJA - 20	20,0	1 087,15	829,47	1 095,67	908,34
GERA - 20	20,0	692,44	599,31	652,71	580,25
JUAN - 23	22,9	629,05	620,15	605,55	692,26
JUAN - 10	10,0	1 050,58	1 030,77	975,52	1 068,13
TARA - 10	10,0	4 584,99	3 344,63	8 911,14	6 444,40
GERA - 10	10,0	7 024,77	4 323,85	7 399,19	4 866,69

**SISTEMA BELLAVISTA - TARAPOTO  
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO**

**TABLA N° 4**

BARRA	TENSION kV	MINIMA DEMANDA		MAXIMA DEMANDA	
		1F - T	3F - T	1F - T	3F - T
BELLA - 138	138,0	201,46	118,93	421,97	274,98
BELLA - 10	10,0	0,00	1 469,69	2 393,01	3 120,61
BELLA - 23	22,9	1 077,48	649,45	2 030,29	1 352,20
TARA - 138	138,0	216,77	125,81	483,86	306,57
TARA - 23	22,9	1 368,21	786,28	3 128,07	1 947,06
JUAN - 23	22,9	520,19	449,62	586,75	639,72
JUAN - 10	10,0	901,33	799,31	954,56	1 009,82
TARA - 10	10,0	2 927,08	1 905,54	7 446,02	5 120,90

---

## CAPITULO II

### MEMORIA DESCRIPTIVA

#### 2.1 OBJETIVO

En este documento se presenta la descripción de los materiales usados para la puesta a Tierra de la Subestación como de la Línea de Transmisión y los criterios utilizados para dimensionar los tipos de puesta a tierra para cada tipo de apoyo en función de la ubicación de la estructura y la resistividad del terreno.

Todos los materiales utilizados para la puesta a tierra son suministrados por la Dirección Ejecutiva de Proyectos del Ministerio de Energía y Minas y entregados al Contratista.

#### 2.2 CARACTERISTICAS DEL AREA DEL PROYECTO

##### 2.2.1 UBICACIÓN

El área del Proyecto se encuentra ubicada en las provincias de San Martín, Picota y Bellavista, Departamento de San Martín, Tiene su inicio en la Subestación Tarapoto 138 / 22.9 / 10 kV –30 MVA recorriendo paralelo a la carretera Marginal Sur Tarapoto – Bellavista atravesando las localidades de Juan Guerra, Yucatina, Buenos Aire, Shimbillo, Chinchá Alta, Pucacaca, PicotaLa Unión, Puerto Rico, San Hilarión, San Rafael, La Libertad, Limón y finalmente llegando la Subestación Bellavista 138 / 22.9 / 10 kV – 20 MVA.

---

## 2.2.2 CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS

El área del Proyecto se caracteriza por presentar un clima propias de la zona de seja de selva.

- **Condiciones Climáticas:**

Humedad relativa promedio	:	78.30 %
Temperatura mínima	:	18.00°C
Temperatura máxima	:	35.00°C
Temperatura promedio Anual	:	26.50°C
Precipitaciones pluviales	:	Intensas en los meses de Diciembre a
Marzo		1 500 mm anuales

## 2.2.3 COSTO DE LA INVERSION

El costo de la inversión en el Proyecto ha sido calculado en teniendo en cuenta los costos actuales de mercado, todos los costos estarán en US\$ tanto en moneda extranjera como moneda nacional.

El cuadro siguiente muestra el resumen de costos para la red de tierra de la Subestación como de la Línea de Transmisión, sus componentes de suministro.

COSTO TOTAL DIRECTO (US\$)		43 027,00
Gastos Generales	0,14	6 024,15
Utilidad	0,10	4 302,15
I.G.V.	0,18	9 603,00
COSTO TOTAL GENERAL		62 956,30

## 2.3 PROCEDIMIENTO DE CAMPO

Considerando las características que normalmente presentan los suelos en virtud de su propia formación geológica a través de los años, el modelamiento de **capas estratificadas** en formas horizontales, han dado excelentes resultados comprobados en la práctica.

### 2.3.1 Estratificación del suelo

Considerando las características que normalmente presentan los suelos, en virtud de su propia formación geológica a lo largo de los años.

El modelamiento de la estratificación en capas esto es en capas horizontales producen excelentes resultados comprobados en la práctica.

Usando las teorías de electromagnetismo en un suelo con dos capas horizontales es posible desarrollar un modelamiento matemático, con auxilio de las medidas tomadas por el método de Wenner, posibilita encontrar la resistividad del suelo de la primera y segunda capa, con su respectiva profundidad.

Una corriente  $I$  inyectada en el punto **A** en un suelo de dos capas genera potenciales en la primera capa, que debe satisfacer la ecuación 1 conocida como la Ecuación de



Laplace.

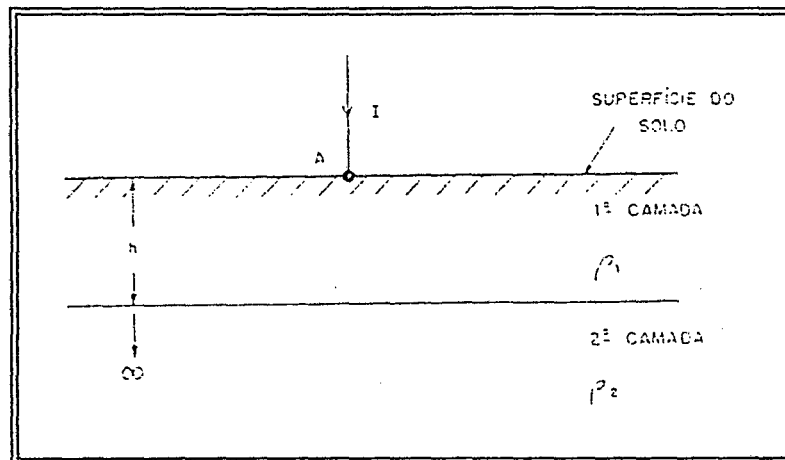


Figura 1 Suelo en Dos Capas

$$\nabla^2 V = 0 \quad (1)$$

Resolviendo la Ecuación de Laplace relativamente a un potencial  $V$  de cualquier punto de la primera capa de suelo, a una distancia  $r$  de la fuente de corriente  $A$ , se llega a la siguiente expresión:

$$V_p = \frac{I\rho_1}{2\pi} \left[ \frac{1}{r} + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{K^n}{\sqrt{r^2 + (2nh)^2}} \right] \quad (2)$$

Donde:

$V_p$  = Potencial de un punto  $P$  en cualquier parte de la primera capa con relación al infinito

$\rho_1$  = Resistividad de la primera capa

$h$  = Profundidad de la primera capa

$r$  = Distancia del punto  $P$  a la fuente de corriente

$K$  = Coeficiente de Reflexión definida por:

$\rho_2$  = Resistividad de la segunda capa

$$K = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1 + \rho_2} = \frac{\frac{\rho_2}{\rho_1} - 1}{\frac{\rho_2}{\rho_1} + 1} \quad (3)$$

---

Para la expresión 3 se verifica que la variación del coeficiente de reflexión esta limitado entre:

-1 y +1

### 2.3.2 METODO DE DOS CAPAS USANDO CURVAS

Como se ha observado el rango de variación del coeficiente de reflexión  $K$  es pequeña limitada entre  $-1$  y  $+1$ ; se puede entonces trazar una familia de curvas de  $\rho(a)/\rho_1$  en función de  $h/a$  para una serie de valores de  $K$  negativos y positivos, cubriendo todo el rango de variación. Las curvas trazadas para  $K$  variando el rango negativo esto es la curva  $\rho(a) \times a$  descendente figura 2a representado en la figura 3, para una curva  $\rho(a)$  Vs.  $a$  ascendente figura 2B representado en la figura 4.

Basándose en la familia de curvas teóricas positivas y negativas es posible establecer un método fácil que permita establecer la gráfica de la curva  $\rho(a)$  Vs.  $a$  medida por el método de Wenner, con una determinada curva particular. Esta curva particular se caracteriza por los valores de  $\rho_1$ ,  $K$  y  $h$ .

A continuación se presenta el desarrollo de este método.



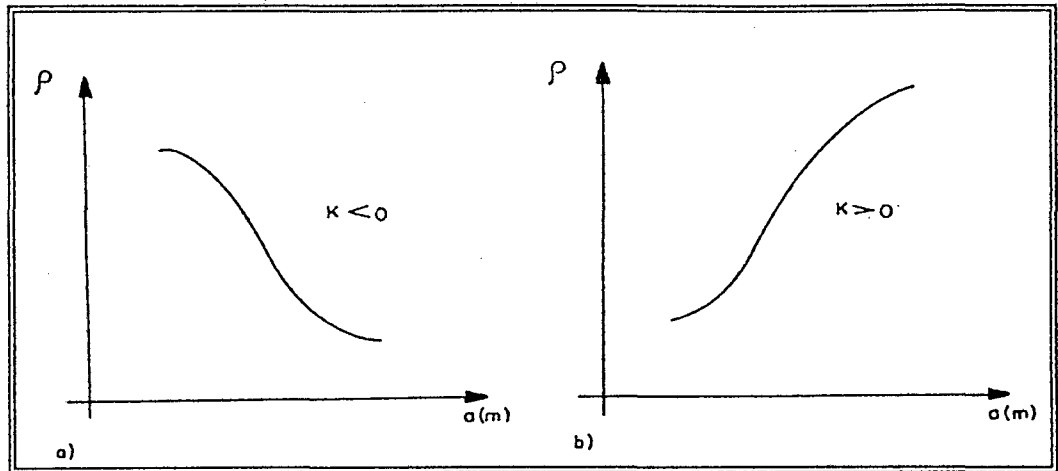


Figura 2A  
Curvas  $\rho(a)$  Vs.  $a$  Descendentes y Ascendentes

1. Trazar la curva  $\rho(a)$  Vs.  $a$ , obtenida por el método de Wenner.
2. Prolongar la curva  $\rho(a)$  Vs.  $a$ , hasta cortar las ordenadas del gráfico, obteniendo directamente el valor  $\rho_1$  resistividad de la primera capa.
3. El valor de espaciamento  $a_1$  es escogido arbitrariamente; se prolonga hasta cortar la curva y se obtiene el valor correspondiente de  $\rho(a_1)$ .
4. Con el comportamiento de la curva  $\rho(a)$  Vs.  $a$  determinar el signo de  $K$ ; si la curva es ascendente,  $K$  es positivo; si la curva es descendente,  $K$  es negativo.
5. Con el valor de  $\rho(a_1)/\rho_1$  o  $\rho_1/\rho(a_1)$  obtenido entre las curvas teóricas correspondientes, se traza una línea paralela en el eje de las abscisas. Esta recta corta curvas distintas de  $K$ . Luego proceder a anotar todos los valores de  $K$  y  $h/a$  respectivamente.
6. Multiplicar todo los valores de  $h/a$  hallados en el paso 5 por el valor de  $a_1$  del tercer paso. Generar una tabla con los valores del Quinto y sexto paso; esta tabla debe tener los siguientes valores :  $K$ ,  $h/a$  y  $h$ .
7. Graficar la curva  $K$  Vs.  $h$  con los valores de la tabla obtenidos en el paso 6.
8. Escoger un segundo valor de espaciamento  $a_2 \neq a_1$ ; con este valor se repiten los pasos 3 al 7, hasta obtener la nueva curva  $K$  Vs.  $h$ .
9. Graficar la curva  $K$  Vs.  $h$  en el mismo gráfico del paso 6.

10. En la intersección de las dos curvas K Vs. h, se obtiene los valores para el calculo de la nueva estratificación.

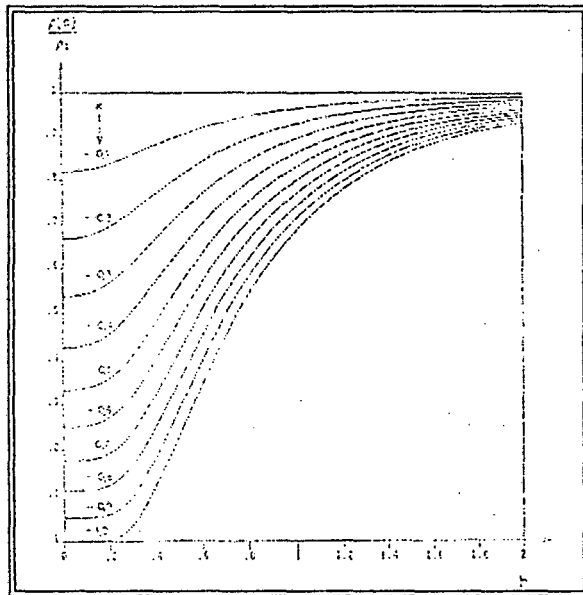
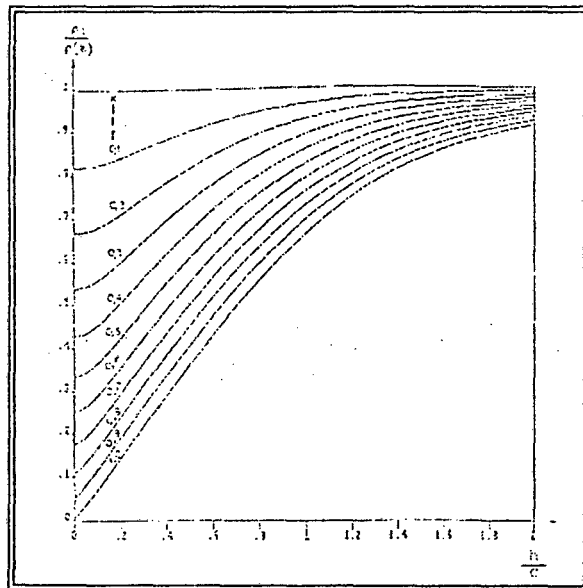


Figura 3 Curvas para K Negativos



### 2.3.3 RESISTIVIDAD APARENTE (Ra)

Un terreno con varias capas ó estratos presenta resistividades diferentes para cada tipo de sistema de aterramiento.

---

El paso de la corriente eléctrica al sistema de aterramiento en un terreno depende de :

- La composición del suelo con sus respectivos estratos
- La geometría del sistema de aterramiento
- El tamaño del sistema de aterramiento

Por tanto, es preciso calcular la resistividad aparente que representa la integración entre un sistema de aterramiento relativo en conformidad con el tipo de suelo.

Asimismo, es posible definir una resistividad llamada aparente ( $\rho_a$ ) de un sistema de aterramiento relativo, considerando un suelo homogéneo como resistividad eléctrica de un solo tipo de suelo que produzca el mismo efecto.

Genéricamente, para cualquier sistema de aterramiento se tiene :

$$R_{\text{aterramiento}} = \rho_a \times f(g)$$

$R_{\text{aterramiento}}$	:	Resistencia eléctrica del sistema de aterramiento
$\rho_a$	:	Resistividad aparente
$f(g)$	:	Función que depende de la geometría del sistema de puesta a tierra y de la forma de instalación en el suelo.

#### 2.3.4 RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Se efectuaron mediciones de resistividad del terreno utilizando el método Wenner y un instrumento telurómetro marca Megabras.

Con estas mediciones se calculó la estratificación del terreno en dos capas lo que se muestra en la hoja de cálculo adjunta . Dicho Cálculo da como resultado una resistividad de 138 Ohm – m para la primera capa de 0.56 m de profundidad y 15,33 Ohm – m para la segunda capa. Se desprecia la primera capa ya que se realizaron cortes de terreno por lo que se considera válida la resistividad de la segunda capa que es de 15,33 Ohm – m.

Como los días anteriores a las mediciones fueron lluviosos, se aplica un factor de 5 a la

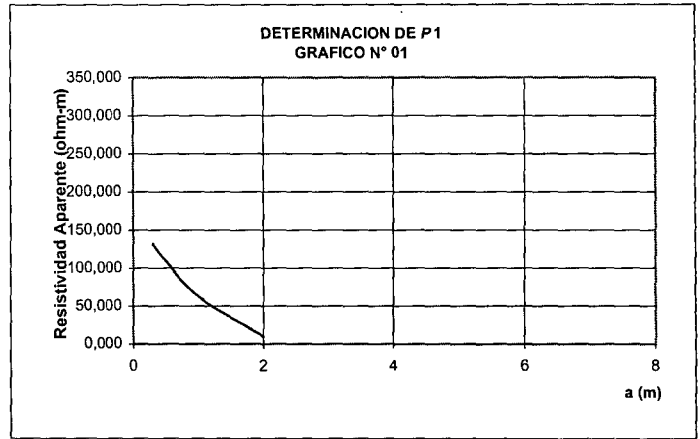
---

resistividad calculada lo que resulta 76,65 Ohm – m que es el valor asumido en los cálculos que se efectuarán a continuación.

# CALCULO DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO SUBESTACION TARAPOTO

Nota: a partir de estos valores se obtiene el grafico N° 01

a (m)	P <sub>aparen.</sub> Ohm-m
0,3	131,950
0,5	109,960
1	62,830
2	10,050



Dato obtenido del grafico N° 01  
**P1 = 138** ohm-m

\* Valores recomendados para a(m) = 1,2 y 3

1° Evaluación :

a	=	0,50	m
P <sub>apar.</sub>	=	109,96	ohm-m
P <sub>apar./P1</sub>	=	0,797	

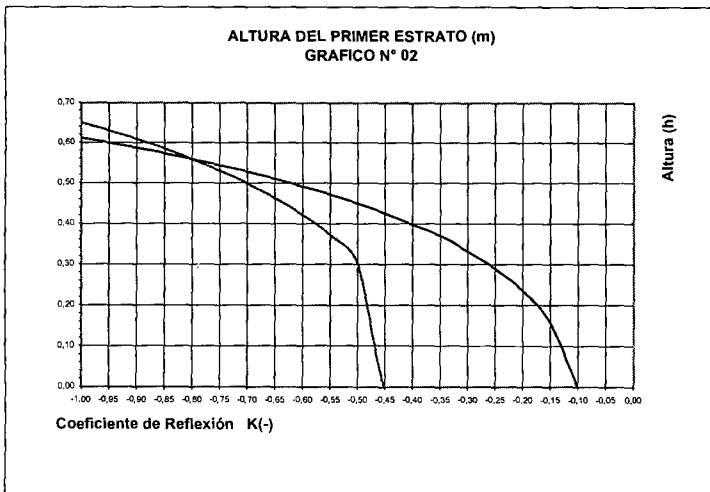
2° Evaluación :

a	=	1,00	m
P <sub>apar.</sub>	=	62,83	ohm-m
P <sub>apar./P1</sub>	=	0,455	

Posición
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19

k	h/a	h (m)
-0,10	0,00	0,000
-0,15	0,32	0,158
-0,20	0,47	0,236
-0,25	0,58	0,290
-0,30	0,66	0,332
-0,35	0,74	0,368
-0,40	0,80	0,398
-0,45	0,85	0,426
-0,50	0,90	0,450
-0,55	0,94	0,472
-0,60	0,98	0,492
-0,65	1,02	0,511
-0,70	1,06	0,528
-0,75	1,09	0,545
-0,80	1,12	0,560
-0,85	1,15	0,574
-0,90	1,17	0,587
-0,95	1,20	0,600
-1,00	1,22	0,612

k	h/a	h (m)
-0,10		
-0,15		
-0,20		
-0,25		
-0,30		
-0,35		
-0,40		
-0,45		
-0,50	0,30	0,303
-0,55	0,37	0,372
-0,60	0,42	0,422
-0,65	0,46	0,463
-0,70	0,50	0,499
-0,75	0,53	0,531
-0,80	0,56	0,559
-0,85	0,59	0,585
-0,90	0,61	0,609
-0,95	0,63	0,631
-1,00	0,65	0,651

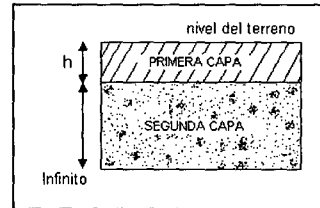


Del grafico N° 02

- Los resultados de h y k; se obtienen en la posición :  
- Introduzca el valor de h y k, de la posición anterior:

15

h = 0,529 m  
k = -0,80



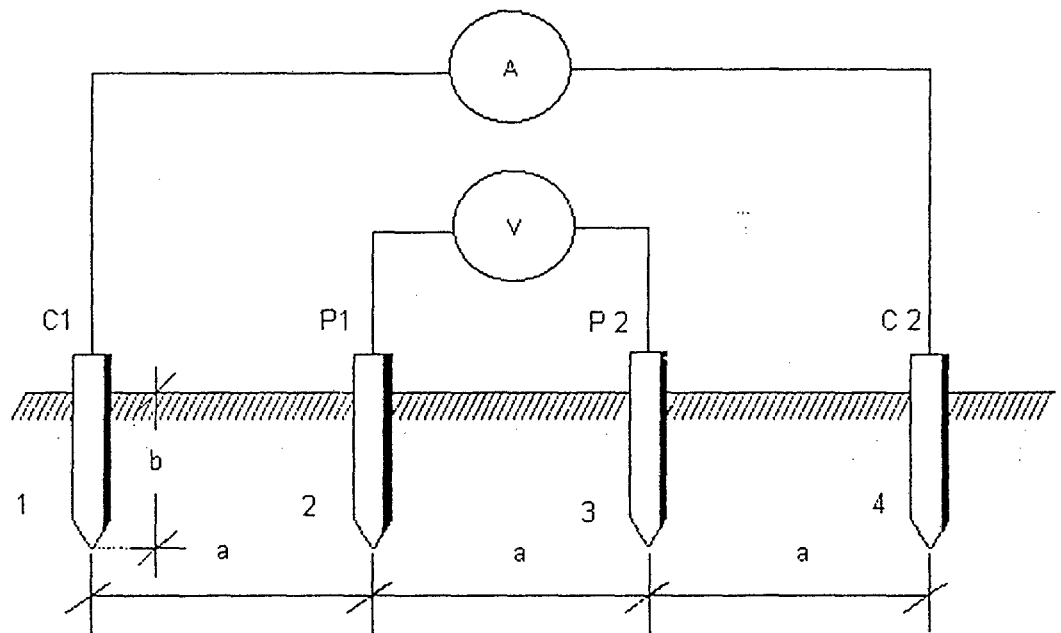
RESUMEN GENERAL	
h	= 0,529 m
K	= -0,80
P1	= 138,00 ohm-m
P2	= 15,33 ohm-m

## CAPITULO III

### DISEÑO DE LA RED DE TIERRA DE LA SUBESTACION

#### 3.1 METODOLOGIA

Las mediciones se han efectuado empleando el método WENNER, que utiliza cuatro electrodos, cuya configuración se muestra en la figura siguiente, donde los electrodos se colocan en línea recta y a una misma profundidad de penetración; los electrodos 1 y 4 son usados para inyectar corriente y la diferencia de la potencial se mide entre los electrodos 2 y 3 respectivamente.



Según WENNER la resistividad específica del suelo está dada por la siguiente expresión:

$$\rho = 2 \cdot \pi \cdot R \text{ si } b \ll a$$

Donde :



- 
- $\rho$  = Resistividad del terreno ( $\Omega - m$ )
- $R$  = Resistencia medida ( $r$ )
- $a$  = Distancia entre electrodos ( $m$ )
- $b$  = Profundidad de Penetración de electrodos ( $m$ )

### 3.1.1 EQUIPO UTILIZADO

Se utilizó un telurómetro electrónico marca MEGGER ET 3/2 . Este instrumento trabaja bajo el principio de balance nulo. La caída de tensión debido a una corriente que fluye a través de una resistencia de tierra desconocida es medida comparándola a una fracción de caída de tensión desarrollada por la misma corriente que fluye a través de un potenciómetro calibrado.

### 3.1.2 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

Las mediciones se realizarán con una temperatura del ambiente de  $15^{\circ}$  a  $30^{\circ}$  C; día soleado,

Terreno seco con 5 % de inclinación aproximadamente.

### 3.1.3 DISEÑO DE LA RED DE TIERRA DE LA SUBESTACIÓN

### 3.1.4 REFERENCIA

Este método aplica lo indicado en la norma IEEE 80 - 1986.

### 3.1.5 UNIDADES UTILIZADAS

A continuación se describe las unidades y símbolos a utilizar en las fórmulas:

$A_e$  = Area rectangular

$L$  = Longitud del lado mayor de  $A_e$  ( $m$ )

A	= Longitud del lado menor de Ae (m)
$L_t$	= Longitud teórica total necesaria del cable (m)
$I_{cc}$	= Máxima corriente de falla a tierra ( A )
$I_m$	= Parte de la Máxima corriente de falla tierra que recorre por el cable ( A )
t	= Tiempo de duración de la falla ( s )
r	= Resistividad Aparente del terreno (Ohm – m)
$\rho_s$	= Resistividad de la capa de grava (Ohm – m)
h	= Profundidad a ser enterrado el cable ( m )
$h_s$	= Espesor de la capa de grava ( m )
$T_m$	= Máxima temperatura admisible por el cable (°C)
$T_a$	= Temperatura ambiente (°C)
$N_a$	= N° de cables paralelos en el lado mayor de Ae
$N_b$	= N° de cables paralelos en el lado menor de Ae
$E_a$	= Distancia entre cables paralelos del lado mayor de Ae (m)
$E_b$	= Distancia entre cables paralelos del lado menor de Ae (m)
V	= N° varillas de copperweld de 5 / 8 " de diámetro y 2.4 m de longitud para pozos en perímetro de la malla.
d	= Diámetro del cable ( m ).

#### DATOS PARA EL CALCULO

Los datos iniciales a considerar son :

$I_{cc}$	=	6.00 kA	$I_m$	=	3.60 kA
t	=	0.25 s	$\rho_s$	=	3000 Ohm – m
$\rho$	=	76.65 Ohm – m	$T_m$	=	450 °C
$T_a$	=	30 ° C	h	=	0.80 m

Donde :

$I_{cc}$  : Máxima corriente de falla según cálculos de cortocircuito

$I_m$  : Máxima corriente ( $I_G$ ) que circula por la malla. Ecuación N° 54 de la Página 102 ( IEEE 80 ). Pag 138 Aterramiento Eléctrico, acápite a y ecuación 8.5.2., Página 139 .

## RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Según las mediciones efectuadas en campo y que se anexan al presente documento, Utilizado el método WENNER.

## DATOS A CONSIDERAR

Se utiliza la fórmula de Onderdonk, válida sólo para conductores de cobre para dimensionar el cable.

$$S = \frac{I}{226.53 \sqrt{\left(\frac{l}{t}\right) \ln \left(\frac{T_m - T_a}{234 + T_a} + 1\right)}}$$

$$S = 13.57 \text{ mm}^2$$

Luego se utilizará conductor de cobre de 70 mm<sup>2</sup>, el cual posee un diámetro de  $d = 0.0105 \text{ m}$ .

## VALORES DE LOS POTENCIALES MAXIMOS ADMISIBLES

Factor de corrección debido a la capa de grava:

Si la resistividad de la capa de grava fuera igual a la resistividad del terreno

Entonces  $C(h_s, K) = 1$

$$C_s = (h_s, K) = \frac{1}{0.96} \left[ 1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{K^n}{\sqrt{1 + 2 \left(2^n \frac{h_s}{0.08}\right)^2}} \right]$$

---

Ecuación N° 69, página N° 114 (IEEE - 80)

Para este caso :

$$N = \text{Máximo ( Na, Nb)}$$

Ecuación N° 80, página N° 117 ( IEEE - 80 )

$$E = \text{Mínimo (Ea, Eb)}$$

Por lo tanto :

$$K_p = 0.2692$$

$$K_i = 2.3760$$

$$V_p = 282.11 \text{ V}$$

Resulta menor que la tensión de paso máximo  $V_{pm} = 2\ 065.94 \text{ V}$

Según ecuación del acápite 8.2

### 3.2. DISEÑO DE LA RED DE TIERRA DE LA LINEA

#### 3.2.1 MATERIALES UTILIZADOS

Los materiales utilizados y sus características principales son las siguientes :

##### CONDUCTOR COPPERWELD

Las características principales son las siguientes :

Material : Acero recubierto de cobre, Copperweld

Calibre : 2 AWG

---

Hilos componentes : 1

Sección real : 33.62 mm<sup>2</sup>

Diámetro exterior : 6.54 mm

Resistencia eléctrica : 1.743 ohm / km

Peso Unitario : 274,1 kg

Carga de rotura : 2577 kg

Conductividad : 30%

#### JABALINA COPPERWELD

Fabricante : Intelli

Material : Copperweld

Tipo : IH – 858

Diámetro : 5 / 8 "

Longitud : 8 ' – 2.46 m

#### CONECTOR CONDUCTOR – JABALINA

Fabricante : Fah Teeng

---

---

Tipo : M16

Material : Bronce

**CONECTOR CONDUCTOR-TORRE**

Fabricante : Fah Teeng

Tipo : GCC - 12

Material : Bronce

**CONECTOR CONDUCTOR-CONDUCTOR DE DOBLE VIA**

Fabricante : Fah Teeng

Tipo : GCC - 12

Material : Bronce

**3.2.2 CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE TIPOS**

De acuerdo a las Especificaciones Técnicas y Planos del Proyecto, el valor de Resistencia de Puesta a Tierra de las estructuras debe ser de 20 Ohm.

Los tipos de Puesta a Tierra que se proponen están conformados por los tipos básicos indicados en los planos del proyecto con ligeras modificaciones para tomar en cuenta la seguridad de las personas para las estructuras ubicadas en zonas transitables.

Para la selección del tipo de Puesta a Tierra en cada estructura se tomará en cuenta la ubicación del apoyo según las siguientes zonas :

- 
- ZONA 1 : Las estructuras que estén ubicadas en zonas transitables por personas o animales (terrenos de cultivo, zonas urbanas, etc)
- ZONA 2 : Las estructuras que estén ubicadas en zonas no transitables por Personas (cerros, zonas descampadas, etc.)

Otro factor determinante del tipo a elegir es el valor de la resistividad del terreno (ohm-m) el cual es medido en cada estructura ( $\rho_m$ ). Dado que la resistividad del terreno varía con el estado del terreno y principalmente con la humedad del mismo, se aplicará un factor de corrección de  $K = 1$

debido a que las mediciones están realizándose en terreno seco.

$$\rho = K \cdot \rho_m$$

donde :

K : factor de incremento = 1.0

$\rho_m$  : valor medido de la resistividad del terreno

### TIPOS UTILIZADOS

Los tipos de Puesta a Tierra son los siguientes :

#### 3.2.3 ZONA 1 – ESTRUCTURAS EN ZONAS TRANSITABLES

##### TORRES

##### TIPO D1

Compuesto de dos ( 2 ) jabalinas y conductor instalado en forma de anillo, enterrados a 0.60 m de profundidad . Este tipo será utilizado en terrenos de resistividad del orden de 245 ohm-m

---

a 390 ohm-m, dependiendo del tipo de torre.

### TIPO D2

Compuesto de ( 2 ) jabalinas, conductor instalado en forma de anillo y adicionalmente conductor en forma de contrapeso horizontal simple, enterrados a 0.60 m de profundidad.

Este tipo será utilizado en terrenos de resistividad superiores a 400 ohm m. La longitud del contrapeso horizontal dependerá del valor de la resistividad del terreno.

### **POSTES**

Se usarán los tipos :

#### TIPO E1

Compuesto de dos ( 2 ) jabalinas y conductor instalado en forma de anillo, enterrados a 0.60 m de profundidad. Este tipo será utilizado en terrenos de resistividad del orden de 170 ohm-m.

#### TIPO E2

Compuesto de dos ( 2 ) jabalinas y conductor instalado en forma de anillo, enterrados a 0.60 m de profundidad. Este tipo será utilizado en terrenos de resistividad del orden de 170 ohm-m

## **3.2.4 ZONA 2 – ESTRUCTURAS EN ZONAS NO TRANSITABLES**

### **TORRES**

Se usarán los tipos:



---

### TIPO A

Compuesto de dos ( 2 ) jabalinas enterrados a 0.60 m de profundidad. Este tipo será utilizado en terrenos de resistividad de hasta 98 ohm-m.

### TIPO B

Compuesto de dos ( 2 ) jabalinas y conductor en forma de contrapeso horizontal simple enterrados a 0.60 m de profundidad. Este tipo será utilizado en terrenos de resistividad superiores a 100 ohm-m y hasta 1000 ohm-m.

La longitud de contrapeso horizontal dependerá del valor de la resistividad del terreno.

### TIPO C

Compuesto de cuatro ( 4 ) jabalinas y conductor en forma de contrapeso horizontal doble enterrados a 0.60 m de profundidad.

Este tipo será utilizado en terrenos de resistividad superiores a 1000 ohm-m y hasta 3000 ohm-m.

La longitud del contrapeso horizontal dependerá del valor de la resistividad del terreno.

### **3.2.5 CRITERIOS PARA EL CALCULO**

A continuación se presenta el calculo para la puesta a tierra para la Línea de Transmisión.

**1. CRITERIOS PARA EL CALCULO**

Para dimensionar el sistema de puesta a tierra se toma en cuenta que la resistencia de puesta a tierra de las estructuras será de 20 ohm, de conformidad a las Especificaciones Técnicas del Proyecto

Se establece 2 tipos de zonas donde se ubicarán los soportes :

ZONA 1 : Sin circulación frecuente (sin tránsito)

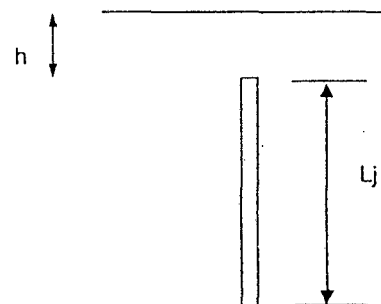
ZONA 2 : De circulación frecuente (tránsito)

**2. PUESTA A TIERRA TIPO "A" - ZONA 2**

El tipo de puesta a tierra "A" consiste de dos ( 2 ) jabalina copperweld de 5/8" x 8" de largo separadas a una distancia " D " y enterrados a Profundidad "h"

RESISTENCIA DE UNA JABALINA ENTERRADA A UNA PROFUNDIDAD "h"

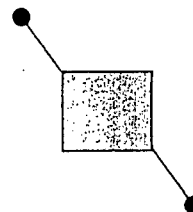
$$R1 = \frac{\rho}{2L} \times \ln \left[ \frac{2 \cdot L}{d} \times \sqrt{\frac{(3 \cdot L + 4 \cdot h)}{(L + 4 \cdot h)}} \right]$$



RESISTENCIA DE UN TIPO "A" A UNA DISTANCIA "D"

$$R2 = R1 \times \frac{(k + 1)}{(2k)}$$

$$K = D \times \ln \left( 4 \frac{Lj}{dj} \right)$$



Longitud de la jabalina (Lj)	L	2,40	m
Diámetro de la jabalina (dj) 5/8"	d	0,0159	m
Profundidad (h)	h	0,60	m
Separación entre jabalinas	D	variable	m

TORRE	S	A	T
	D =11,36	D =16,19	D =17,28
Resistividad ( ρ ) ohm-m	RPT-R2 Ohm 2-jab	RPT-R2 Ohm 2-jab	RPT-R2 Ohm 2-jab
98,00	19,96	19,88	19,86

Se usará el Tipo "A" compuesto de dos jabalinas en zonas no transitables y en terrenos con resistividad de hasta 98 ohm-m

### 3. PUESTA A TIERRA TIPO "B" - ZONA 2

El tipo de puesta a tierra "B" consiste de dos (2) jabalinas copperweld de 5/8" x 8' de largo separadas a una distancia "D" unidos a un contrapeso de longitud "L"

#### 3,1 CALCULO DE CONTRAPESOS

##### A) CONTRAPESO SIMPLES

$$A' = \left[ d \times \frac{h}{1000} \right]^{\frac{1}{2}}$$

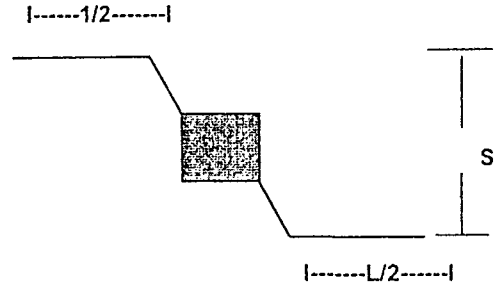
Reemplazando A' : 0,0626562

formula :

$$R_o = \frac{\rho}{\pi} \times \left[ \ln \left( \frac{2l}{A'} \right) - 1 \right]$$

$$R = \left[ r \cdot \frac{R_o}{1000} \right]^{\frac{1}{2}} \cdot \cot gh \left[ L \left( \frac{r}{1000 \cdot R_o} \right)^{\frac{1}{2}} \right]$$

$$R_F = R / 2$$



SIMBOLO	DATOS DEL HILO COPPERWELD 2 AWG	DATOS
D	Diámetro del conductor en mm	6,54 mm
H	profundidad de enterramiento en m	0,6 m
r	resistencia ohmica del conductor en ohm/km	1,743 ohm/km
L	longitud de cada contrapeso	variable
S	distancia entre contrapesos	12 m
ρ	resistividad del suelo en ohm-m	variable
A'	$[d \cdot h/1000]^{1/2}$	0,06
A''	$[A \cdot S \cdot S^2 + 4 \cdot S \cdot h]$	0,88
RF	Resistencia de Puesta a Tierra Final en ohm	

#### CALCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

ρ (ohm - m)	CONTRAPESO SIMPLE		
	L (m)	RF (ohm)	2 x L (m)
100	4,0	15,3	8
200	8,0	18,1	16
300	13,0	18,5	26
400	18,0	18,9	36
500	24,0	18,7	48
600	30,0	18,7	72
700	36,0	18,7	72
800	42,0	18,8	84
900	47,0	19,3	94
1 000	55,0	18,7	110

#### 4. PUESTA A TIERRA TIPO " C " - ZONA 2

El tipo de puesta a tierra " B " consiste de cuatro ( 4 ) jabalinas copperweld de 5/8 " x 8 " de largo separadas a una distancia " D " unidos a un contrapeso de longitud " L "

##### 4.1 CALCULO DE CONTRAPESOS

###### A) CONTRAPESOS SIMPLES

$$A' = [d \cdot h / 1000]^{1/2}$$

Reemplazando

$$A' = 0,0626562$$

Reemplazando  
A' =

$$R_0 = \frac{\rho}{\pi} \times \left[ \ln \frac{2L}{A'} - 1 \right]$$

$$R_0 = \left[ r \cdot \frac{R_0}{1000} \right]^{1/2} \cdot \cot gh \left[ L \cdot \left( \frac{r}{1000 \cdot R_0} \right)^{1/2} \right]$$

$$\text{PI} = 3,1415$$

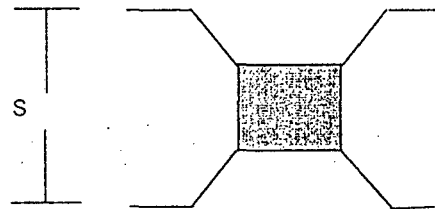
$$\text{RF} = R/2$$

$$\text{RF} = R / 2$$

###### B) CONTRAPESOS DOBLES

Usar A'' en lugar de A'

$$A'' = \left[ A' \cdot \left\{ S \cdot \left( S^2 + 4 \cdot S \cdot h^2 \right)^{1/2} \right\} \right]^{1/2}$$



SIMBOLO	DATOS DEL HILO COPPERWELD 2 AWG	DATOS
D	Diámetro del conductor en mm	6,54 mm
H	profundidad de enterramiento en m	0,6 m
r	resistencia ohmica del conductor en ohm/km	1,743 ohm/km
L	longitud de cada contrapeso	variable
S	distancia entre contrapesos	12 m
ρ	resistividad del suelo en ohm-m	variable
A	$[d \cdot h / 1000]^{1/2}$	0,06270
A	$[A \cdot S \cdot S^2 + 4 \cdot S \cdot h^2]$	0,87950
RF	Resistencia de Puesta a Tierra Final en ohm	

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

$\rho$ (ohm - m)	CONTRAPESO DOBLE		
	L ( m )	RF (ohm)	1 x L (m)
1 000	26,0	18,9	104
1 200	34,0	18,8	136
1 400	42,0	18,9	168
1 600	52,0	18,5	208
1 800	60,0	18,7	240
2 000	70,0	18,5	280
2 200	80,0	18,4	320
2 400	90,0	18,4	360
2 600	100,0	18,3	400
2 800	110,0	18,4	440
3 000	120,0	18,4	480

**5. PUESTA A TIERRA TIPO D1**

El tipo de puesta a tierra " D1 " consiste de dos ( 2 ) jabalinas copperweld de 5/8" x 8" largo separadas a una distancia " D " y enterrados a profundidad " h " de una anillo de contrapesode copperweld

**5.1. DOS JABALINAS EN LOS EXTREMOS DE UN ANILLO (TORRES)**

- Longitud de la jabalina ( L ) : 2.4 m
- Diámetro de la jabalina (d) : 5/8 "
- Profundidad ( h ) : 0,6 m
- Separación de jabalinas : variable ( m )

TIPOS	S	A	T
DE TORRE	D = 6,36	D = 11,19	D = 12,28
Resistividad ohm-m	RPT- R2 Ohm 2-jab	RPT- R2 Ohm 2-jab	RPT- R2 Ohm 2-jab
245,00 360,00 380,00	50,42	73,32	77,30

**5.2. RESISTENCIA DE UN ANILLO ( Ra )**

Diámetro equivalente  $a_w = (d * h)^{1/2} = 0,063 \quad \Pi = 3,1415$

Longitud de cable  $La = \Pi * da$

Resistencia de anillo  $Ra = \rho * Ln (1.27 * La / a_w) / (\Pi * La)$

TORRE	S	A	T
Diámetro del anillo (da)	6,36	11,19	12,28
Longitud de cable ( La )	19,17	35,17	38,58
Profundidad ( h )	0,60	0,60	0,60
Resistividad Ohm - m			
245,00 360,00	23,40	21,40	

### RESISTENCIA MUTUA - RM

$$RM = \rho * (\ln (1,27 * La / L + 1)) / (\pi * La)$$

TORRE	S	A	T
Resistividad			
Ohm - m			
245,00	9,56		
360,00		9,70	
390,00			9,86

### RESISTENCIA COMBINADA - RF(ohm)

$$RF = (Ra * R - Rm) / (Ra + R - 2 * RM)$$

TORRE	S	A	T
Resistividad			
Ohm - m			
245,00	19,92		
360,00		19,59	
390,00			19,74

### 5.3. CONCLUSIONES

En zonas de circulación frecuente se debe usar dos jabalinas y un anillo

El diámetro del anillo, será la separación entre patas + 1 m

Para la torre S, el diámetro del anillo es de 6,40 m

Para la torre A, el diámetro del anillo es de 11,20 m

Para la torre T, el diámetro del anillo es de 12,30 m

Los valores de resistencia de puesta a tierra son inferiores a 20 ohm.

2. PUESTA A TIERRA TIPO " E1 " - ZONA 1

El tipo de puesta a tierra " E1 " consiste de dos ( 2 ) jabalinas copperweld de 5/8 " x 8 ' de largo separadas a una distancia " D " y enterrados a una profundidad " h " y de un anillo de contrapeso de copperweld

6.1. DOS JABALINAS EN LOS EXTREMOS DE UN ANILLO ( POSTES )

Longitud de la jabalina (lj) : 2,40 m  
 Diámetro de la jabalina (d) : 0,0159 m  
 Profundidad ( h ) : 0,60 m  
 Separación de la Jabalina ( D ) :

TIPOS	S 15	A50	A90
DE	D =3,00	D =3,00	D =3,00
TORRE			
Resistividad	RPT- R2 Ohm	RPT- R2 Ohm	RPT- R2 Ohm
ohm-m	2-jab	2-jab	2-jab
170,00	35,93		
170,00		35,93	
170,00			35,93

6.2. RESISTENCIA DE UN ANILLO

TORRE	S 15	A50	A90
Diámetro del anillo (da)	3,00	3,00	3,00
Longitud de cable ( La )	9,42	9,42	9,42
Profundidad ( h )	0,60	0,60	0,60
Resistividad			
Ohm - m			
170,00	30,20		
170,00		30,20	
170,00			30,20

RESISTENCIA MUTUA - RM

TORRE	S 15	A50	A90
Resistividad			
Ohm - m			
170,00	7,23		
170,00		7,23	
170,00			7,23

RESISTENCIA COMBINADA - RF

TORRE	S 15	A50	A90
Resistividad			
Ohm - m			
170,00	19,97		
170,00		19,97	
170,00			19,97

### 6.3. CONCLUSIONES

En zonas de circulación frecuente se debe usar dos jabalinas y un anillo.

Para los postes S3 y S5 el diámetro del anillo es de 3,00 m

Para los postes A50, el diámetro del anillo es de : 3,00 m

Para los postes A90, el diámetro del anillo es de : 3,00 m

Los valores de resistencia de puesta a tierra son inferiores 20 ohm

### 7. PUESTA A TIERRA TIPO " D2 " - ZONA 1

El tipo de puesta a tierra " D2 " consiste de dos ( 2 ) jabalinas copperweld de 5/8 " x 8 ' de largo separadas a una distancia equivalente al diámetro " D " de un anillo de contrapeso de copperweld y dos brazos radiales de contrapeso.

#### 7.1. RESISTENCIA DE UN ANILLO - Ra

Tomamos el caso de la torre S

$$La = 19,97$$

$$aw = 0,06$$

$$Ra = 0,0956 \cdot \rho$$

Longitud del cable

Diámetro equivalente

resistencia del anillo

$\rho$ ( ohm - m )	Ra Ohm
300	28,68
400	38,24
500	47,80
600	57,36
700	66,92
800	76,48
900	86,04
1 000	95,60
1 100	105,16

#### 7.2. RESISTENCIA DEL CONTRAPESO - Rc

$$A' = 0,063 \text{ m}$$

$$r = 1,743 \text{ ohm/km}$$

CALCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA ATIERRA

$\rho$ ( ohm - m )	CONTRAPESO DOBLE		
	L ( m )	RF (ohm)	2 x L (m)
300	4,0	46,00	8
400	8,0	36,20	16
500	13,0	30,80	26
600	18,0	28,40	36
700	24,0	26,20	48
800	30,0	24,90	60
900	36,0	24,10	72
1 000	42,0	23,50	84
1 100	47,0	23,50	94

#### 7.3. RESISTENCIA COMBINADA - RF

$$RF = (Ra \cdot Rc) / (Ra + Rc)$$

$\rho$ ( ohm - m )	RF Ohm
300	17,70
400	18,60
500	18,70
600	19,00
700	18,80
800	18,80
900	18,80
1 000	18,90
1 100	19,20



MEDICION DE RESISTIVIDAD

TORRE	TIPO	EJE	DISTANCIA ELECTRODOS (m)					PROMEDIO Ω - m	TEMP.	ESTADO TERRENO	TIPO TERRENO	ZONA	OBSERVACIONES
			0,5	1	2	4	8						
PLANTA		SENT. LINEA	28,26	30,14	30,14	30,14		29,67	30°C	HUMEDO	RELLENO	DE FACIL ACCESO	PLANO COMPACTO
S.E.	TARAPOTO	SENT. LINEA	29,83	28,26	33,91	32,66		31,16	30°C	HUMEDO	ARCILLOSO ARENA	C.T. TARAPOTO	TRANSITABLE
1	A90	EJE	7,22	7,54	11,3	17,58		10,91	30°C	HUMEDO	COMBINADO	URBANA	PENDIENTE TRANSITABLE
2	S3	SENT. LINEA	56,52	50,24	80,38	104,02		73,79	30°C	HUMEDO	PEDREGAL Y ARENA	URBANA	PLANO (VIVIENDA)
3	A50	EJE	47,1	52,75	55,26	60,29		53,85	31°C	HUMEDO	ARENOSO	URBANA	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
4	S15	EJE	69,08	59,66	65,31	70,34		66,1	31°C	HUMEDO	ARENOSO	URBANA	PLANO COMPACTO
5	A50	EJE	84,78	75,36	74,1	85,41		79,91	31°C	SEMI HUMEDO	COMBINADO	URBANA	PLANO COMPACTO
5A	S15												
6	A90	EJE	43,96	45,22	51,5	57,78		49,61	30°C	SEMI HUMEDO	COMBINADO	URBANA	PLANO COMPACTO
7	S15	EJE	20,41	24,49	32,66	47,73		31,32	30°C	SEMI HUMEDO	COMBINADO	URBANA	PLANO COMPACTO
8	A50	SENT. LINEA	50,24	56,52	71,59	72,85		62,8	30°C	HUMEDO	ARENOSO	URBANA	PLANO COMPACTO
9	S15R	EJE	47,1	56,52	76,62	90,73		62,67	32°C	SEMI HUMEDO	COMBINADO	URBANA	PLANO COMPACTO
10	S15	EJE	16,64	17,58	25,12	37,68		24,26	32°C	SEMI HUMEDO	CULTIVO	URBANA	PLANO COMPACTO
11	S3	EJE	122,46	169,56	276,32	175,84		186,05	32°C	SECO	COMBINADO	URBANA	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
12	S3	SENT. LINEA	37,68	43,33	65,31	120,58		66,73	33°C	SEMI HUMEDO	ARENOSO	URBANA	PLANO COMPACTO
13	S3	SENT. LINEA	40,82	44,59	76,62	133,14		73,79	33°C	SEMI HUMEDO	ARENOSO	URBANA	PLANO COMPACTO
14	S15	SENT. LINEA	34,54	42,08	61,54	115,55		63,43	33°C	SEMI HUMEDO	ARENOSO	URBANA	PLANO COMPACTO
15	S3	EJE	53,84	81,64	99,22	92,94		81,8	33°C	SEMI HUMEDO	ARENOSO	URBANA	PLANO COMPACTO
16	A90	EJE	232,36	282,6	314	175,84		251,2	33°C	SEMI HUMEDO	COMBINADO	URBANA	PLANO COMPACTO
												BACHILLER :	IVAN ENRIQUE GUTIERREZ VASQUEZ
												Asesor :	INGENIERO : GRADOS GAMARRA HERBER

MEDICION DE RESISTIVIDAD :

TORRE	TIPO	EJE	DISTANCIA ELECTRODOS (m)					PROMEDIO Ω - m	TEMP.	ESTADO TERRENO	TIPO TERRENO	ZONA	OBSERVACIONES
			0,5	1	2	4	8						
17	S3	SENT. LINEA	97,34	81,64	85,41	105,5		92,47	30°C	SEMI HUMEDO	ARENOSO	URBANA	PLANO COMPACTO
18	A90	EJE	188,4	251,2	301,44	276,32		254,34	30°C	SECO	ARENOSO	URBANA	PLANO COMPACTO
19	S3	SENT. LINEA	157	188,4	213,52	175,84		183,69	30°C	SEMI HUMEDO	ARENOSO	URBANA	PLANO COMPACTO
20	S3	SENT. LINEA	166,42	251,2	326,56	276,32		255,13	32°C	SEMI HUMEDO	ARENOSO	URBANA	PLANO COMPACTO
21	S3	SENT. LINEA	172,7	219,8	251,2	251,2		223,73	32°C	SECO	COMBINADO	URBANA	PLANO COMPACTO
22	S3	SENT. LINEA	270,04	320,28	345,4	339,12		318,71	32°C	SECO	ARENOSO	URBANA	PLANO COMPACTO
23	S3	SENT. LINEA	282,6	339,12	169,56	200,96		248,06	32°C	SECO	ARENOSO	URBANA	PLANO COMPACTO
24	A90	EJE	207,24	81,64	125,6	175,84		147,58	32°C	SECO	ARENOSO	URBANA	PLANO COMPACTO
25	T+0	SENT. LINEA	157,00	282,6	251,2	376,8		266,9	32°C	SECO	ARENOSO	RURAL	PLANO TRANSITABLE
26	S-3	SENT. LINEA	100,48	75,36	120,58	87,92		96,08	32°C	SECO	ARENOSO	RURAL	PLANO TRANSITABLE
27	S-3	SENT. LINEA	94,20	150,72	213,52	238,64		174,27	30°C	SECO	COMBINADO	RURAL	ACCESO A 450 M
28	S-3	SENT. LINEA	163,28	194,68	213,52	188,4		189,97	30°C	SECO	ARENOSO	RURAL	ACCESO A 30 M
29	S-3	SENT. LINEA	216,66	307,72	301,44	125,2		237,76	30°C	SECO	ARENOSO	RURAL	ACCESO A 20 M
30	S-3	SENT. LINEA	169,56	144,44	113,04	125,6		138,16	30°C	SECO	ARENOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
31	A+0	SENT. LINEA	83,21	103,62	100,48	75,36		90,67	33°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
32	A+3	SENT. LINEA	18,53	13,19	11,3	10,05		13,27	33°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO TRANSITABLE
33	S+0	SENT. LINEA	12,87	15,7	20,1	23,86		18,13	34°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO TRANSITABLE
34	S-3	SENT. LINEA	53,38	62,8	48,98	38,94		51,03	30°C	SEMI HUMEDO	ARENOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
35	S+3	SENT. LINEA	34,54	32,66	36,42	40,19		35,95	30°C	SEMI HUMEDO	ARENOSO	RURAL	PLANO COMPACTO
												BACHILLER :	IVAN ENRIQUE GUTIERREZ VASQUEZ
												Asesor :	INGENIERO : GRADOS GAMARRA HERBER

MEDICION DE RESISTIVIDAD

TORRE	TIPO	EJE	DISTANCIA ELECTRODOS (m)					PROMEDIO Ω - m	TEMP.	ESTADO TERRENO	TIPO TERRENO	ZONA	OBSERVACIONES
			0,5	1	2	4	8						
36	S-3	SENT. LINEA	34,54	33,91	17,58	22,61	27,,16	31°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	LOMA TRANSITABLE	
37	S-3	SENT. LINEA	28,26	42,7	60,29	57,78	47,26	32°C	SECO	ARENOSO	RURAL	PLANO TRANSITABLE	
38	S-3	SENT. LINEA	45,53	49,61	43,96	70,34	52,36	32°C	SECO	ARCILLOSO	RURAL	PLANO TRANSITABLE	
39	S-3	SENT. LINEA	32,92	46,47	25,12	35,17	34,92	33°C	SECO	ARCILLOSO	RURAL	PLANO TRANSITABLE	
40	A+0	SENT. LINEA	72,22	56,52	75,36	50,24	63,59	32°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PLANO TRANSITABLE	
41	S-3	SENT. LINEA	204,1	200,96	150,72	251,2	201,75	32°C	SECO	ARENOSO	RURAL	PLANO TRANSITABLE	
42	S-3	SENT. LINEA	128,74	81,64	125,6	180,86	129,21	34°C	SECO	ARENOSO ARCILLOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE	
43	S+0	SENT. LINEA	78,5	116,18	144,44	158,26	124,34	34°C	SECO	ARENOSO	RURAL	PLANO TRANSITABLE	
44	S-3	SENT. LINEA	83,21	62,8	77,87	113,04	84,23	34°C	SECO	ARCILLOSO	RURAL	PLANO TRANSITABLE	
45	S-3	SENT. LINEA	150,72	131,88	131,88	143,18	139,42	34°C	SECO	ARENOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE	
46	S-3	SENT. LINEA	125,60	62,8	16,33	20,1	56,21	34°C	SECO	ARENOSO	RURAL	PLANO TRANSITABLE	
47	S-3	SENT. LINEA	42,39	24,81	11,3	10,05	22,14	32°C	SEMI HUMEDO	ARENOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE	
48	S-3	SENT. LINEA	7,22	6,28	7,54	10,05	7,77	30°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO	
49	S-3	SENT. LINEA	103,62	119,32	102,99	113,04	109,74	30°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO	
50	S-3	SENT. LINEA	6,28	5,02	6,28	7,54	6,28	32°C	SEMI HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE	
51	A+0	SENT. LINEA	9,42	11,3	12,56	12,56	11,46	33°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE	
52	S-3	SENT. LINEA	37,68	49,61	45,22	70,34	50,71	34°C	SECO	COMBINADO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE	
53	S+0	SENT. LINEA	7,85	8,16	8,79	10,05	8,71	30°C	HUMEDO	COMBINADO	RURAL	PLANO COMPACTO	
54	S-3	SENT. LINEA	5,18	5,02	5,02	7,54	6,56	30°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO	
											BACHILLER :	IVAN ENRIQUE GUTIERREZ VASQUEZ	
											Asesor :	INGENIERO : GRADOS GAMARRA HERBER	

MEDICION DE RESISTIVIDAD

TORRE	TIPO	EJE	DISTANCIA ELECTRODOS (m)					PROMEDIO Ω - m	TEMP.	ESTADO TERRENO	TIPO TERRENO	ZONA	OBSERVACIONES
			0,5	1	2	4	8						
55	S-3	SENT. LINEA	5,65	6,91	10,05	34,16		14,87	32°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
56	S-3	SENT. LINEA	5,18	6,28	5,02	10,05		6,81	33°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
57	S-3	SENT. LINEA	7,22	5,97	3,77	5,02		5,15	33°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
58	S-3	SENT. LINEA	8,79	5,97	5,02	5,02		5,97	33°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
59	S-3	SENT. LINEA	22,45	24,49	27,63	37,68		29,48	33°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
60	S-3	SENT. LINEA	19,94	18,84	16,33	10,05		14,54	33°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
61	S-3	SENT. LINEA	21,51	11,3	6,28	10,05		11,34	33°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
62	A-3	SENT. LINEA	14,44	13,82	7,54			9,58	33°C	HUMEDO	ARCILLOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
63	S-3	SENT. LINEA	16,80	17,27	15,07			13,86	33°C	HUMEDO	ARCILLOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
64	A-3	SENT. LINEA	7,85	5,65	3,77			4,95	33°C	SEMI HUMEDO	ARCILLOSO	RURAL	LOMATRANSITABLE
65	A-3	SENT. LINEA	8,95	8,79	7,54			8,2	33°C	SEMI HUMEDO	ARCILLOSO	RURAL	LOMATRANSITABLE
66	S-3	SENT. LINEA	12,71	12,56	16,08			12,22	33°C	SEMI HUMEDO	ARCILLOSO	RURAL	LOMATRANSITABLE
67	S-3	SENT. LINEA	10,05	10,05	11,3			10,99	33°C	SEMI HUMEDO	ARCILLOSO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
68	S-3	SENT. LINEA	14,44	8,48	5,65			8,4	33°C	HUMEDO	ARCILLOSO	RURAL	PENDIENTE TRANSITABLE
69	S-3	SENT. LINEA	29,05	21,98	21,23			21,83	33°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PENDIENTE TRANSITABLE
70	S-3	SENT. LINEA	13,19	11,3	13,33			12,6	33°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
71	T-3	EJE	9,42	16,96	6,28			9,11	32°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
72	S-3	SENT. LINEA	58,04	78,5	83,52			84,53	32°C	SECO	ARCILLOSO ROCOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
73	S-3	SENT. LINEA	8,95	7,85	10,68			10,01	32°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
												BACHILLER :	IVAN ENRIQUE GUTIERREZ VASQUEZ
											Asesor :	INGENIERO :	GRADOS GAMARRA HERBER

MEDICION DE RESISTIVIDAD

TORRE	TIPO	EJE	DISTANCIA ELECTRODOS (m)					PROMEDIO Ω - m	TEMP.	ESTADO TERRENO	TIPO TERRÉNO	ZONA	OBSERVACIONES
			0,5	1	2	4	8						
74	S-3	SENT. LINEA	6,91	6,91	3,45	7,54		6,2	32°C	SEMI HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
75	S-3	SENT. LINEA	6,59	4,4	5,02	2,51		4,63	32°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
76	S-3	SENT. LINEA	48,67	100,48	104,25	164,54		104,48	30°C	SEMI HUMEDO	ARENOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
77	S+0	SENT. LINEA	24,02	31,09	45,22	77,87		44,55	30°C	SEMI HUMEDO	ARCILLOSO	RURAL	PENDIENTE TRANSITABLE
78	A+0	SENT. LINEA	23,24	16,96	16,96	20,10		19,31	30°C	SEMI HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
79	S-3	SENT. LINEA	9,42	6,91	8,79	12,56	20,10	11,56	28°C	SECO	CULTIVO	RURAL	CERRO TRANSITABLE
80	A+0	SENT. LINEA	3,53	7,54	10,05	10,05	7,54	7,74	30°C	SEMI HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PENDIENTE TRANSITABLE
81	S-3	SENT. LINEA	13,03	12,56	15,07	20,1	30,14	18,18	30°C	SEMI HUMEDO	ARCILLOSO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
82	A+0	SENT. LINEA	20,41	21,98	36,42	52,26	40,19	34,25	32°C	SEMI HUMEDO	ARCILLOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
83	A+3	SENT. LINEA	10,05	11,93	20,1	27,63	35,17	20,98	32°C	SEMI HUMEDO	ARENOSO ARCILLOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
84	A+0	SENT. LINEA	4,71	7,85	8,79	12,56	15,07	9,8	32°C	SEMI HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
85	S-3	SENT. LINEA	40,82	62,8	56,52	80,38	90,43	66,19	32°C	ARENOSO ROCOSO	ARENOSO ROCOSO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
86	A+0	SENT. LINEA	29,2	34,54	47,73	62,8	55,26	45,12	32°C	ARENOSO ROCOSO	ARENOSO ROCOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
87	A+0	SENT. LINEA	21,98	28,26	27,63	22,61	25,12	25,12	32°C	ARENOSO ROCOSO	ARENOSO ROCOSO	RURAL	PENDIENTE ACCESO DIFICULTOSO
88	A+0	SENT. LINEA	32,97	27,32	26,38	37,68	45,22	33,91	28°C	SEMI HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PENDIENTE ACCESO DIFICULTOSO
89	A-3	SENT. LINEA	29,83	37,99	40,19	40,19	50,24	39,69	28°C	SEMI HUMEDO	ARENOSO ROCOSO	RURAL	PENDIENTE ACCESO DIFICULTOSO
90	A+0	EJE	62,8	62,16	45,22	52,75	70,34	58,89	30°C	SECO	ARENOSO ROCOSO	RURAL	PENDIENTE ACCESO DIFICULTOSO
91	A-3	SENT. LINEA	113,04	122,46	125,6	110,53	140,67	122,46	30°C	SECO	ARENOSO ROCOSO	RURAL	PENDIENTE CERRO ACCESO DIFICULTOSO
92	A+0	SENT. LINEA	31,4	21,35	18,84	17,58	20,10	21,85	30°C	SECO	ARENOSO ROCOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
											BACHILLER :	IVAN ENRIQUE GUTIERREZ VASQUEZ	
											Asesor :	INGENIERO :	GRADOS GAMARRA HERBER

MEDICION DE RESISTIVIDAD

TORRE	TIPO	EJE	DISTANCIA ELECTRODOS (m)					PROMEDIO Ω - m	TEMP.	ESTADO TERRENO	TIPO TERRENO	ZONA	OBSERVACIONES
			0,5	1	2	4	8						
93	S-3	PERP.LINEA	21,67	14,44	12,56	15,07	15,07	15,76	33°C	SECO	ARCILLOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
94	S+0	PERP.LINEA	36,11	35,48	22,61	12,56	15,07	24,37	34°C	SECO	ARCILLOSO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
95	S-3	SENT.LINEA	31,4	28,26	27,63	17,58	25,12	26,00	34°C	SECO	ARCILLOSO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
96	S-3	SENT.LINEA	29,05	38,42	48,98	50,24	60,29	45,00	34°C	SECO	ARCILLOSO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
97	S-3	SENT.LINEA	16,33	17,27	17,58	22,61	30,14	20,79	30°C	SECO	ARCILLOSO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
98	S+0	SENT.LINEA	25,12	26,69	25,12	17,58	25,12	23,93	30°C	SECO	ARCILLOSO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
99	S+0	SENT.LINEA	16,01	12,56	12,56	10,05		12,80	30°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO
100	A-3	SENT.LINEA	21,67	9,73	9,42	11,3		13,03	30°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO
101	A-3	SENT.LINEA	185,26	254,34	301,44	326,56		266,90	33°C	SECO	ROCOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
102	S-3	SENT.LINEA	24,34	30,14	31,4	32,66		29,63	33°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
103	S-3	SENT.LINEA	120,89	113,04	138,16	185,89		139,49	33°C	SECO	ARENOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
104	S-3	SENT.LINEA	81,64	75,36	97,97	115,55		92,63	33°C	SECO	ARENOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
105	S-3	SENT.LINEA	28,26	18,84	15,07	20,1		20,57	33°C	SECO	ARENOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
106	S-3	SENT.LINEA	19,94	6,28	6,28	5,02		9,38	33°C	SECO	ARCILLOSO	RURAL	PLANO COMPACTO
107	A+0	SENT.LINEA	32,97	39,88	42,08	45,22		40,04	33°C	SECO	ARENOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
108	A-3	EJE	51,81	57,15	43,96	22,61		43,88	33°C	SEMI HUMEDO	ARCILLOSO	RURAL	CERRO PENDIENTE TRANSITABLE
109	A+0	SENT.LINEA	50,24	43,96	38,94	30,14		40,82	33°C	SECO	ARENOSO ROCOSO	RURAL	PENDIENTE ACCESO DIFICULTOSO
110	A-3	SENT.LINEA	65,94	65,94	91,69	85,41		77,24	32°C	SECO	ARCILLOSO	RURAL	CERRO PENDIENTE TRANSITABLE
111	S-3	SENT.LINEA	30,46	27,32	20,72	27,63		26,53	32°C	SECO	ARCILLOSO	RURAL	PENDIENTE ACCESO DIFICULTOSO
												BACHILLER :	IVAN ENRIQUE GUTIERREZ VASQUEZ
												Asesor :	INGENIERO : GRADOS GAMARRA HERBER

MEDICION DE RESISTIVIDAD

TORRE	TIPO	EJE	DISTANCIA ELECTRODOS (m)					PROMEDIO Ω - m	TEMP.	ESTADO TERRENO	TIPO TERRENO	ZONA	OBSERVACIONES
			0,5	1	2	4	8						
112	A-3	SENT. LINEA	43,96	60,29	59,03	47,73		52,75	33°C	SECO	ARCILLOSO	RURAL	CERRO PENDIENTE DIFICULTOSO
113	A-3	SENT. LINEA	47,10	50,87	35,17	25,12		39,56	33°C	SECO	ARCILLOSO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
114	S-3	SENT. LINEA	31,71	21,98	14,44	18,84		21,74	33°C	SECO	ARCILLOSO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
115	S+0	SENT. LINEA	29,52	25,75	17,58	22,61		23,86	33°C	SECO	ARCILLOSO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
116	A+0	SENT. LINEA	31,87	28,89	30,14	32,66		30,89	33°C	SECO	ARCILLOSO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
117	A-3	SENT. LINEA	65,94	62,80	86,66	80,38		73,95	32°C	SECO	ARCILLOSO	RURAL	PENDIENTE ACCESO DIFICULTOSO
118	A+0	SENT. LINEA	270,04	232,36	314,00	86,66	25,12	185,84	33°C	SECO	ARCILLOSO ROCOSO	RURAL	CERRO ACCESO DIFICULTOSO
119	S+0	SENT. LINEA	13,82	16,96	8,79	12,56	15,07	13,44	33°C	SECO	ARCILLOSO ROCOSO	RURAL	PENDIENTE ACCESO DIFICULTOSO
120	A+0	PERP. LINEA	117,75	87,92	75,36	22,61	25,12	65,75	34°C	SECO	ARCILLOSO ROCOSO	RURAL	PENDIENTE ACCESO DIFICULTOSO
121	A-3	PERP. LINEA	20,57	20,10	23,86	25,12	12,56	20,44	36°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
122	A-3	PERP. LINEA	26,38	18,53	10,05	10,05	10,05	15,01	30°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
123	S-3	EJE	37,68	38,94	37,68	30,14	20,10	32,91	30°C	SECO	ARCILLOSO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
124	S-3	SENT. LINEA	62,80	58,09	25,12	28,89	40,19	43,02	30°C	SECO	ARCILLOSO ROCOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
125	S-3	PERP. LINEA	31,40	34,54	37,68	32,66	45,22	36,30	34°C	SEMI HUMEDO	ARCILLOSO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
126	S-3	SENT. LINEA	31,40	26,69	24,49	17,58	5,02	21,04	34°C	SECO	ARCILLOSO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
127	A+0	SENT. LINEA	19,31	9,42	6,28	10,05	15,07	12,03	34°C	SECO	ARCILLOSO ROCOSO	RURAL	PENDIENTE ACCESO DIFICULTOSO
128	S-3	PERP. LINEA	113,04	91,06	45,84	5,02	5,02	52,00	33°C	SECO	ARCILLOSO ROCOSO	RURAL	PENDIENTE TRANSITABLE
129	S-3	SENT. LINEA	37,68	43,33	28,26	15,07	20,10	28,89	33°C	SECO	ARCILLOSO ROCOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
130	S-3	PERP. LINEA	24,02	15,70	32,40	31,40	52,75	31,25	32°C	SECO	ARCILLOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
												BACHILLER :	IVAN ENRIQUE GUTIERREZ VASQUEZ
											Asesor :	INGENIERO :	GRADOS GAMARRA HERBER

MEDICION DE RESISTIVIDAD

TORRE	TIPO	EJE	DISTANCIA ELECTRODOS (m)					PROMEDIO Ω - m	TEMP.	ESTADO TERRENO	TIPO TERRENO	ZONA	OBSERVACIONES
			0,5	1	2	4	8						
131	S-3	SENT. LINEA	102,05	106,76	87,92	59,03	90,43	89,24	32°C	SECO	ROCOSO ARENOSO	RURAL	PENDIENTE ACCESO DIFICULTOSO
132	S-3	SENT. LINEA	42,39	45,22	46,47	35,17		42,31	30°C	SECO	ARCILLA	RURAL	PENDIENTE TRANSITABLE
133	S-3	SENT. LINEA	44,90	55,89	54,01	47,73		50,83	30°C	SECO	ARCILLA	RURAL	LOMA TRANSITABLE
134	A+C	SENT. LINEA	41,45	53,69	51,50	43,96		47,65	30°C	SECO	ARCILLA	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
135	A-3	SENT. LINEA	43,96	62,17	76,62	46,47		57,31	32°C	SECO	ARCILLA	RURAL	CERRO PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
136	A+3	SENT. LINEA	94,99	81,64	105,50	97,97		95,02	32°C	SECO	ARCILLA	RURAL	PENDIENTE ACCESO DIFICULTOSO
137	S-3	SENT. LINEA	41,92	28,26	21,98	23,86		29,01	32°C	SECO	ARCILLA	RURAL	PENDIENTE ACCESO DIFICULTOSO
138	S-3	SENT. LINEA	72,22	65,94	90,43	32,66		65,31	32°C	SECO	ARCILLA	RURAL	PENDIENTE ACCESO DIFICULTOSO
139	A-3	SENT. LINEA	40,82	38,62	33,91	45,22		39,64	32°C	SECO	ARCILLA	RURAL	PEQUEÑA LOMA ACCESO FASIL
140	A-3	SENT. LINEA	84,78	75,36	51,50	80,38		73,01	32°C	SECO	ARENOSO ROCOSO	RURAL	PENDIENTE ACCESO DIFICULTOSO
141	A+0	SENT. LINEA	175,84	113,04	85,41	128,11		125,60	32°C	SECO	ARCILLA	RURAL	CERRO DE ACCESO DIFICULTOSO
142	A+0	SENT. LINEA	10,50	10,00	7,20	3,80		7,88	29°C	SECO	ROCOSO	RURAL	CERRO DE ACCESO DIFICULTOSO
143	A+3	SENT. LINEA	5,50	4,70	2,00	1,30		3,38	29°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PENDIENTE TRANSITABLE
144	S+0	SENT. LINEA	18,00	12,00	6,80	5,50		10,58	29°C	SECO	ROCOSO	RURAL	CERRO DE ACCESO DIFICULTOSO
145	S-3	SENT. LINEA	5,80	4,20	3,40	2,50		3,98	30°C	SEMI HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
146	S-3	SENT. LINEA	8,50	5,50	2,70	1,90		4,85	30°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
147	S-3	SENT. LINEA	11,00	3,50	1,30	0,80		4,15	30°C	SEMI HUMEDO	ARCILLOSO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
148	S+0	SENT. LINEA	10,00	4,90	2,40	1,10		4,60	30°C	SECO	ARCILLOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
149	S+0	SENT. LINEA	10,50	4,00	3,23	2,30		5,00	30°C	SECO	ARCILLOSO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE
												BACHILLER :	IVAN ENRIQUE GUTIERREZ VASQUEZ
											Asesor :	INGENIERO :	GRADOS GAMARRA HERBER



MEDICION DE RESISTIVIDAD

TORRE	TIPO	EJE	DISTANCIA ELECTRODOS (m)					PROMEDIO Ω - m	TEMP.	ESTADO TERRENO	TIPO TERRENO	ZONA	OBSERVACIONES	
			0,5	1	2	4	8							
150	A+0	SENT. LINEA	11,00	10,00	3,90	2,80		6,93	30°C	SECO	ARCILLOSO ROCOSO	RURAL	CERRO ACCESO DIFICULTOSO	
151	A+0	SENT. LINEA	5,10	2,70	1,80	1,20		2,70	30°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE	
152	S+3	SENT. LINEA	5,50	3,20	1,90	1,30		2,98	30°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE	
153	A-3	SENT. LINEA	37,70	45,24	12,57	20,11		28,90	30°C	SECO	PEDREGOSO	RURAL	PENDIENTE	
154	S-3	SENT. LINEA	29,85	45,87	62,83	80,42		54,74	30°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PEQUEÑA PENDIENTE TRANSITABLE	
155	A+0	SENT. LINEA	59,69	40,84	32,67	37,70		42,73	30°C	SECO	ARENOSO	RURAL	PLANO TRANSITABLE	
156	S-3	SENT. LINEA	56,55	56,55	55,29	70,37		59,69	30°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PLANO TRANSITABLE	
157	S+0	SENT. LINEA	23,88	31,42	32,67	30,16		29,53	32°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PLANO TRANSITABLE	
158	S-3	SENT. LINEA	87,96	100,53	67,86	113,10		92,36	32°C	SECO	ARENAL ROCOSO	RURAL	PENDIENTE TRANSITABLE	
159	S-3	SENT. LINEA	43,98	56,55	98,02	130,69		82,31	32°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PENDIENTE TRANSITABLE	
160	S-3	SENT. LINEA	12,57	18,22	18,85	17,59		16,81	30°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PENDIENTE TRANSITABLE	
161	S+0	SENT. LINEA	8,80	9,42	10,05	7,54		8,95	32°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE	
162	S-3	SENT. LINEA	19,16	25,13	38,19	42,73		30,55	32°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE	
163	A+3	SENT. LINEA	14,14	15,08	25,13	45,24		24,90	30°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE	
164	S-3	SENT. LINEA	10,05	9,42	6,28	7,54		8,33	32°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE	
165	S+0	SENT. LINEA	16,96	25,13	40,21	67,86		37,54	32°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE	
166	S+3	SENT. LINEA	17,59	18,22	16,34	15,08		16,81	33°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE	
167	S-3	SENT. LINEA	28,27	45,24	40,21	60,32		43,51	32°C	SECO	PEDREGAL ARENOSO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE	
168	S-3	SENT. LINEA	27,65	33,30	22,62	22,62		26,55	32°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE	
												BACHILLER :	IVAN ENRIQUE GUTIERREZ VASQUEZ	
												Asesor :	INGENIERO :	GRADOS GAMARRA HERBER

MEDICION DE RESISTIVIDAD

TORRE	TIPO	EJE	DISTANCIA ELECTRODOS (m)					PROMEDIO Ω - m	TEMP.	ESTADO TERRENO	TIPO TERRENO	ZONA	OBSERVACIONES
			0,5	1	2	4	8						
169	S+3	SENT. LINEA	75,40	106,81	75,40	113,10		92,68	32°C	SECO	LDREGAL ARENOSO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
170	A+3	SENT. LINEA	4,71	5,65	6,28	10,05		6,68	32°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
171	S+3												SIN MEDICION ARROSAL SIN AGUA
172	S+3												SIN MEDICION ARROSAL SIN AGUA
173	S+3	SENT. LINEA	2,83	3,77	5,03	7,54		4,79	30°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
174	S+3												SIN MEDICION ARROSAL SIN AGUA
175	S+3	SENT. LINEA	5,97	5,65	5,03	5,03		5,42	32°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	SIN MEDICION ARROSAL SIN AGUA
176	S+3												PLANO COMPACTO TRANSITABLE
177	S+3												PLANO COMPACTO TRANSITABLE
178	S+3	SENT. LINEA	4,08	4,40	5,03	7,54		5,26	32°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
179	S+0	SENT. LINEA	16,34	13,82	11,31	17,59		14,77	33°C	SEMI HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
180	S+3	SENT. LINEA	3,77	3,14	2,51	5,03		3,61	31°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
181	S+3	SENT. LINEA	22,62	17,59	7,54	12,57		15,08	31°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
182	A+3	SENT. LINEA	31,42	31,42	26,39	47,75		34,24	30°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
183	S+0	SENT. LINEA	6,91	6,91	10,05	12,57		9,11	30°C	SEMI HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
184	S-3	SENT. LINEA	72,26	125,66	175,93	201,06		143,73	32°C	SECO	PEDREGAL ARENOSO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
185	S-3	SENT. LINEA	19,16	31,42	50,27	80,42		45,73	32°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
186	S+0	SENT. LINEA	6,28	6,28	11,31	10,05		8,48	32°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
187	S-3	SENT. LINEA	6,28	3,77	3,77	5,03		4,71	32°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
											BACHILLER :	IVAN ENRIQUE GUTIERREZ VASQUEZ	
											Asesor :	INGENIERO :	GRADOS GAMARRA HERBER

MEDICION DE RESISTIVIDAD

TORRE	TIPO	EJE	DISTANCIA ELECTRODOS (m)					PROMEDIO Ω - m	TEMP.	ESTADO TERRENO	TIPO TERRENO	ZONA	OBSERVACIONES
			0,5	1	2	4	8						
188	S+3	SENT. LINEA	5,65	6,91	10,05	12,57		8,80	32°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
189	S+0	SENT. LINEA	10,05	11,31	15,08	22,62		14,77	33°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
190	S-3	SENT. LINEA	11,94	11,31	16,34	20,11		14,92	32°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
191	S+0	SENT. LINEA	19,16	8,80	6,28	10,05		11,07	32°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
192	S+0	SENT. LINEA	15,71	12,57	12,57	17,59		14,61	32°C	SEMI HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
193	A+0	SENT. LINEA	3,77	3,14	5,03	7,54		4,87	32°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
194	S+0	SENT. LINEA	2,83	3,77	6,28	12,57		6,36	34°C	SECO	CULTIVO	RURAL	SEMBRIO TRANSITABLE
195	S+0	SENT. LINEA	10,05	11,31	13,82	17,59		13,19	32°C	SECO	CULTIVO	RURAL	SEMBRIO TRANSITABLE
196	S+3	SENT. LINEA	7,54	9,42	10,05	12,57		9,90	32°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	SEMBRIO TRANSITABLE
197	S+0	SENT. LINEA	4,40	4,40	6,28	10,05		6,28	32°C	SECO	CULTIVO	RURAL	SEMBRIO TRANSITABLE
198	S-3	SENT. LINEA	1,88	2,51	3,77	5,03		3,30	33°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	SEMBRIO TRANSITABLE
199	S+0	SENT. LINEA	3,77	4,40	6,28	7,54		5,50	32°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	SEMBRIO TRANSITABLE
200	S+0												SIN MEDICION ARROSLA CON AGUA
201	S+0	SENT. LINEA	3,46	5,65	8,80	12,57		7,62	32°C	HUMEDO	ARCILLOSO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
202	S+0												SIN MEDICION ARROSLA CON AGUA
203	S+0	SENT. LINEA	2,51	3,77	5,03	7,54		4,71	34°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
204	S+0												SIN MEDICION ARROSLA CON AGUA
205	A+3	SENT. LINEA	14,14	15,08	22,62	37,50		22,38	34°C	SECO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
206	S+0	SENT. LINEA	4,40	5,65	8,80	10,05		7,23	34°C	HUMEDO	CULTIVO	RURAL	PLANO COMPACTO TRANSITABLE
												BACHILLER :	IVAN ENRIQUE GUTIERREZ VASQUEZ
												Asesor :	INGENIERO : GRADOS GAMARRA HERBER



**HOJA DE CALCULO DE LA RED DE TIERRA PROFUNDA  
SUBESTACION TARAPOTO**

**DATOS FISICOS DE LA MALLA:**

<i>Largo</i>	:	90,00 m	<b>SECCION MINIMA DEL CONDUCTOR:</b>	
<i>Ancho</i>	:	26,00 m		
<i>Area</i>	:	2 340,00 m <sup>2</sup>	<i>Corriente de falla monofásica a tierra (Icc):</i>	6,00 kA
<i>Separación entre conductores</i>	:	10,00 m	<i>Factor de corrección</i>	: 0,60 **
<i>profundidad de la malla</i>	:	0,80 m	<i>Corriente por la malla (Im)</i>	: 3,60 kA
<i>Número de conductores en lado mayor</i>	:	10	<i>Tiempo de duración de la falla</i>	: 0,25 s
<i>Número de conductores en lado menor</i>	:	4	<i>Temperatura máxima del conductor</i>	: 450,00 °C
<i>Espaciamiento en el lado mayor</i>	:	10,00 m	<i>Temperatura ambiente</i>	: 30,00 °C
<i>Espaciamiento en el lado menor</i>	:	8,67 m		
<i>Longitud de conductor</i>	:	620,00 m	A =	13,57 mm <sup>2</sup>
<i>Número de varillas</i>	:	2,00	<i>Sección a Utilizar</i>	: 70 mm <sup>2</sup> Cobre
<i>Longitud de una varilla</i>	:	2,40 m	<i>Díámetro del conductor</i>	: 0,0108 m

**DATOS DE RESISTIVIDADES**

<i>Resistividad aparente vista por la malla</i>	:	76,65 Ohm-m
<i>Resistividad de la capa de grava</i>	:	3 000,00 Ohm-m
<i>espesor de la capa de grava</i>	:	0,10 m

**LONGITUD MINIMA DE CONDUCTOR NECESARIO**

*Lmin* = 608,93 m

**LONGITUD DEL CONDUCTOR MAS VARILLAS**

*Lt* = 625,52 m

**POTENCIALES MAXIMOS ADMISIBLES**

<i>hs</i>	=	0,1000 m
<i>K</i>	=	-0,9502
<i>Cs(hs,K)</i>	=	0,4392

**TENSION DE TOQUE MAXIMO**

*Vtm* = 690,49 V

**POTENCIAL DE MALLA DURANTE LA FALLA**

<i>Coefficiente Km</i>	=	0,9027
<i>Coefficiente Kii</i>	=	1,0000
<i>Coefficiente Kh</i>	=	1,3416
<i>Coefficiente Ki</i>	=	1,6880
<i>Vmalla</i>	=	672,16 V

!!!OK Es menor que la Vtm

**RESISTENCIA DE LA MALLA**

*Rm* = 0,81 Ohm

**TENSION DE PASO MAXIMO**

*Vpm* = 2 065,94 V

**POTENCIAL DE PASO**

<i>Coefficiente Ki</i>	=	2,3760
<i>Coefficiente Kp</i>	=	0,2691

*Vp* = 282,08 V

!!!OK Es menor que la Vpm

\*\* El 60 % de la Icc recorre por el conductor

- Resumen**
1. El conductor debe ser de Cu desnudo de sección 70 mm<sup>2</sup> y la longitud mínima necesaria es de 650 m
  2. La malla debe ser formada por cuadrículas de 10 m x 10 m con un área equivalente de 250 m<sup>2</sup>
  3. Se debe instalar como mínimo 2 varillas de puesta a tierra de 2.40 m de longitud en el perímetro de la malla
  4. La capa de grava en todo el patio de llaves debe ser de espesor mínimo 100 mm.
  5. Se considera que los reles de protección actuarán antes de 0,25 segundos
  6. Los resultados de este cálculo son óptimos hasta con una corriente de falla a tierra de 6 kA.

---

## CAPITULO IV

### ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMINISTRO

#### SUBESTACIONES ( TARAPOTO, BELLAVISTA Y JUANJUI )

##### 4.1 OBJETIVO

Las presentes Especificaciones técnicas tiene por objetivo definir las condiciones para el diseño fabricación, pruebas para el suministro de los materiales para el Sistema de Puesta a Tierra.

##### 4.1.1 NORMAS APLICABLES

Los materiales y accesorios de esta especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, vigentes a la fecha de suscripción del Contrato.

INTICTEC 370.042 : Conductores de cobre recocido para el uso Eléctrico

ANSI 135.14 : Stomales with rolled of slah points

##### 4.1.2 GENERALIDADES

La malla de tierra, con todas sus conexiones a los equipos, será suministrada e instalada por le contratista de acuerdo con los planos, dejándolos en perfecto estado de funcionamiento desde el punto de vista de operación y explotación .

La red de tierra desempeñará la función de protección, servicio y dispensor de las descargas atmosféricas.

##### 4.1.3 RED DE TIERRA

###### a) Red de Tierra Superficial

Se utilizará conductor de cobre desnudo recocido de 70 mm<sup>2</sup> de sección y unirá

---

las partes metálicas de los equipos e instalaciones con la Red de tierra profunda

**b) Red de Tierra Profunda**

Esta red de tierra estará formada por una malla de conductor de cobre cableado desnudo recocido, de 70 mm<sup>2</sup> de sección.

Los empalmes en cruz y en " T " de la malla, así como las derivaciones de ella al exterior y en general todas las conexiones internas y externas, deberán ser efectuadas mediante un tipo de soldadura de proceso exotérmico o similar.

La malla de tierra será complementada, en los puntos indicados, por un número determinado de electrodos de puesta a tierra. Estos electrodos deberán ir instalados en pozos adecuados para una fácil inspección.

**4.1.4 DESCRIPCION DE LOS MATERIALES**

**4.1.4.1 Conductor**

El conductor para la red de tierra, será de cobre desnudo, cableado y recocido de 70 mm<sup>2</sup> de sección y cuyas características principales se muestran en las tablas de datos técnicos.

**4.1.4.2 Electrodo de Puesta a Tierra**

Los electrodos o dispersores de puesta a tierra serán de acero recubierto de cobre de 2.4 m de longitud y 16 mm de diámetro (5/8").

**4.1.4.3 Conexiones a compresión**

Los empalmes en cruz y en " T " de la malla, así como las derivaciones de ella al exterior y en general todas las conexiones internas y externas deberán ser

---

efectuadas mediante compresión .

#### 4.1.5 DATOS TECNICOS GARANTIZADOS

El Contratista entregará un suministro completo en perfecto estado y ejecutará sus prestaciones de manera que den plena satisfacción del Propietario durante el periodo de operación previsto.

El Contratista deberá llenar tablas adjuntas, indicando los datos técnicos garantizados, los mismos que servirán de base para el análisis técnico - económico de la Oferta presentada, y el posterior control de los suministros.

#### 4.1.6 EMBALAJE

El conductor se entregará en carretes de madera de suficiente rigidez para soportar cualquier tipo de transporte y debidamente cerrado con duales de listones, también de madera para proteger al conductor de cualquier daño.

Los otros materiales serán cuidadosamente embalados en cajas de madera de dimensiones adecuadas.





---

Los tipos de Puesta a Tierra instalados son cinco ( A, E1, E2, D1,C) el tipo de puesta a tierra se determinó de acuerdo a las mediciones de resistividad obtenidas en el campo.

### **5.3.3 Conector electrodo - cable**

Será de bronce y unirá el conductor del rubro 5.3.1 y el electrodo del punto 5.3.2.

### **5.3.4 Conector de doble vía**

Será de cobre estañado apto para unir entre si del rubro 5.3.1

## **5.4 INSPECCIONES Y PRUEBAS**

El costo de realizar las pruebas estarán incluidos en los precios cotizados por los postes.

## **5.5 INFORMACION TECNICA**

El postor adjuntará su oferta la siguiente información técnica :

- a) Cuadros con datos técnicos garantizados completamente llenados
- b) Planos con las dimensiones de cada tipo de conjunto de dispositivos a escala
- c) Planos con las dimensiones de cada pieza de los diversos dispositivos, a escala adecuada con indicación de la masa y del material.
- d) Información solicitada en cada una de las Especificaciones Técnicas.

---

## CAPITULO VI

### ESPECIFICACIONES TECNICA DEL MONTAJE

#### SUBESTACIONES ( TARAPOTO, BELLAVISTA Y JUANJUI )

#### MONTAJE DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

##### 6.1 DESCRIPCION

Los Sistemas de potencia están expuestos a fenómenos que provocan fallas en los aislamientos y daños al equipo.

La forma más eficaz para reducir estas causas, es un sistema adecuado de conexión a tierra, al que se conectaron las estructuras y equipos de la Subestación.

el sistema de tierras consiste en una cuadrícula de conductores de cobre enterrados y conectados entre sí y a varillas copperweld, así como electrodo, localizados en la periferia de la cuadrícula.

En algunos puntos de la cuadrícula; las varillas copperweld, van alojados en registros, que permiten hacer lecturas al sistemas de tierra, al ocurrir un disturbio atmosférico, en un buen sistema de tierras se reducirá los voltajes peligroso, limitará las elevaciones de potencial a tierra permitirá operar satisfactoriamente los relevadores, facilitará la localización de fallas, ahorrara costo al equipo y mantendrá niveles adecuados de aislamiento. Con este fin el responsable de verificar y recalcular el sistema de puesta a tierra de las subestaciones del proyecto con los valores de resistividad reales obtenidos por medición en el lugar de emplazamiento de las instalaciones.

---

## 6.2 DISPOSICION

Cada Subestación presenta características diferentes que determinarán sistemas de tierras Particulares.

El Contratista proporcionará el cobre, varillas Copperweld, conectores, fundentes, moldes y soluciones técnicamente aceptables para la construcción de la malla de tierra de acuerdo a lo indicado en los planos de ingeniería de detalle del proyecto.

## 6.3 EJECUCION

Para el tendido del conductor se trazó la cuadrícula efectuando una excavación con una Profundidad de acuerdo con los planos del proyecto.

La construcción de la malla se realizó conjuntamente con la excavación y construcción de la cimentación de tal manera que los cables que lo atravesasen pasen por debajo de ellas, se tomó cuidado de colocar los cables de conexionado a las estructuras y equipos de modo tal que resulten embebidos en el concreto.

Las uniones entre los conductores y las varillas fueron ejecutadas con soldadura del tipo CADWELD con un cordón mínimo de soldadura de 10 cm. Para garantizar la firmeza en su contacto.

la malla fue enterrada a una profundidad mínima indicada en los planos del proyecto, en los casos que los cálculos recomienden otro valor, el contratista propuso una mayor profundidad de la malla y efectuó las modificaciones del caso proponiéndolas al Propietario, y con la aprobación de la Supervisión éste procede a la instalación.

Los empalmes en cruz y en " T " de la malla, así como las salidas de ella al exterior y en general

---

todas las conexiones internas y externas de la malla, fueron efectuadas mediante grapas del tipo compresión y mediante un tipo de soldadura de proceso exotérmico. Todos los puntos de unión y conexión del conductor de cobre, no presentan un punto más caliente que el conductor mismo al paso de la corriente eléctrica.

La fabricación de los registros y sus tapas se harán de acuerdo a lo indicado en los planos del Proyecto.

El hincado de las varillas se ejecuto a golpe en terreno blando, y en terreno semi duro se efectuó por medio de perforación; la varilla quedó firmemente enterrada para evitar falsos contactos.

Para la colocación de los electrodos prefabricados es la forma de la red de tierras, se procedió de acuerdo a lo siguiente:

- a) Se hincaron las varillas en los sitios indicados.
- b) Se excavó una zanja circular a la varilla de 60 cm. De profundidad por 30 cm. de ancho el radio del circulo es de 40 cm. Del centro de la varilla al centro de la zanja.
- c) La zanja fue rellena con una solución de sulfato de magnesio, de cobre o sa común espesor de 20 cm. El resto se cubrió con material producto de la excavación.

El relleno y compactación de las zanjas se ajustaron a lo indicado en las especificaciones técnicas de construcción de las Obras Civiles.

#### **6.4 TOLERANCIAS**

Se sujetaron a lo indicado en los planos de Ingeniería de Detalle del Proyecto, los cambios correspondientes se harán del conocimiento de la Supervisión

---

## CAPITULO VII

### ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL MONTAJE

#### LINEA DE TRANSMISION

##### 7.1 MONTAJE DEL SISTEMA DE PUESTA ATIERRA

Para la instalación de puesta a tierra se ha utilizado conductor Copperweld N° 02 AWG y Varillas Copperweld de 5/8" x 2.40 m. De longitud. En aquellas instalaciones en cuyo valor superaba los 20 ohm de resistencia de puesta a tierra se mejoro hasta obtener el valor establecido en las especificaciones técnicas del proyecto.

El alcance del montaje comprende las siguientes actividades:

- Medición de la resistividad del terreno
- Excavación para la instalación del conductor y jabalina
- Relleno y compactación de la zanja y pozo de puesta a tierra
- Medición de resistencia de puesta a tierra
- Mejora de la Puesta a Tierra.

El Contratista realizó, en presencia del Supervisor las medidas de resistencia eléctrica de puesta a tierra de cada estructura por el método de WENNER.

En base a los resultados obtenidos, la supervisión notificó al contratista si la resistencia a tierra debería ser mejorada, en cuyo caso el Contratista colocó elementos adicionales de Puesta a Tierra, en conformidad con las instrucciones de la Supervisión (Contrapeso).

Las planillas empleadas para registrar las mediciones de resistencia de puesta a tierra, además de los valores de la resistividad, detalles de la superficie del suelo y las

---

condiciones del terreno durante las mediciones se adjuntan .

Definido el tipo de electrodo a utilizar se procederá a las excavaciones, instalación de los electrodos, relleno de zanja y finalmente a las mediciones de la resistencia de puesta a tierra.

Las excavaciones para la instalaciones del cable de tierra, el relleno de las zanjas, la instalación de las varillas, así como las conexiones del cable en la varilla y la estructura se efectuarán según los planos y especificaciones .

Se tendrá en cuenta las profundidades de las zanjas en tierra y en roca.

Una vez terminada la erección de cada apoyo y antes de la instalación de los conductores, se debe de medir la resistencia a tierra de las estructuras. Si en las mediciones efectuadas se obtienen valores de resistencia mayores que el indicado en los planos, previa aprobación de la supervisión, se instalará conexiones a tierra adicionales para bajar la resistencia a tierra hasta alcanzar los valores establecidos en los planos.

---

## CAPITULO VIII

### PRESUPUESTO DEL PROYECTO

#### 8.1 PREMISAS

Se debe considerar que para la elaboración del presupuesto, se basaron en precios, reales tomados de cotizaciones, realizadas al empresas que suministran equipos y accesorios de ferretería de línea de transmisión.

A su vez para la elaboración de los precio unitarios se basaron en valores respecto a precios actuales de la mano de Obra :

A continuación se muestra los cuadros respectivos :



**SUMINISTRO Y TRANSPORTE**  
**OBRA : SUBESTACIONES DE 138 kV. TARAPOTO - BELLAVISTA Y JUANJUI**

**SUBESTACION TARAPOTO**

RED DE TIERRA PROFUNDA :					Rendimiento :		
ITEM	DESCRIPCION	N° UNID	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO		
					Unitario	Parcial	Sub-Total
	SUMINISTRO						
	Suministro de Red Tierra Profunda	1,00	Conjunto	1,00	6 305,00	6 305,00	6 305,00
	TRANSPORTE						
	Transporte de Materiales	1,00	Conjunto	2,00	325,00	650,00	650,00
<b>TOTAL DE SUMINISTRO Y TRANSPORTE</b>							<b>6 955,00</b>

RED DE TIERRA SUPERFICIAL :					Rendimiento :		
ITEM	DESCRIPCION	N° UNID	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO		
					Unitario	Parcial	Sub-Total
	SUMINISTRO						
	Suministro de Red Tierra Superficial	1,00	Conjunto	1,00	3 438,50	3 438,50	3 438,50
	TRANSPORTE						
	Transporte de Materiales	1,00	Conjunto	2,00	325,00	650,00	650,00
<b>TOTAL DE SUMINISTRO Y TRANSPORTE</b>							<b>4 088,50</b>

COMINISTRO Y TRANSPORTE  
 OBRA : SUBESTACIONES DE 138 KV. TARAPOTO - BELLAVISTA Y JUANJUI

SUBESTACION BELLAVISTA

RED DE TIERRA PROFUNDA :					Rendimiento :		
ITEM	DESCRIPCION	N° UNID	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO		
					Unitario	Parcial	Sub-Total
SUMINISTRO							
	Suministro de Red Tierra Profunda	1,00	Conjunto	1,00	5 980,00	5 980,00	5 980,00
TRANSPORTE							
	Transporte de Materiales	1,00	Conjunto	2,00	325,00	650,00	650,00
<b>TOTAL DE SUMINISTRO Y TRANSPORTE</b>							<b>6 630,00</b>

RED DE TIERRA SUPERFICIAL :					Rendimiento :		
ITEM	DESCRIPCION	N° UNID	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO		
					Unitario	Parcial	Sub-Total
SUMINISTRO							
	Suministro de Red Tierra Superficial	1,00	Conjunto	1,00	3 640,00	3 640,00	3 640,00
TRANSPORTE							
	Transporte de Materiales	1,00	Conjunto	2,00	325,00	650,00	650,00
<b>TOTAL DE SUMINISTRO Y TRANSPORTE</b>							<b>4 290,00</b>

**SUMINISTRO Y TRANSPORTE**  
**OBRA : SUBESTACIONES DE 138 KV. TARAPOTO - BELLAVISTA Y JUANJUI**

**SUBESTACION JUANJUI**

RED DE TIERRA PROFUNDA :					Rendimiento :		
ITEM	DESCRIPCION	N° UNID	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO		
					Unitario	Parcial	Sub-Total
	SUMINISTRO						
	Suministro de Red Tierra Profunda	1,00	Conjunto	1,00	988,00	988,00	988,00
	TRANSPORTE						
	Transporte de Materiales	1,00	Conjunto	2,00	325,00	650,00	650,00
<b>TOTAL DE SUMINISTRO Y TRANSPORTE</b>							<b>1 638,00</b>

RED DE TIERRA SUPERFICIAL :					Rendimiento :		
ITEM	DESCRIPCION	N° UNID	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO		
					Unitario	Parcial	Sub-Total
	SUMINISTRO						
	Suministro de Red Tierra Superficial	1,00	Conjunto	1,00	3 438,5	3 438,50	3 438,50
	TRANSPORTE						
	Transporte de Materiales	1,00	Conjunto	2,00	325,00	650,00	650,00
<b>TOTAL DE SUMINISTRO Y TRANSPORTE</b>							<b>4 088,50</b>

**ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS**  
**OBRA : SUBESTACIONES DE 138 KV. TARAPOTO - BELLAVISTA Y JUANJUI**

**SUBESTACION TARAPOTO**

RED DE TIERRA PROFUNDA :					Rendimiento :			0,07	U/día
ITEM	DESCRIPCION	N° UNID	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO			%	
					Unitario	Parcial	Sub-Total		
1,00	<b>MANO DE OBRA</b>								
	Topógrafo	0,00	H-H	0,00	4,15	0,00			
	Capataz	0,50	H-H	57,14	4,15	237,14			
	Operario	1,00	H-H	114,29	3,50	400,00			
	Oficial	6,00	H-H	685,71	3,18	2 180,57			
	Peones	8,00	H-H	914,29	2,80	2 560,00	5 377,71	90,39	
2,00	<b>MAQUINARIA Y EQUIPOS</b>								
	6 Ton	0,25	H-M	28,57	10,25	292,86			
	Equipo de Topografía completo	0,00	H-M	0,00	3,50	0,00			
	Herramientas	1,00	%M.O.	0,05	5 377,71	268,89	561,74	9,44	
3,00	<b>MATERIALES E INSUMOS</b>								
	Materiales Varios	1,00	Glb	1,00	10,00	10,00	10,00	0,17	
<b>TOTAL</b>							<b>5 949,46</b>	<b>100,00</b>	

RED DE TIERRA SUPERFICIAL :					Rendimiento :			0,29	U/día
ITEM	DESCRIPCION	N° UNID	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO			%	
					Unitario	Parcial	Sub-Total		
1,00	<b>MANO DE OBRA</b>								
	Topógrafo	0,00	H-H	0,00	4,15	0,00			
	Capataz	1,00	H-H	27,59	4,15	114,48			
	Operario	3,00	H-H	82,76	3,50	289,66			
	Oficial	3,00	H-H	82,76	3,18	263,17			
	Peones	0,00	H-H	0,00	2,80	0,00	667,31	85,40	
2,00	<b>MAQUINARIA Y EQUIPOS</b>								
	6 Ton	0,25	H-M	6,90	10,25	70,69			
	Equipo de Topografía completo	0,00	H-M	0,00	3,50	0,00			
	Herramientas	1,00	%M.O.	0,05	667,31	33,37	104,06	13,32	
3,00	<b>MATERIALES E INSUMOS</b>								
	Materiales Varios	1,00	Glb	1,00	10,00	10,00	10,00	1,28	
<b>TOTAL</b>							<b>781,37</b>	<b>100,00</b>	

OBRA : SUBESTACIONES DE 138 kV. TARAPOTO - BELLAVISTA Y JUANJUI

SUBESTACION BELLAVISTA

RED DE TIERRA PROFUNDA :					Rendimiento :			0,07	U/día
ITEM	DESCRIPCION	N° UNID	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO			%	
					Unitario	Parcial	Sub-Total		
1,00	MANO DE OBRA								
	Topógrafo	0,00	H-H	0,00	4,15	0,00			
	Capataz	1,00	H-H	114,29	4,15	474,29			
	Operario	2,00	H-H	228,57	3,50	800,00			
	Oficial	4,00	H-H	457,14	3,18	1 453,71			
	Peones	6,00	H-H	685,71	2,80	1 920,00	4 648,00	82,93	
2,00	MAQUINARIA Y EQUIPOS								
	6 Ton	0,25	H-M	28,57	25,00	714,29			
	Equipo de Topografía completo	0,00	H-M	0,00	3,50	0,00			
	Herramientas	1,00	%M.O.	0,05	4 648,00	232,40	946,69	16,89	
3,00	MATERIALES E INSUMOS								
	Materiales Varios	1,00	Glb	1,00	10,00	10,00	10,00	0,18	
<b>TOTAL</b>							<b>5 604,69</b>	<b>100,00</b>	

RED DE TIERRA SUPERFICIAL :					Rendimiento :			0,21	U/día
ITEM	DESCRIPCION	N° UNID	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO			%	
					Unitario	Parcial	Sub-Total		
1,00	MANO DE OBRA								
	Topógrafo	0,00	H-H	0,00	4,15	0,00			
	Capataz	1,00	H-H	38,10	4,15	158,10			
	Operario	3,00	H	114,29	3,50	400,00			
	Oficial	1,00	H-H	38,10	3,18	121,14			
	Peones	3,00	H-H	114,29	2,80	320,00	999,24	77,02	
2,00	MAQUINARIA Y EQUIPOS								
	6 Ton	0,25	H-M	9,52	25,00	238,10			
	Equipo de Topografía completo	0,00	H-M	0,00	3,50	0,00			
	Herramientas	1,00	%M.O.	0,05	999,24	49,96	288,06	22,20	
3,00	MATERIALES E INSUMOS								
	Materiales Varios	1,00	Glb	1,00	10,00	10,00	10,00	0,77	
<b>TOTAL</b>							<b>1 297,30</b>	<b>100,00</b>	

OBRA : SUBESTACIONES DE 138 KV. TARAPOTO - BELLAVISTA Y JUANJUI

SUBESTACION JUANJUI

RED DE TIERRA PROFUNDA :					Rendimiento :		0,07	U/día
ITEM	DESCRIPCION	N° UNID	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO			%
					Unitario	Parcial	Sub-Total	
1,00	MANO DE OBRA							
	Topógrafo	0,00	H-H	0,00	4,15	0,00		
	Capataz	1,00	H-H	114,29	4,15	474,29		
	Operario	3,00	H-H	342,86	3,50	1 200,00		
	Oficial	1,00	H-H	114,29	3,18	363,43		
	Peones	3,00	H-H	342,86	2,80	960,00	2 997,71	94,94
2,00	MAQUINARIA Y EQUIPOS							
	6 Ton	0,00	H-M	0,00	25,00	0,00		
	Equipo de Topografía completo	0,00	H-M	0,00	3,50	0,00		
	Herramientas	1,00	%M.O.	0,05	2 997,71	149,89	149,89	4,75
3,00	MATERIALES E INSUMOS							
	Materiales Varios	1,00	Glb	1,00	10,00	10,00	10,00	0,32
<b>TOTAL</b>							<b>3 157,60</b>	<b>100,00</b>

RED DE TIERRA SUPERFICIAL :					Rendimiento :		0,21	U/día
ITEM	DESCRIPCION	N° UNID	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO			%
					Unitario	Parcial	Sub-Total	
1,00	MANO DE OBRA							
	Topógrafo	0,00	H-H	0,00	4,15	0,00		
	Capataz	1,00	H-H	38,10	4,15	158,10		
	Operario	3,00	H-H	114,29	3,50	400,00		
	Oficial	2,00	H-H	76,19	3,18	242,29		
	Peones	2,00	H-H	76,19	2,80	213,33	1 013,71	94,35
2,00	MAQUINARIA Y EQUIPOS							
	6 Ton	0,00	H-M	0,00	25,00	0,00		
	Equipo de Topografía completo	0,00	H-M	0,00	3,50	0,00		
	Herramientas	1,00	%M.O.	0,05	1 013,71	50,69	50,69	4,72
3,00	MATERIALES E INSUMOS							
	Materiales Varios	1,00	Glb	1,00	10,00	10,00	10,00	0,93
<b>TOTAL</b>							<b>1 074,40</b>	<b>100,00</b>

## SUMINISTRO Y TRANSPORTE

OBRA : SUBESTACIONES DE 138 KV. TARAPOTO - BELLAVISTA Y JUANJUI

Los materiales de puesta a tierra fueron transportados desde los almacenes de San Juan de Miraflores - Lima hacia los almacenes del Contratista en obra situados en la ciudad de Tarapoto para lo cual se utilizaron camiones y camiones con grúa, los componentes transportados es como sigue :

### COSTO TOTAL DIRECTO ( US\$)

CONDUCTOR DE COPPERWELD	2 AWG	5,53	km
ELECTRODO COPPERWELD	5/8" x 2,40 m	466,00	Unid
CONECTOR DE BRONCE DE VIAS PARALELAS		145,00	Unid
CONECTOR CONDUCTOR ELECTRODO		466,00	Unid
CONECTOR ESTRUCTURA -CONDUCTOR 2 AWG		466,00	Unid

Costo Total Directo (US\$)		947,15
Gastos Generales	0,14	132,60
Utilidades	0,10	94,72
I.G.V.	0,18	211,40
<b>COSTO TOTAL GENERAL</b>		<b>1 385,87</b>

## MONTAJE

OBRA : SUBESTACIONES DE 138 kV. TARAPOTO - BELLAVISTA Y JUANJUI

Para la instalación de puesta a tierra se ha utilizado conductor Copperweld N° 02 AWG Y Varillas copperweld de 5/8 " x 2,4 m. de longitud . En aquellas instalaciones en cuyo valor superaba los 20 Ohm de resistencia de Puesta a Tierra se mejoró hasta obtener el valor establecido en las especificaciones técnicas del proyecto.

Los tipos de puesta a tierra a ejecutarse se determinó cinco y son A, E1, E2, D1 y C, el tipo de puesta a tierra a ejecutarse se determinó de acuerdo a las mediciones de resistividad obtenidas en el campo. El Suministros estuvo a cargo del propietario

El alcance de esta partida comprende las siguientes actividades :

- \* Medición de la resistividad del terreno
- \* Excavación para instalación de conductor y jabalina
- \* Relleno y compactación de la zanja y pozo de puesta a tierra
- \* Medición de resistencia de Puesta a tierra
- \* Mejora de puesta a tierra en donde se requería.

Total de materiales instalados es como sigue :

* Conductor Copperweld 2 AWG	2,54	km
* Electrodo Copperweld 5/8" x 2,4 m.	432,00	Unid
* Conector de bronce de vías paralelas	108,00	Unid
* Conector conductor - electrodo	432,00	Unid
* Conector estructura - conductor N° 2 AWG.	416,00	Unid

El costo de esta partida es de :

Costo Total Directo (US\$)		24 258,34
Gastos Generales	0,14	3 396,17
Utilidades	0,10	2 425,83
I.G.V.	0,18	5 414,46
<b>COSTO TOTAL GENERAL</b>		<b>35 494,80</b>



---

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El conductor debe ser de Cobre desnudo de sección de  $70 \text{ mm}^2$  y la longitud teórica mínima necesaria para cumplir con las tensiones de toque y de paso es de  $620 \text{ m}$ . Además se obtiene una resistencia teórica de la red de tierra de  $0.81 \text{ Ohm}$ .
- El área equivalente es de  $2340 \text{ m}^2$  formada principalmente por cuadrículas de  $10 \text{ m} \times 8,67 \text{ m}$ . Esta área podrá preferentemente ser de forma rectangular de  $90 \text{ m} \times 26 \text{ m}$
- Debe instalarse como mínimo 2 pozos de puesta a tierra en el perímetro de la Malla
- La capa de grava en todo el patio de llaves debe ser de espesor mínimo de  $100 \text{ mm}$
- Los Relés de protección deben de eliminar la falla a tierra antes de  $0.25 \text{ s}$ .
- Estos cálculos serán los adecuados hasta una corriente de falla a tierra máximo  $6 \text{ kA}$ . Para valores mayores se debe calcular otro tipo de geometría de la malla.
- Si el medio no es homogéneo el valor de " $\rho$ " obtenido de aplicar la ecuación fundamental tendrá un valor ficticio que no corresponde en general a ninguna de las resistividades presentes en el terreno, si no a una cierta combinación de ellas. A este valor ficticio de resistividad se le llama "resistividad aparente" y se designa como " $\rho_a$ "
- El conocimiento, lo más exacto posible, de las características eléctricas de un terreno es de importancia fundamental para un proyecto exitoso de una Puesta a

---

Tierra.

- La resistividad de las capas inferiores que son, en la mayoría de los casos, fundamentales para la determinación de una resistividad equivalente, no es posible determinarlas por inspección visual, a menos que se realicen sondeos mecánicos.
- Un proyecto realizado con valores errados de resistividad puede resultar subdimensionado y , por tanto, deficiente desde el punto de vista de la seguridad y el servicio; o sobre dimensionado significa gastos innecesarios.
- Las mediciones de resistividad nos permite conocer las resistividades y espesores (profundidades) de los diferentes estratos hasta una profundidad adecuada.
- De los cuadros resúmenes, se presentan el cálculo de los valores de las tensiones de toque y de paso en la sala de control y/o veredas, obteniéndose valores aceptables, siendo este cálculo una verificación de que la malla diseñada cumple los valores mínimos que exige la norma IEE-80.

---

## APENDICE

- A) PAUTAS PARA UN TRABAJO SEGURO EN UN SISTEMA DE PUESTA  
A TIERRA DESENERGIZADO
- B) CONCEPTOS BASICOS
- C) CORROSION DE UN SISTEMA DE ATERRAMIENTO
- D) REACCION DEL CUERPO ANTE UN CHOQUE ELECTRICO
- E) SOLDADURA EXOTERMICA
- F) NIVELES ISOCERAUNICOS

---

## **A ) PAUTAS PARA UN TRABAJO SEGURO EN UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DESENERGIZADO**

### **Introducción**

La Puesta a tierra temporal ha recibido mucha atención, no solo desde el punto de vista de aplicación de equipos, sino también desde el punto de vista práctico.

Se hará énfasis a dos factores importantes en este punto, primero el uso de los términos " puentes " y "puesta a tierra ", a cambio de la terminología clásica que se limitaba a " puesta a tierra " .La importancia del término "puentes" se hará más evidente, como se verá más adelante

Segundo, a la seguridad. Los Fundamentos, teorías, detalles y aplicación de los puentes, es aplicable tanto para sistemas de distribución, transmisión y Subestaciones.

### **A - 1 ) POR QUE ES TAN IMPORTANTE LA PUESTA A TIERRA TEMPORAL**

Definitivamente se debe mantener la seguridad del personal en el área de trabajo, se debe considerar varios factores en sistemas desenergizados.

Los voltajes inducidos de líneas energizadas adyacentes se deben tener continuamente en Cuenta. Aunque el sistema en el cual se está trabajando está desenergizado, un sistema adyacente energizado tiene un campo electromagnético que va a realimentar la línea desenergizada.

Estos sistemas pueden ser en una misma estructura o en estructuras adyacente. La magnitud de dicha realimentación variará con la cercanía de los sistemas adyacentes y con la magnitud de la corriente de ellos. Un factor importante de esta realimentación es que es de una naturaleza continua debido al flujo continuo de corrientes en el sistema

---

adyacente. Por lo tanto los voltajes inducidos deben ser puestos a tierra para evitar posibles lesiones eléctricas, incomodidad esas reacciones inadvertidas del trabajador. Las corrientes de falla en sistemas adyacentes introducen un aumento notable en la corriente de realimentación en la línea desenergizada. Aunque estas corrientes de falla sean de corta duración, sus magnitudes son tales que el área de trabajo desenergizado debe estar correctamente punteado y puesto a tierra para evitar peligros considerables a la cuadrilla.

Otra consideraciones importante en la energización accidental del sistema. Los trabajadores, sin duda alguna, se cerciorarán de que el sistema esté desenergizado antes de empezar el trabajo, pero por negligencia o un mal entendido, los interruptores pueden ser cerrados, energizando el área de trabajo.

Accidentes en los sistema adyacentes, en cruces de líneas o en líneas superiores o inferiores, podrían resultar en que las líneas energizadas entren en contacto con el sistema desenergizado.

Estas situaciones requieren un procedimiento apropiado de puentes y puesta a tierra para asegurar que el área de trabajo se mantenga segura.

#### **A – 2 ) COMO SE HAN DESARROLLADO LAS PUESTA A TIERRA Y PUENTES.**

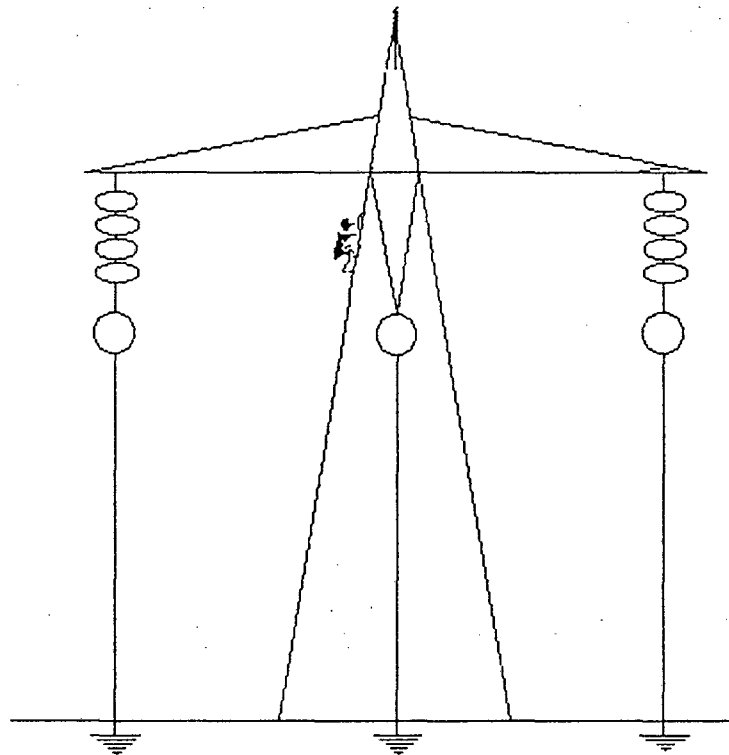
En la figura 1 que a continuación se observa la práctica clásica de conectar cada conductor a un barreno por medio de cables largos. Esto incorpora dos puntos de interés que se desarrollará a continuación . Uno de los puntos es la longitud del cable, el otro es la localización de las conexiones de los cables en el área de trabajo. A primera

---

vista el trabajador parecerá protegido

por esta puesta a tierra. Para evaluar la seguridad del trabajador, examinaremos en detalle la situación.

La equivalencia eléctrica de la estructura se demuestra en la figura 2, en el cual  $R_j$  es la resistencia del cable de bajada,  $R_m$  es la resistencia del trabajador y  $R_g$  es la resistencia de la tierra en el área de la estructura. El punto importante en este circuito es que,  $R_j$  y  $R_g$  están en serie y esta combinación de resistencia está en paralelo con  $R_m$ .

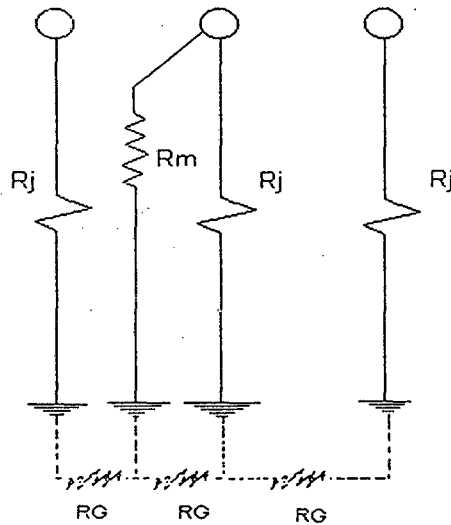


El valor combinado de  $R_j$  y  $R_g$  variará considerablemente de un lugar de trabajo a otro.

Para Figura N° 1

efectos se hará un ejemplo práctico se tomará un valor bajo de 1 Ohm, como el valor

combinado de estas resistencias. El valor de  $R_m$  ha sido el tema de muchas discusiones. La combinación de la resistencia del cuerpo y resistencia de contacto entre la palma y el conductor, puede ser del orden de 5000 ohmios, pero para efectos de esta discusión se usará un valor aceptado de resistencia del cuerpo de 500 ohm.



Si en un sistema desenergizado se encuentra una corriente de 1000 amperios, la caída de voltaje a través de  $R_j$  y  $R_g$  será el producto de 1000 amperios por 1 ohmio, o sea 1000 voltio.

Así que este corriente de 1000 amperios es bastante conservador. La caída de tensión de 1000 Voltios pasará a través de  $R_m$ , el trabajador, y resultará en un flujo de corriente de 1000 voltios divididos entre 500 ohmios, o sea 2 amperios, como se puede observar existe un problema sumamente grave aún con este flujo de corriente bastante conservador en el sistema desenergizado y con puesta a tierra gran parte del problema es causado por la excesiva caída de voltaje incurrido como resultado de  $R_g$ . El paso natural para mejorar las puesta a tierra era conectar los tres cables de bajada a un barreno común según la Figura 3 Esto redujo la  $R_g$  entre fases, de tal

---

manera que la resistencia entre fases, de tal modo que la resistencia entre fases quedo virtualmente eliminada, sin embargo esta práctica todavía dejaba la resistencia de la tierra en paralelo con el área de trabajo y por consiguiente no reducía la caída de tensión a través del trabajador .

Otra manera de trabajar era de bajar los cables juntos para facilitar su manejo, tal como se Muestra en la figura 4.

Las fuerzas electromagnéticas involucradas durante la corriente de falla en estos cables cercanos produjeron un resultado tan explosivo que desalentó el desarrollo de esta conveniencia la evolución natural par reducir esta caída de voltaje a través del área de trabajo es conectar la bajante de la puesta a tierra a la conexión fija a tierra de la estructura .se puede observar en la figura 5 cuando un hombre está punteado de esta manera esta punteado con un mínimo de resistencia y estará sujeto a una caída de voltaje mínima, esta resistencia puede ser del orden de 1 miliamperio .

Esta reducción drástica en la caída de voltaje a través del área de trabajo forma la base para la utilización de puentes como clave para prácticas de trabajo segura, estos voltajes notablemente bajos, también reducen la probabilidad de heridas en la piel y por lo tanto permiten el uso de resistencias hombre – a – conductor considerablemente mas altas que si fueran solamente resistencias del cuerpo.

Existen 3 métodos básicos para protección de los linieros son:

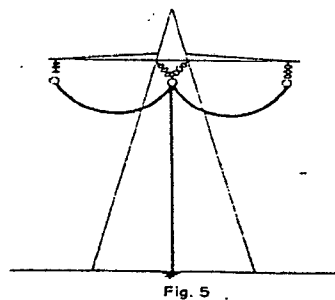
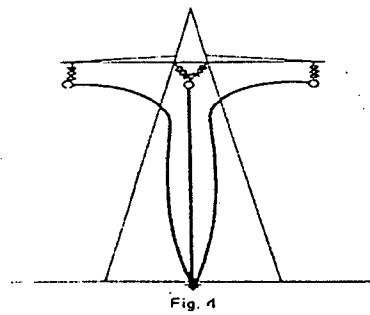
- 1) Aislar (cubriendo)os conductores y otras partes energizadas.
- 2) Aislar (retirando) los conductores y otras partes energizadas del área de trabajo.

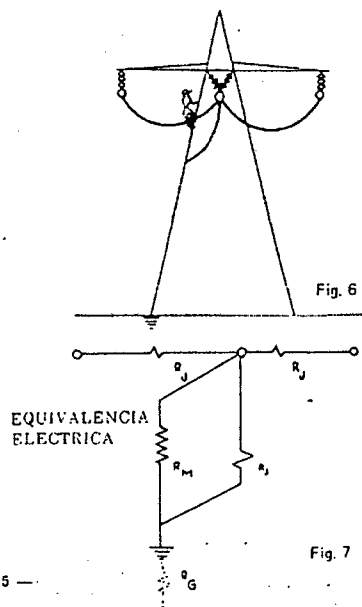


3) Desenergizar y colocar puestas a tierra protectoras a cada lado del área de trabajo. Para el número ( 1 ) se debe usar equipo cubierto de caucho o plástico para voltajes de distribución, para los cuales el método de aislamiento ha sido designado como seguro.

Para el Número ( 2 ) se deben emplear las herramientas para trabajos en líneas energizadas para soltar y retirar de sus soportes aislados, sobre las estructuras, las partes energizadas, aislando así el área de trabajo al mover las partes energizadas fuera del alcance.

El tercer método es el que se discutirá a continuación líneas desenergizadas por las fuerzas de la naturaleza, falla de las piezas, vandalismo, o una interrupción programada. Antes de que los linieros puedan trabajar con seguridad, se debe seguir un procedimiento rutinario, haciendo caso omiso de cómo se desenergizó la línea, está se encuentra energizadas. Si no tiene puesta a tierra, no está desenergizada.





### A - 3 ) PUESTA A TIERRA EN TORRES DE ACERO

Las normas de seguridad varían de empresa. Algunas empresas permiten a sus linieros hacer la conexión a tierra directamente por encima del conductor, mientras que otras requieren que se haga la conexión por debajo del conductor, no se muestra.

#### RESUMEN :

- \* Las puestas a tierra para protección de los linieros son uno de los componentes mas importantes de cualquier equipo de construcción de líneas.
- \* Las Grapas deben ser seleccionadas con capacidad adecuada para la conducción de corriente continua, corriente de cortocircuito y resistencia mecánica.
- \* El cable y los terminales entre cables y grapas deben tener capacidad adecuada para conducción de corriente y resistencia mecánica.

---

## **B ) DEFINICIONES**

Es conveniente definir algunos conceptos que tienen relación con el tema de Puesta a Tierra se ha adoptado conveniente definir los siguientes conceptos:

### **B – 1) Puesta a Tierra:**

Es la Unión de un circuito eléctrico o equipo se conecta a tierra o a un cuerpo Conductor de dimensiones relativamente grandes que hacen las veces de tierra . El Objetivo es mantener el potencial de tierra y conducir la corriente de tierra a /o desde la tierra.

### **B – 2) Poner a Tierra :**

Se entiende que un sistema, circuito o equipo está " puesto a tierra " cuando Está previsto de una puesta a tierra.

### **B – 3) Malla a Tierra :**

Es una malla de electrodos de tierra formado por conductores desnudos, interconectados y enterrados de modo de proporcionar una puesta a tierra común.

### **B – 4) Sistema de Puesta a Tierra**

Un sistema de puesta a tierra consiste en la interconexión de toda la puesta a tierra en un área Específica.

El propósito es que con los datos obtenidos son usados para realizar estudios geofísicos de localización de zonas de minerales, estratos superficiales del suelo y otros fenómenos geológicos.

---

La resistividad del suelo tiene un impacto directo sobre el grado de corrosión de los sistemas de tubería enterradas. Una disminución de la resistividad del suelo incrementa la actividad de corrosión; por tanto determina el tratamiento de protección a ser usado. La resistividad eléctrica del terreno interviene directamente en el diseño del sistema de puesta a tierra. Cuando se diseña un sistema de puesta a tierra, es recomendable ubicar áreas de baja resistividad eléctrica para obtener una instalación de aterramiento eléctrico económico.

El diseño de puesta a tierra para torres de líneas de transmisión y subestaciones asociadas al estudio, requiere como dato el valor de la resistividad eléctrica del terreno.

#### **B – 5) Tierra Remota:**

En el caso en que la subestación se encuentra sobre una superficie de alta resistividad, como es el caso de las que están dentro de edificios, el sistema de tierras tendrá que ser de tipo remoto; esto es, la malla calculada se encuentra en contacto con el suelo natural y, la interconexión a la subestación se realiza por lo menos con dos conductores del calibre adecuado para la puesta a tierra.

#### **B – 6) Resistencia Mutua:**

La resistencia mutua entre electrodos y un punto del terreno es igual al cambio de voltaje producido por debido a la circulación de una corriente de 1 amperio en el primer.

## B – 7) Materiales de Puesta a Tierra

El conductor del electrodo de puesta a tierra sin ningún empalme podrá llevarse a cualquiera de los electrodos disponibles del sistema de electrodos de puesta a tierra y será dimensionado tomando el calibre requerido para todos los electrodos disponibles.

### a ) Electrodos de Acero con Cubierta de Cobre

Consiste en una varilla de 3 m de longitud con diámetro de 13 mm , 16 mm y 19 mm. El Acero le da dureza y el cobre resistencia a la corrosión y mejor conductividad.

La resistencia de contacto de una varilla está dada por la fórmula de Dwight.

$$R = \rho / (2 * \pi * L) * (\ln (4 L / a) - 1)$$

Donde :

$\rho$  : es la resistividad del terreno en ohm - cm

$L$  : es el largo de la varilla en cm

$a$  : es el diámetro de la varilla en cm.

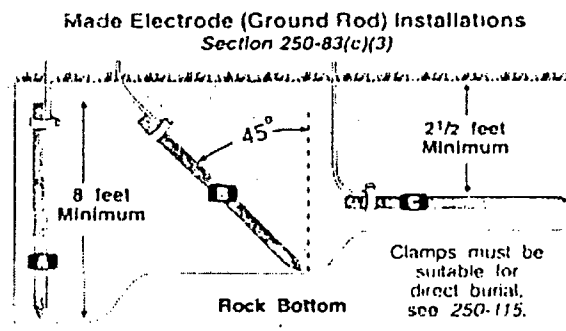


Fig. 12-26 Made Electrode (Ground Rod) Installations [Section 250-83(c)(3)].

### b ) Varillas de Mayor Diámetro

Usando Varillas de 19 mm en lugar de 13 mm se logra una reducción en la resistencia a tierra de hasta un 25 % máximo.

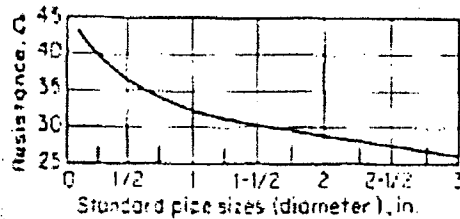


FIG. 17-20 Relation between pipe diameter and ground resistance. (NBS Technologic Paper 1018, June 1918.)

### c) Varillas mas Largas

Para los casos de donde las capas superiores de la tierra son de arena y donde a gran profundidad se encuentra una capa de buen terreno húmedo, existen varillas que se acoplan unas a otras para lograr longitudes hasta de 15 m .

Aunque en algunas subestaciones de compañías eléctricas de EE.UU. han empleado varillas con longitudes de hasta 30 m.

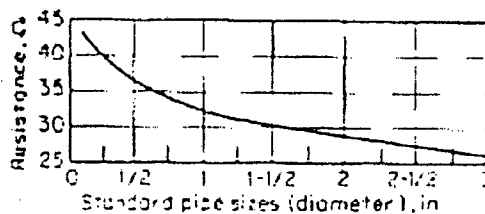


FIG. 17-20 Relation between pipe diameter and ground resistance. (NBS Technologic Paper 1018, June 1918.)

### d) Varillas en Paralelo

En colocar varillas en paralelo es una manera muy efectiva de bajar la resistividad.

Pero, las varillas de tierra no deben ser colocadas muy cerca de una de otra, por que cada varilla afecta la impedancia del circuito.

Cuando se colocan adyacentes, la impedancia neta es mayor .

---

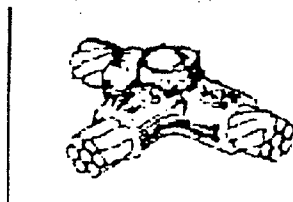
Para la Puesta a Tierra de accesorios de Líneas, recomienda separar las varillas de tierra una distancia igual a 2 veces. Su longitud . Ya que, aproximadamente 91 % de la resistencia a tierra de la varilla ocurre dentro de una cilindro hemisférico en la tierra con radio de 1.1. veces de largo ( L ) .

Cuando se utilizan múltiples electrodos, cada electrodo adicional no contribuye con una Reducción proporcional en la resistencia del circuito. Dos varillas reducen la resistencia al 58 % de una sola, mientras que 20 varillas apenas reducen ese valor al 10 % .

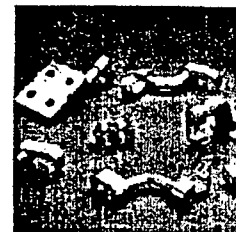
#### e ) Conectores

Los conectores de conductores de puesta a tierra con los electrodos pueden ser del tipo soldadura exotérmica, abrazaderas u otros medios aprobados. Y no deben tener soldaduras con materiales a punto de baja fusión ( estaño, plomo, etc )

Las abrazaderas deben ser adecuadas para el número y tipo de conductores. Además, deben de ser compatibles con los materiales de ambos, los conductores y los electrodos de puesta a tierra y cuando se usen enterradas, deben ser del tipo apropiado.



**TA**



#### f ) Registros

La Conexión al electrodo debe ser accesible para probar su resistencia a tierra y darle mantenimiento. Por lo que la recomendación es dejar registros en todo los electrodos de





---

## **C ) CORROSION DE UN SISTEMA DE ATERRAMIENTO**

### **C-1).- INTRODUCCION.-**

Las Puestas a Tierra están conformadas por Electrodo enterrados en contacto directo con el suelo natural o mayormente a través de un Relleno constituido por tierra de granulometría fina,

mezclada con sales conductoras disueltas en agua, para de ese modo poder dispersar con la mínima Resistencia Eléctrica, tanto en permanencia, corrientes menores de Carga Estática, Fuga, desbalance, erráticas, etc. y también ocasionalmente otras de mayor magnitud como son

las corrientes Inducidas, de Corto Circuito o de Rayo; su funcionamiento conductor y dispersor es entonces ininterrumpido, asegurando la protección de las personas principalmente contra Toques eléctricos y facilitando la referencia del Potencial cero para el correcto funcionamiento de los aparatos eléctricos y electrónicos.

El modo de instalación descrito, constituye visto de otro modo la inmersión de un objeto metálico en una masa Electrolítica no homogénea y con diferentes concentraciones salinas y de oxígeno lo cual es susceptible de configurar un esquema disperso de Celdas Básicas de Corrosión micro y macro en toda la superficie de contacto del electrodo con el Relleno.

### **C – 2).- ¿COMO OCURRE LA CORROSION EN EL SUELO?**

Los armados metálicos subterráneos como es el caso de los Electrodo de Puesta a Tierra, se corroen por Electrólisis; se trata de fenómenos de naturaleza Electroquímica

---

los cuales implican movimientos de electrones desde las zonas Anódicas, (donde tiene lugar la Oxidación), a las zonas Catódicas (donde ocurre la Reducción) a través de las partes del metal no involucradas en la reacción, cerrándose el circuito por el Electrolito, (Suelo húmedo) que es una Solución caracterizada por su Conductividad Iónica: la ecuación Electroquímica básica es entonces:



De ese modo la corrosión denominada Electroquímica Galvánica puede ocurrir conformando

Celdas de Corrosión:

- Galvánicas: En presencia de metales no similares en un mismo Electrolito, o bien;
- Electrolíticas: En presencia de un mismo metal inmerso en diferentes Electrolitos, o
- De Concentración: En un mismo metal inmerso en diferentes concentraciones de un mismo electrolito.

En los casos en los que los metales son diferentes, el más Catódico Pasivo o (Noble) prevalece a costa del deterioro permanente hasta su desaparición, del Metal Anódico (Activo); y cuando se trata de un mismo metal y diferentes concentraciones de un mismo Electrolito, las partes en deterioro son aquellas que sufren el mayor flujo de corriente continua saliendo hacia el electrolito (Suelo húmedo). Dichos procesos espontáneos y permanentes, obedecen a la existencia de Diferencias de Potencial de hasta cientos de milivoltios, asociados a la presencia de los metales.

---

### **C- 3).- CONCLUSIONES**

- a.- La agresividad del Suelo en los Electrodo de Puesta a Tierra se manifiesta a través de la inevitable Corrosión que propicia el lento incremento de su Resistencia de Dispersión y su destrucción.
- b.- Toda instalación de Puesta a Tierra, debe compatibilizar exigencias que por naturaleza son favorables al fenómeno de Corrosión, con otras que son contrarias y que están orientadas a la preservación de los Electrodo y su correcto funcionamiento.
- c.- Para obtener una instalación de Puesta a Tierra estable, de gran capacidad dispersora y larga duración, se podrá utilizar un electrodo resistente a la Corrosión (Cobre) Aislado de las Sales con un Relleno neutro y conductivo (Bentonita).

---

## D ) REACCION DEL CUERPO ANTE UN CHOQUE ELECTRICO

Un choque eléctrico causa varios efectos y síntomas en el ser humano, mas en relación a las tensiones de paso y de toque mas importantes a considerar en la fibrilación ventricular.

### D – 1) CHOQUE ELECTRICO

Las perturbaciones de naturaleza y efectos diversos que se manifiestan en el cuerpo humano cuando este es recorrido por una corriente eléctrica.

Esos defectos varían dependiendo de :

- Paso de la corriente en el cuerpo humano
- Intensidad de la Corriente Eléctrica
- Tiempo de duración del choque eléctrico
- Especie de corriente eléctrica
- Condiciones Humanas de la Persona

Las perturbaciones de la persona, se manifiestan por :

- Inhibición de los centros nerviosos, inclusive de dos que comandan la respiración produciendo parada respiratoria.
- Alteración del ritmo cardíaco, pudiendo producir Fribilación Ventricular que es Consecuencia de Parada Cardíaca.
- Quemaduras Profundas, produciendo destrucción del tejido.
- Alteración de la Sangre provocadas por efectos térmicos e electrolíticos de la corriente eléctrica.

---

## **D – 2) POTENCIAL DE TOQUE**

Se define como la diferencia de potencial entre dos superficies metálicas o una de ellas a tierra, las cuales sean susceptibles a ser tocadas simultáneamente por una persona.

Esta diferencia de potencial (mano a mano o entre pasos) deberá poseer un rango máximo de 20 a 50 voltios dependiendo de la impedancia característica de la persona la cual es del orden de 2.350 ohm.

El mantener un nivel apropiado y seguro en la diferencia de potencial para el ser humano no garantiza el nivel de ruido adecuado por la generalidad de equipos eléctricos.

## **D – 3) POTENCIAL DE TOQUE MAXIMO**

El potencial de toque máximo permisible entre la mano y el pie para no causar fibrilación ventricular.

## **D – 4) POTENCIAL DE PASO**

Es la diferencia de potencial que existe entre dos pies. Las tensiones de paso ocurre cuando entre los miembros (pies) aparecen diferencia de potencial, esto se produce cuando los miembros se encuentran sobre líneas equipotenciales diferentes.

Estas líneas equipotenciales se forman en la superficie del suelo cuando ocurre una corriente de corto circuito.

---

## E) SOLDADURA EXOTERMICA

### E - 1) GENERALIDADES

Las soldaduras exotérmicas tienen su uso más difundido en las conexiones eléctricas de puestas a tierra.

La unión se realiza por aporte de cobre en estado de fusión que incide a una temperatura superior a los 2.000 °C. sobre las piezas a soldar.

Esta colada de cobre fundido a alta temperatura se obtiene a partir de un proceso de reacción exotérmica que se genera dentro de un molde de grafito apto para el tipo de unión a ejecutar.

### E – 2 )PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El proceso de reacción exotérmica basa su principio de funcionamiento en el efecto reductor del aluminio.

Para el caso de conexiones de cobre, la reacción exotérmica se lleva a cabo entre óxido de cobre y aluminio.

La descripción de este proceso puede sintetizarse de la siguiente manera:

1. El óxido de cobre y el aluminio que integran junto a otros componentes cada carga de soldadura, actúan de forma tal, que una vez iniciada la reacción, el aluminio se oxida a expensas del oxígeno del óxido de cobre generando una alta temperatura que produce cobre en estado de fusión más óxido de aluminio, siendo este último eliminado en forma de escoria.
2. Durante el proceso, el óxido de aluminio no interfiere en la colada que conforma

---

el cuerpo de la soldadura, por poseer un peso específico menor que el óxido de cobre.

3. Este tipo de soldadura, se realiza dentro de un molde de grafito fabricado de acuerdo al tipo de unión o conexión a realizar y con un diseño tal que permite que el cobre fundido ataque las piezas a ser soldadas, logrando por el propio shock térmico de corta duración una soldadura con unión molecular y mayor capacidad de transferencia de corriente que el propio conductor, debido a su mayor sección transversal.

### **E – 3 ) VENTAJAS TECNICAS**

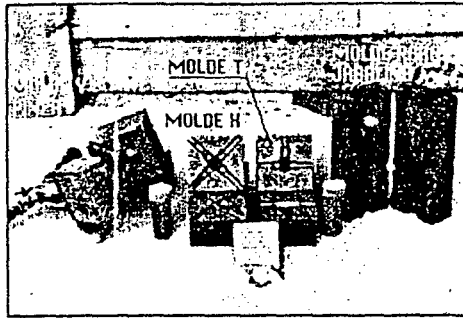
De esta manera se obtienen conexiones eléctricas que presentan todas las ventajas de los conectores y morsetos convencionales, pero eliminando los aspectos negativos, como ser la concentración de esfuerzos térmicos por reducción de sección, la corrosión en superficies sobrepuestas y las fatigas mecánicas por exceso de torque o compresión. Todos estos factores proveen una unión de baja o nula resistencia eléctrica de contacto con una elevada calidad electromecánica, duradera, sin necesidad de mantenimiento y/o verificaciones periódicas y fundamentalmente con una excelente performance técnico económica.

### **E – 4 ) PARTES DE UN MOLDE**

#### **ELEMENTOS NECESARIOS**

En la figura, podemos observar los distintos elementos que componen el equipo necesario para realizar las soldaduras exotérmicas.

Nótese la posición de la **plaqueta separadora (disco metálico)** en el molde para jabalina; esta ubicación es igual en todos los moldes.



## PREPARACION DEL CONDUCTOR

Es importante la preparación del conductor; este no debe poseer las puntas deshilachadas, pues no permitiría ser introducido en el molde o de forzarlo en el momento de cerrarlo con la pinza.

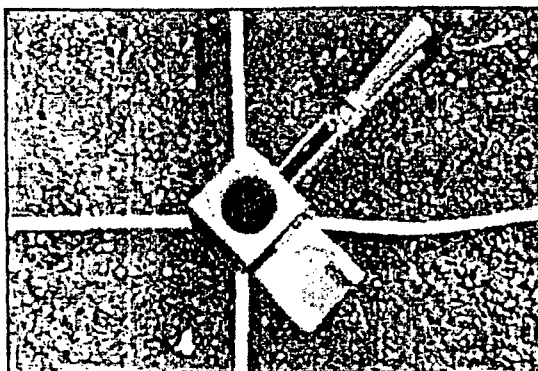
Nótese el detalle de la cinta aisladora en las puntas del mismo, la misma fue colocada antes de proceder al corte del conductor con una sierra.



## COLOCACION DEL MOLDE

Una vez que los conductores están correctamente preparados, procedemos a colocarlos dentro del molde teniendo la precaución que se toquen entre si (esto lo podremos verificar observando a través del canal de la colada) y de no lastimar el molde con las puntas del conductor, o al cerrarlo por medio de la pinza



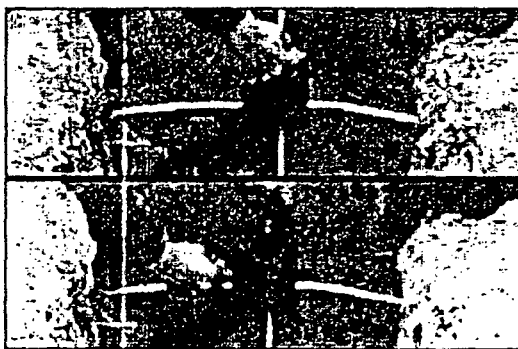


### COLOCACION DEL SEPARADOR Y DE LA CARGA

A continuación se colocan el separador (chapita metálica) y la carga que generalmente se presenta de dos maneras distintas.

En un solo envase, estando en la parte superior la soldadura propiamente dicha; y en el fondo el polvo ignitor.

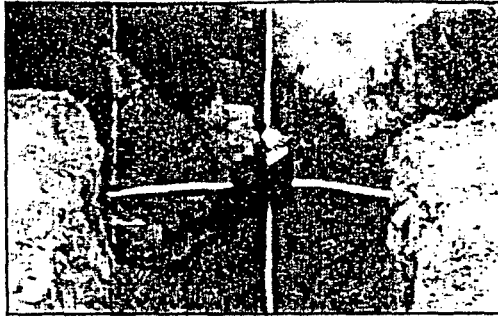
En dos envases distintos, uno contiene la soldadura propiamente dicha; y otro más chico, el ignitor.



### INICIO DE LA SOLDADURA

Bajamos la tapa del molde, y con el chispero disparamos en la ventana de la misma.

**CUIDADO !!!** Tener la precaución de no posesionares frente a la misma, dado que se corre el riesgo de quemarse en el momento de iniciarse la ignición de la soldadura



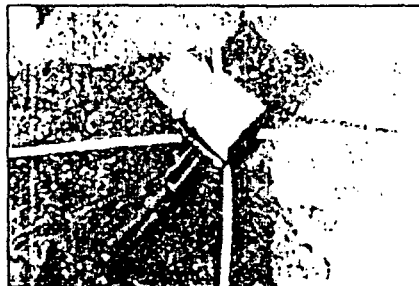
### SOLDADURA EN EJECUCION

Como comentábamos en el párrafo anterior, vemos la posición en la que hay que colocarse con respecto a la ventana de la tapa del molde para evitar quemarse en el momento de iniciarse la ignición de la soldadura.



### SOLDADURA TERMINADA

Una vez terminada la ignición, debemos esperar algunos segundos antes de levantar la tapa del molde; dado que la soldadura " HIERVE" y puede llegar a saltar alguna escoria. Lo aconsejable es esperar no menos de 15" antes de levantar la tapa del molde y proceder a abrir el mismo.



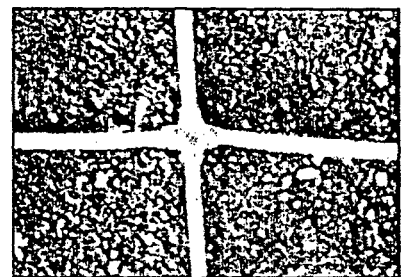
---

## SOLDADURA EN DERIVACION

En esta imagen, observamos una soldadura efectuada con el molde en forma de " T "

## SOLDADURA EN CRUZ

Una vez retirado el molde, procederemos a verificar la calidad de la soldadura retirando de la misma la escoria que esta tenga, y observando que la misma quede tal como se observa en la imagen.

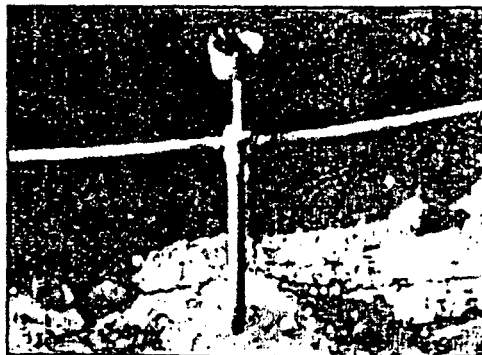


## SOLDADURA DE JABALINA

En esta imagen se puede observar la unión de una jabalina con un conductor pasante; en este caso no se realizó el corte del mismo. Obsérvese la colada de la soldadura.

La jabalina está rodeada de una mezcla en seco, compuesta en partes iguales por yeso y bentonita, la cual fue aplicada para aumentar la sección teórica de la jabalina.

Esto mismo, se puede lograr utilizando un gel.



---

## ACOMETIDA A JABALINA

Una vez realizada la soldadura mencionada anteriormente, podremos a continuación realizar una unión en derivación o en cruz. La observada en la imagen, se realizó empleando dos veces el molde en derivación; aunque también podría haberse efectuado con el molde en cruz.

Observese nuevamente que la jabalina esta rodeada de una mezcla en seco, compuesta en partes iguales por yeso y bentonita.



## PRECAUCIONES FINALES

Una vez finalizada la soldadura, y retirado el molde; debemos prestar la mayor atención al mantenimiento del mismo.

Debemos limpiarlo, retirando todo resto eventual de escoria que haya quedado en él, por medio de un pincel de cerdas suaves.

---

## F) NIVELES ISOCERAUNICOS

Se llama con este nombre la cantidad de tormentas eléctricas ( en las que se escuchan truenos) que hay en un año.

El número de tormentas eléctricas tiene indudable relación con el número de descargas que ocurren por unidad de superficie y unidad de tiempo.

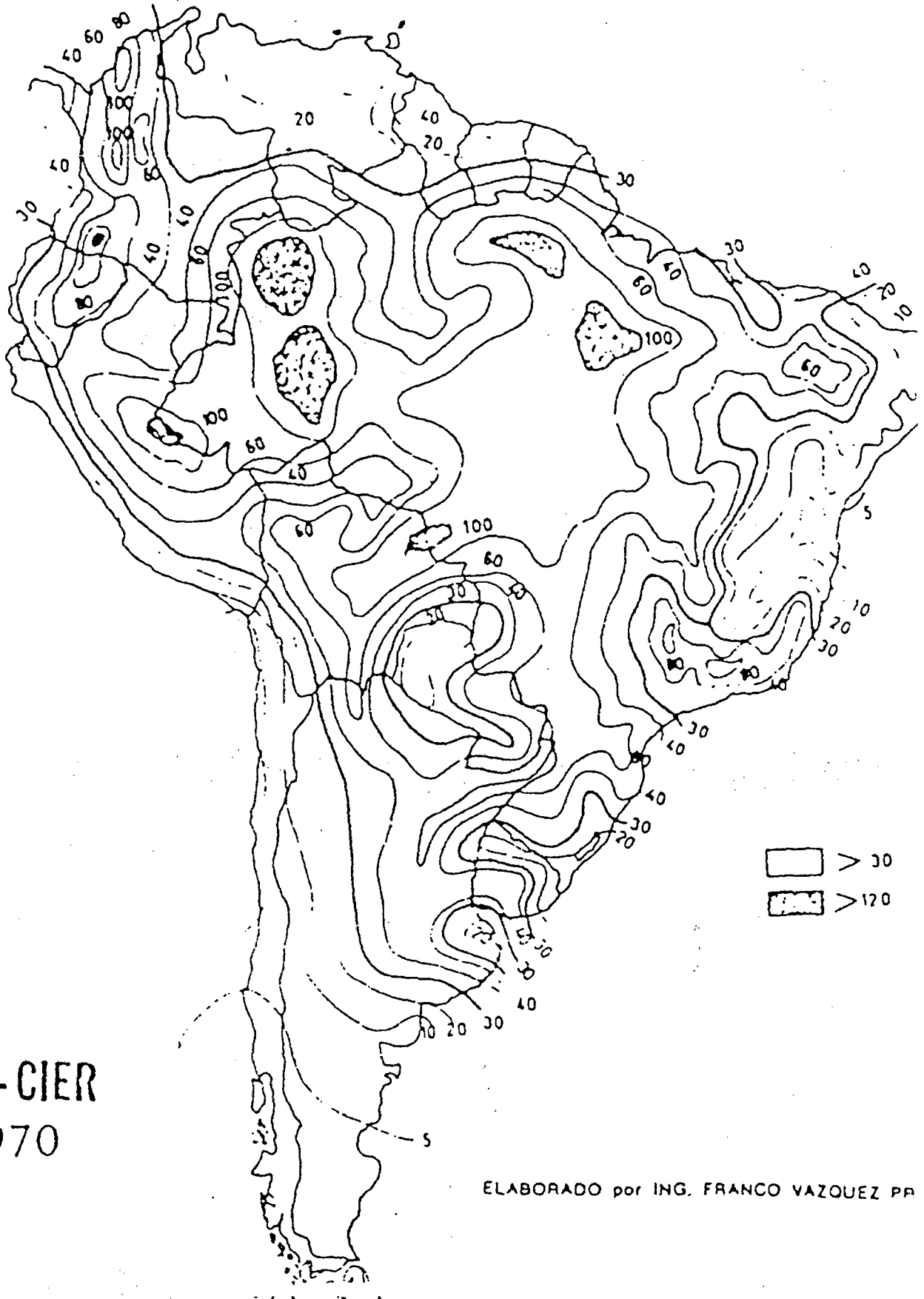
Es mas representativo el número de descargas eléctricas por unidad de superficie ( km cuadrado ) y por año , que mide la probabilidad que tiene un punto del terreno de ser alcanzado por una descarga atmosférica.

Un ejemplo en la zona de Buenos Aires las mediciones realizadas durante algunos años arrojaron un resultado de 5 descargas / km<sup>2</sup> al año.

En consecuencia una obra de 200 x 100 m tiene una probabilidad de ser alcanzada de  $0,02 \times 5 = 1$  descarga / 10 años.

En coordinación con la supervisión y en relación a la información obtenida se ha definido en 100 a 120 el nivel isoceraunico para la zona del proyecto.

# MAPA ISOCERAUNICO



ISE-CIER  
1970

ELABORADO por ING. FRANCO VAZQUEZ PR

---

## BIBLIOGRAFIA

- Teoría y Aplicaciones de Técnicas de Puesta a Tierra
    - Autor : Dinkar Mukehdkar
  
  - Sistemas de Puesta a Tierra
    - Autor : Catálogos e Información Técnica
  
  - Elementos del Diseño de Subestaciones
    - Autor : Guillermo Enrique Harper
  
  - Norma IEEE - ANSI 80
    - Puesta a Tierra - Resistividad de Suelos
  
  - Norma IEEE - ANSI 81
    - Puesta a Tierra - Resistividad de Suelos
    - Resistencia Eléctrica
  
  - Aterramiento Eléctrico
    - Puesta a Tierra - Resistividad de Suelos
    - Resistencia Eléctrica
    - Geraldo Kinderman y José Mario Campagnolo
-

# FIELD CATALOG

## thermOweld®

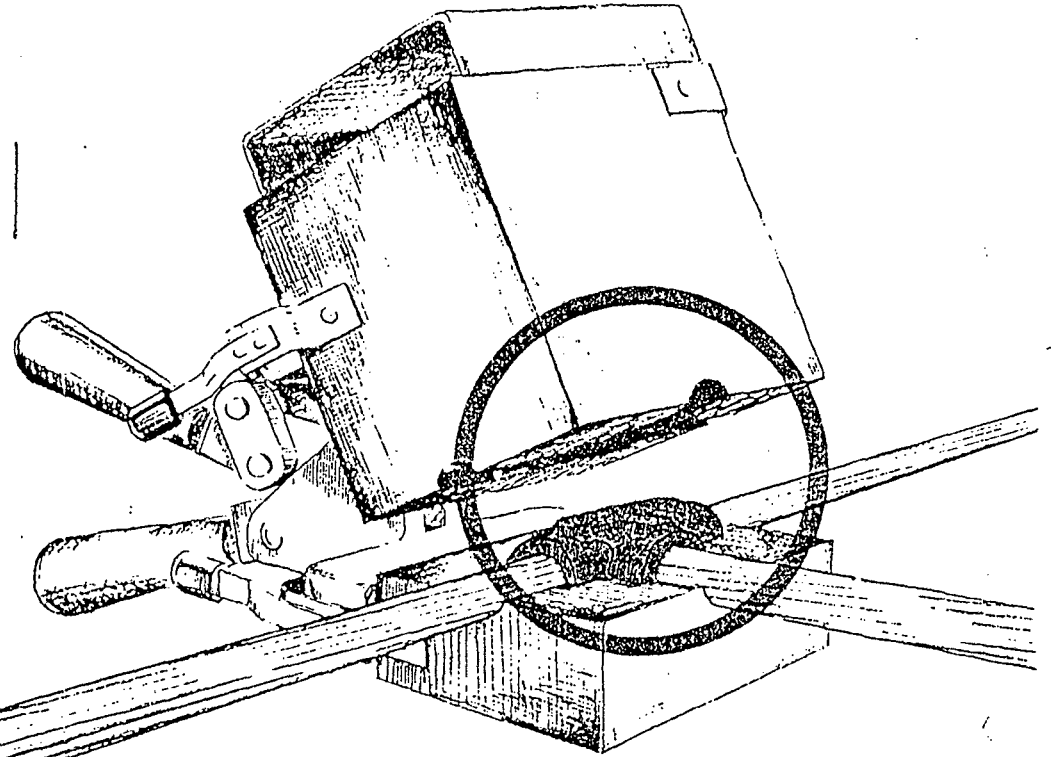
A DIVISION OF CONTINENTAL INDUSTRIES, INC.

POST OFFICE BOX 994

TULSA, OKLAHOMA 74101 USA

Phone 918-663-1440

FAX 918-622-1275



electrical connections catalog

# thermOweld®



TECNOLOGIA ELECTRICA PARA LA MINERIA E INDUSTRIA S.A





# ThermOmolds

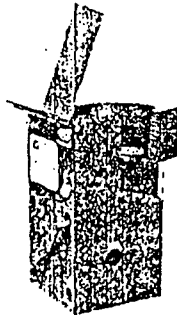
## SPLIT CRUCIBLES

ThermOmolds that have horizontally split molds may be furnished with split crucibles. Split crucibles make it easier to clean the crucible after each weld.

To order split crucibles, add suffix "-C" to the ThermOmold catalog number. (example M 241-C)

The following weld type molds may be furnished with split crucibles.

CC-2	CC-4	CR-3	CS-6
CS-18	CB-1	CB-4	CB-5
CRE-2	CRE-3		



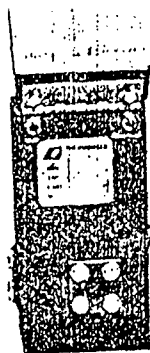
WEAR PLATES

The average life of a THERMOMOLD is 50 plus welds depending on the care and treatment it receives. The maximum wear on a mold takes place at the mold openings due to forcing a mold shut over "out of round" conductors, hitting and then chipping openings with ends of conductors, etc. To increase the mold life, "wear plates" can be factory installed around the mold openings. They can be supplied for all THERMOMOLDS for cable sizes, 1/0 AWG through 500 MCM and Copperweld cable 7/10 through 19/16.

To order, simply add the suffix "-W" to the ThermOmold catalog number such as M-241-W.

Wear Plates are available for the following weld types.

AC-1	1	AC-2	2	ACR-1	1	ACR-2	2
CB-1	1	CB-5	2	CB-33	1	CC-1	2
CC-2	3	CC-11	4	CC-6*	3	CC-7*	4
CR-1	2	CR-2	3	CR-3	3	CRE-3	2
CRE-4	2	CS-1	1	CS-2	2	CS-3	1
		CS-4	1	CS-6	2		



\*Wear plates only available on 1/0 str or 7/10 and larger cable

# ThermOweld Weld Metal

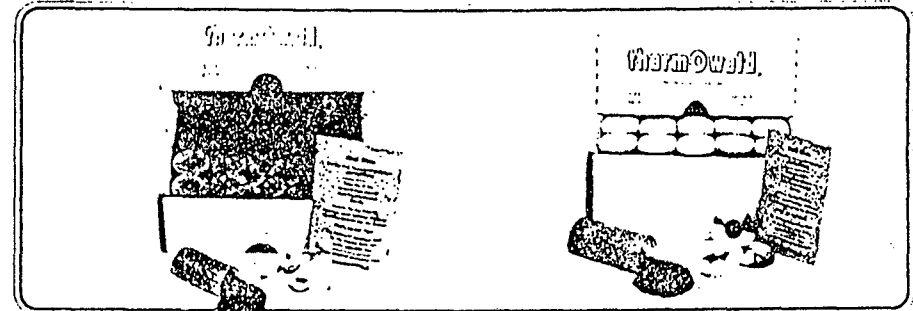
The size and weight (in grams) of the cartridge are marked on each individual cartridge. When a particular size cartridge is not available, a combination of smaller cartridges, or a portion of a larger cartridge may be used to arrive at the approximate gram weight required. When using several smaller cartridges, take care not to get the starting powder mixed between the weld metal. The starting powder is packed in the bottom of each cartridge and when poured into a THERMOMOLD should be spread evenly on top of the weld powder. Due to the cohesiveness of the starting powder, it does not mix with the weld powder and the bottom of the cartridge should be tapped with a lint gun to be sure all the starting powder has been removed. DO NOT TAMP POWDER DOWN ONCE IT IS PLACED IN THE MOLD.

THERMOWELD Powder is packed in moisture-resistant plastic cartridges that have tight fitting caps. These cartridges and the necessary steel discs are then packed in boxes that are hermetically sealed in plastic bags. This insures the powder arriving in good condition, always dry and ready for fast positive ignition.

THERMOWELD Powder comes in two types; one for welding copper to copper, copper to steel and copper to rail and one for welding copper to cast iron.

STANDARD CARTRIDGE SIZE	CAST IRON CARTRIDGE SIZE	PACKED PER BOX
#15	—	20
#25	#25CI	20
#32	#32CI	20
#45	#45CI	20
#65	#65CI	20
#90	#90CI	10
#115	#115CI	10
#150	—	10
#200	—	10
#250	—	10
#500	—	10

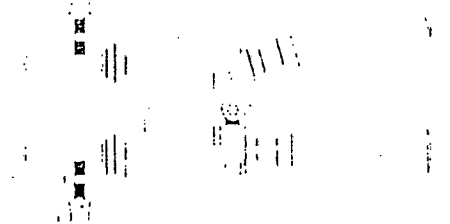
ThermOweld Powder is sold in box quantities only.



# ThermoChange Clamps

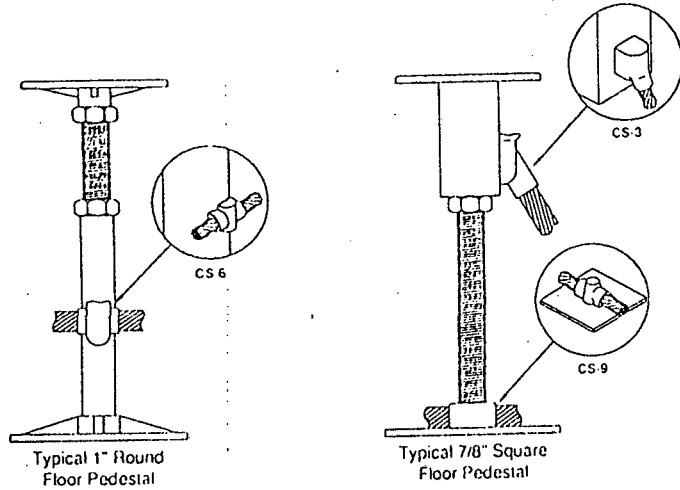
For most connections involving lugs, cable, or rectangular bus, ThermoChange clamps are used. ThermoChange clamps make possible the use of many different sizes and types of ThermOmolds with only two different clamps. The two ThermoChange clamps are catalog numbers B-106 and B-107. Those will fit 95% of all standard ThermOmolds.

- Use B-106 clamps for all molds having a price key 4, 7, or 17. These molds are a nominal 3-1/8" x 3-1/8" square.
- Use B-107 clamps for all molds having a price key 5, 6, or 8. These molds are a nominal 4" x 4" square.
- All molds having a price key 2, 3, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, or 16 have an attached frame; separate handles are not required.



# thermOweld Computer Grounding

ThermOweld Connections can be used in computer room grounding.  
For further information, contact factory.

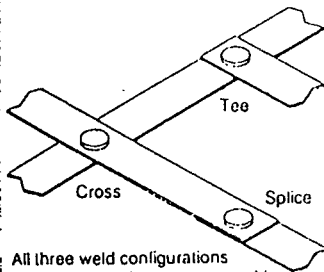


Typical 1" Round Floor Pedestal

Typical 7/8" Square Floor Pedestal

COMPUTER GROUNDING CONNECTIONS					
CABLE SIZE	PEDSTAL TYPE	MOLD NO.	WELD TYPE	PRICE KEY	CART. SIZE
#8 STR	1" ROUND	M-6122	CS-3	18	15
#8 STR	7/8" SQUARE	M-6123	CS-3	18	15
#6 STR	1" ROUND	M-6124	CS-6	19	15
#6 STR	7/8" SQUARE	M-6125	CS-27	18	15
#4 STR	BASE	M-6126	CS-9	3	25

For connections not listed, contact factory.

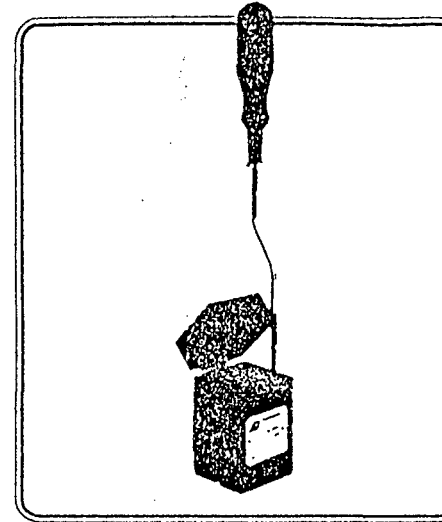


COMPUTER GROUNDING CONNECTIONS									
GAUGE AWG	STRIP WIDTH								
	1"			1-1/2"			2"		
	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE
#26	M-6139	4	32	M-6150	17	32	M-6164	17	32

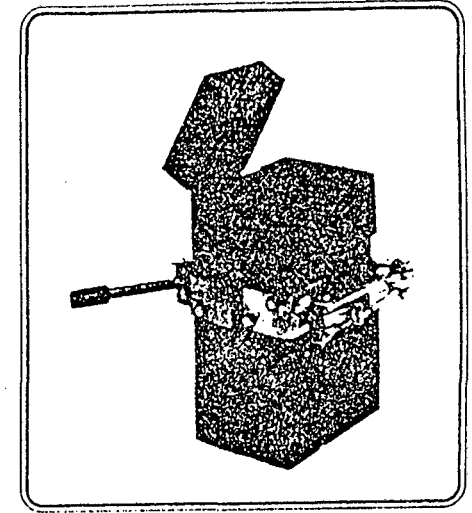
For connections not listed, contact factory.

All three weld configurations can be made with the same mold, simplifying the installation process.

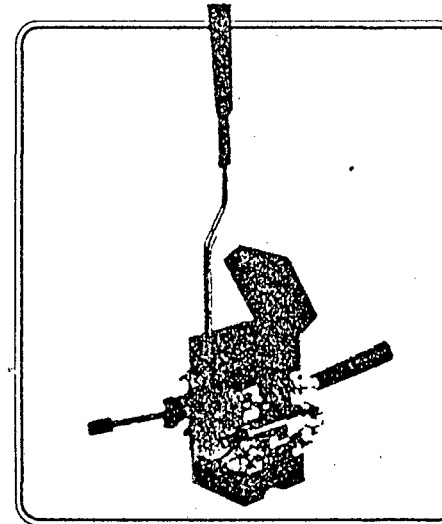
# ThermOmolds



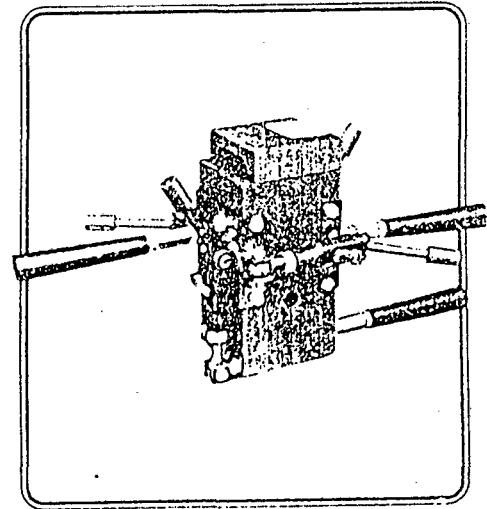
ThermOmold Price Key 3 Frame (Typical)



ThermOmold Price Key 7 & 8 Frame (Typical)



ThermOmold Price Key 14 Frame (Typical)



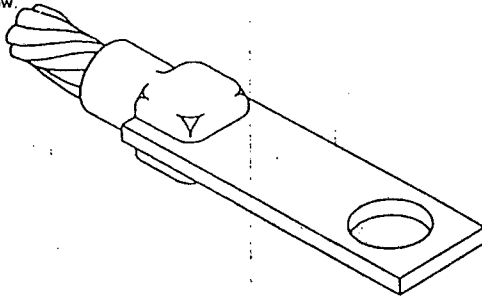
ThermOmold Price Key 15 & 16 Frame (Typical)

# thermOweld Cable to Lug or Bus

## type CB-1 THERMOMOLD

### Horizontal Cable Tap to Horizontal Lug or Bus

TYPE CB-1 is used to connect a copper conductor to a copper lug or bus bar.  
Size range is #8 through 1000 MCM solid or concentric stranded copper conductors. See pages 69 and 70 for lugs.  
Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed below.



TYPE CB-1 THERMOMOLDS					
CABLE SIZE	LUG SIZE	STANDARD MOLD*			
		MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	
4.0	1/4 X J	M 1915	4	90	
250 MCM	1/4 X 3	M 1916	4	90	
300 MCM	1/4 X 3	M 1917	4	90	
350 MCM	1/4 X 3	M 1918	4	115	
500 MCM	1/4 X 3	M 1920	4	200	
750 MCM	3/8 X 3	M 1921	5	2-150	
1000 MCM	3/8 X 3	M 1922	5	2-200	
1250 MCM	3/8 X 3	M 1923	5	3-200	
1500 MCM	1/2 X 3	M 1924	6	3-250	
1750 MCM	1/2 X 3	M 1925	6	2-500	
2000 MCM	1/2 X 3	M 1926	6	2-500	

\* For information on heavy duty molds, contact ThermOweld

TYPE CB-1 THERMOMOLDS										
CABLE SIZE *	LUG SIZE	STANDARD MOLD*			CABLE SIZE *	LUG SIZE	STANDARD MOLD*			
		MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE			MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	
#8	1/16 X 1/2	M 995	4	15	4.0	1/4 X 1 1/2	M 997	4	90	
10	X 1	M 997	4	15		250 MCM	1/4 X 1	M 998	4	90
#6	1/16 X 1/2	M 999	4	15		1/4 X 1 1/4	M 999	4	90	
	1/8 X 1	M 999	4	15		1/4 X 1 1/2	M 999	4	90	
#4	3/32 X 9/16	M 970	4	25	300 MCM	1/4 X 1	M 991	4	90	
	1/8 X 1	M 971	4	45			1/4 X 1 1/4	M 992	4	90
#3	3/32 X 9/16	M 972	4	25	350 MCM	1/4 X 1 1/2	M 993	4	50	
	1/8 X 1	M 973	4	45			1/4 X 1	M 994	3	115
#2	1/8 X 5/8	M 974	4	32		1/4 X 1 1/4	M 995	4	115	
	1/8 X 1	M 975	4	45	500 MCM	3/8 X 1	M 1000	4	150	
#1	1/8 X 5/8	M 976	4	32			1/4 X 1 1/2	M 1001	4	200
	1/8 X 1	M 977	4	45		1/4 X 2	M 1002	4	200	
10	1/8 X 1	M 978	4	45		3/8 X 1	M 1003	4	200	
20	1/4 X 1	M 979	4	65		3/8 X 1 1/2	M 1004	4	200	
	1/8 X 1	M 980	4	65	750 MCM	3/8 X 2	M 1005	5	2-150	
	1/4 X 1	M 981	4	65			1/4 X 2	M 1006	5	2-150
30	3/16 X 1	M 982	4	90		3/8 X 1 1/2	M 1007	5	2-150	
	1/4 X 1	M 983	4	90		3/8 X 2	M 1008	5	2-150	
40	3/16 X 1	M 984	4	90	1000 MCM	3/8 X 2	M 1009	5	2-200	
	1/4 X 1	M 985	4	90			7/16 X 2	M 1010	5	2-200
	1/4 X 1 1/4	M 986	4	90		1/2 X 2	M 1011	5	500	

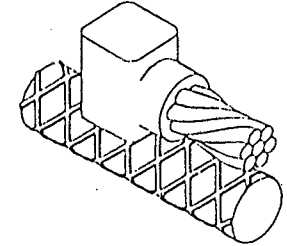
\* Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "S" to mold number for solid connections.  
\* For information on heavy duty molds, contact ThermOweld

# thermOweld Cable to Rebar

## type CRE-1 THERMOMOLD

### Horizontal Parallel Tap

TYPE CRE-1 THERMOMOLD is recommended for parallel horizontal connections for solid or concentric stranded conductors #6 through 4/0 joined to reinforcing bars #3 through #18S. The high copper content joint has a higher current carrying capacity than the conductors being joined and is impervious to vibration and moisture. For information on sizes not listed, contact factory.

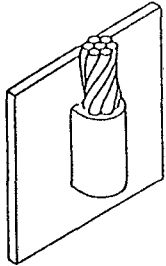


Important: See Packing Material Note On Page 42.

TYPE CRE-1 THERMOMOLDS												
REBAR SIZE	CABLE SIZE *	MOLD NO. *	PACKING MAT'L NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	REBAR SIZE	CABLE SIZE *	MOLD NO. *	PACKING MAT'L NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	
3	#6	M 7500	38-4050	4	25	B	1.0	M 7504	38-4052	14.1	50	
	#4	M 7501	38-4060	4	32		2.0	M 7505	38-4052	14.1	50	
	#2	M 7502	38-4060	4	45		3.0	M 7506	38-4052	14.1	115	
	#1	M 7503	38-4060	4	65		4.0	M 7507	38-4052	14.1	115	
	1.0	M 7504	38-4050	4	50		#6	M 7508	38-4051	3.1	25	
	2.0	M 7505	38-4060	4	90		#4	M 7509	38-4051	3.1	32	
	3.0	M 7506	38-4060	4	115		#2	M 7510	38-4051	3.1	45	
	4.0	M 7507	38-4060	4	145		#1	M 7511	38-4051	3.1	65	
	#6	M 7508	38-4051	3.1	25		1.0	M 7512	38-4052	14.1	50	
	#4	M 7509	38-4051	3.1	32		2.0	M 7513	38-4052	14.1	50	
4	#2	M 7510	38-4051	3.1	45	9	3.0	M 7514	38-4052	14.1	115	
	#1	M 7511	38-4051	3.1	65		4.0	M 7515	38-4052	14.1	115	
	1.0	M 7512	38-4060	4	90		#6	M 7516	38-4051	3.1	25	
	2.0	M 7513	38-4060	4	90		#4	M 7517	38-4051	3.1	32	
	3.0	M 7514	38-4060	4	115		#2	M 7518	38-4051	3.1	45	
	4.0	M 7515	38-4060	4	145		#1	M 7519	38-4051	3.1	65	
	#6	M 7516	38-4051	3.1	25		1.0	M 7520	38-4050	4	90	
	#4	M 7517	38-4051	3.1	32		2.0	M 7521	38-4060	4	140	
	#2	M 7518	38-4051	3.1	45		3.0	M 7522	38-4060	4	115	
	#1	M 7519	38-4051	3.1	65		4.0	M 7523	38-4060	4	145	
5	1.0	M 7520	38-4050	4	90	10	1.0	M 7524	38-4052	14.1	50	
	2.0	M 7521	38-4060	4	140		2.0	M 7525	38-4052	14.1	50	
	3.0	M 7522	38-4060	4	115		3.0	M 7526	38-4052	14.1	115	
	4.0	M 7523	38-4060	4	145		#6	M 7527	38-4051	3.1	25	
	#6	M 7524	38-4051	3.1	25		#4	M 7528	38-4051	3.1	32	
	#4	M 7525	38-4051	3.1	32		2.0	M 7529	38-4051	3.1	45	
	#2	M 7526	38-4051	3.1	45		3.0	M 7530	38-4051	3.1	65	
	#1	M 7527	38-4051	3.1	65		4.0	M 7531	38-4051	3.1	65	
	1.0	M 7528	38-4052	14.1	50		#6	M 7532	38-4052	14.1	50	
	2.0	M 7529	38-4052	14.1	50		#4	M 7533	38-4051	3.1	32	
6	3.0	M 7530	38-4052	14.1	115	14S	#2	M 7534	38-4051	3.1	45	
	4.0	M 7531	38-4052	14.1	115		#1	M 7535	38-4051	3.1	65	
	#6	M 7532	38-4051	3.1	25		1.0	M 7536	38-4052	14.1	50	
	#4	M 7533	38-4051	3.1	32		2.0	M 7537	38-4052	14.1	50	
	#2	M 7534	38-4051	3.1	45		3.0	M 7538	38-4052	14.1	115	
	#1	M 7535	38-4051	3.1	65		4.0	M 7539	38-4052	14.1	115	
	1.0	M 7536	38-4052	14.1	50		#6	M 7540	38-4051	3.1	25	
	2.0	M 7537	38-4052	14.1	50		#4	M 7541	38-4051	3.1	32	
	3.0	M 7538	38-4051	3.1	45		#2	M 7542	38-4051	3.1	45	
	4.0	M 7539	38-4051	3.1	65		1.0	M 7543	38-4052	14.1	50	
7	1.0	M 7540	38-4052	14.1	90	18S	#6	M 7544	38-4051	3.1	25	
	2.0	M 7541	38-4052	14.1	90		#4	M 7545	38-4051	3.1	32	
	3.0	M 7542	38-4052	14.1	115		#2	M 7546	38-4051	3.1	45	
	4.0	M 7543	38-4051	3.1	65		1.0	M 7547	38-4052	14.1	50	
	#6	M 7544	38-4051	3.1	25		2.0	M 7548	38-4052	14.1	50	
	#4	M 7545	38-4051	3.1	32		3.0	M 7549	38-4052	14.1	115	
	#2	M 7546	38-4051	3.1	45		4.0	M 7550	38-4052	14.1	115	
	#1	M 7547	38-4051	3.1	65							
	1.0	M 7548	38-4052	14.1	90							
	2.0	M 7549	38-4052	14.1	90							

\* Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "S" to mold number for solid to solid connections.  
\* Sold with FRAME. If not required, specify MOLD NUMBER followed by suffix "G".  
\* For information on heavy duty molds, contact ThermOweld

## thermOweld Cable to Steel Surface



type CS-7 THERMOMOLD

Overhead Vertical Tap Cable to Vertical Steel Surface

TYPE CS-7 is used to join an overhead vertical copper conductor drop tap to a vertical steel surface. Size range is #6 through 1000 MCM solid or concentric stranded copper conductors.

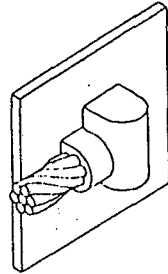
For connections to pipe see note below. Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed.

TYPE CS-7 THERMOMOLDS			
CABLE SIZE +	STANDARD MOLD*		
	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE
#6	M 1635	4	65
#4	M 1636	4	65
#3	M 1637	4	65
#2	M 1638	4	65
#1	M 1639	4	90
1/0	M 1640	4	150
2/0	M 1641	4	150
3/0	M 1642	17	200
4/0	M 1643	17	300
250 MCM	M 1644	17	200
300 MCM	M 1645	17	250
350 MCM	M 1646	6	2 150
500 MCM	M 1648	6	2 300
750 MCM	M 1649	6	500
1000 MCM	M 1650	6	3 200

- + Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "S" to mold number for solid connections.
- o For information on heavy duty molds, contact ThermOweld.

### WELDING TYPE CS-7 TO VERTICAL PIPE

To weld to vertical pipe, add pipe size to mold number. Example: to weld 4" o/sr cable to 6" vertical pipe, the mold number would be M 1643-V6



type CS-18 THERMOMOLD

Horizontal Tap Cable to Vertical Steel Surface

TYPE CS-18 is used to connect a horizontal conductor to a vertical steel surface. Note that the cable is ON the surface. For mold with cable off surface, contact factory. Size range is #6 through 500 MCM solid or concentric stranded copper conductors.

For connections to pipe see note below. Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed.

TYPE CS-18 THERMOMOLDS			
CABLE SIZE +	STANDARD MOLD		
	MOLD NO. +	PRICE KEY	CART. SIZE
#6	M 5910	4	45
#4	M 2761	4	45
#2	M 2569	4	45
#1	M 6060	4	65
1/0	M 5419	4	90
2/0	M 2567	4	50
3/0	M 6072	4	115
4/0	M 9253	4	115
250 MCM	M 2568	4	115
300 MCM	M 6061	4	150
350 MCM	M 6067	4	200
500 MCM	M 8359	4	200

- + Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "S" to mold number for solid connections.
  - + Add (R) to mold number for right hand mold or (L) for left hand mold. Right hand (R) mold will be furnished if not specified.
- EXAMPLE: M 9253 L

### WELDING TYPE CS-18 TO HORIZONTAL PIPE

To weld to horizontal pipe, add pipe size to mold number. Example: to weld 4/0 sr cable to 6" horizontal pipe, the mold number would be M-9253-6

## thermOweld Cable to Cast Iron Surface

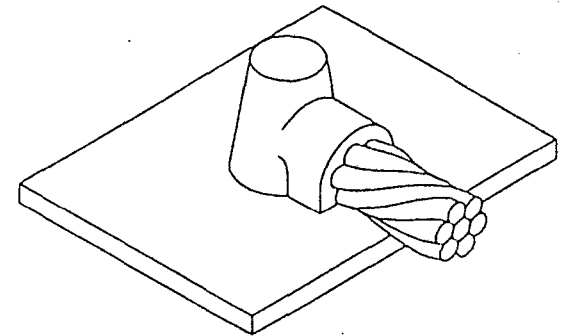
type CS-5 THERMOMOLD

Horizontal Cable Tap to Horizontal Cast Iron Surface

TYPE CS-5 is used to join horizontal cable taps to horizontal cast iron surfaces. Note that the cable is ON the surface.

Size range is #6 through #1 solid or concentric stranded copper conductors. For connections to pipe see note below. Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed.

TYPE CS-5 THERMOMOLDS			
CABLE SIZE +*	STANDARD MOLD*		
	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE
#6 Sol	M 1613	3 1	25 Cl
#5	M 1614	3 1	25 Cl
#4 Sol	M 1615	3 1	45 Cl
#3	M 1616	3 1	45 Cl
#2 Sol	M 1617	3 1	45 Cl
#2	M 1618	3 1	45 Cl
#1 Sol	M 1619	3 1	65 Cl
#1	M 1620	3 1	65 Cl



- \* Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "S" to mold number for solid connections.

1 Solid with FRAME L not required. Specify MOLD NUMBER followed by suffix "Cl".

o For information on heavy duty molds, contact ThermOweld.

\* For #10 solid and smaller wire, use mold M 1613 and A 730 as tap on sleeve.

For #8 solid and #10 solid or stranded wire, use mold M 1617 and A 200 as tap on sleeve.

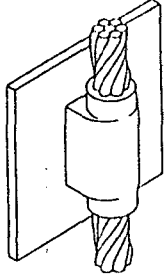
For #6 solid and stranded wire, use mold M 1616 and A 201 as tap on sleeve.

DO NOT use Type CS-5 on Soil Pipe (ASTM A74-B2). A test weld should be made on a section of the pipe being used to determine the possibility of detrimental metallurgical effects.

### WELDING TO HORIZONTAL PIPE

To weld to horizontal cast iron pipe, add pipe size to mold number. To weld #1 sr cable to 6" horizontal cast iron pipe, the mold number would be M-1620-6. To weld #1 cable or smaller to cast iron pipe 14" and larger, use a flat surface mold.

# thermOweld Cable to Steel Surface

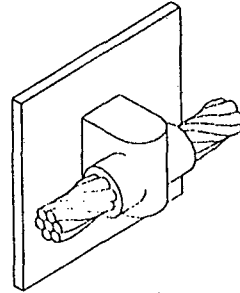


type CS-4 THERMOMOLD

Vertical Thru Cable to Vertical Steel Surface

TYPE CS-4 is used to connect a vertical thru copper cable to a vertical steel surface. Note that the cable is OFF the surface. For molds with cable on surface, contact factory. Size range is #6 through 500 MCM solid or concentric stranded copper conductors.

For connections to pipe see note below.  
Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed.

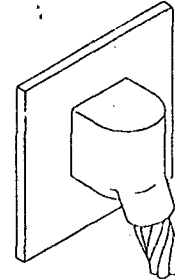


type CS-6 THERMOMOLD

Horizontal Thru Cable to Vertical Steel Surface

TYPE CS-6 is used to connect a horizontal through run conductor to a vertical steel surface. Note that the cable is OFF the surface. For mold with cable on surface, contact factory.

Size range is #6 through 250 MCM solid or concentric stranded copper conductors  
For connections to pipe see note below.  
Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed.



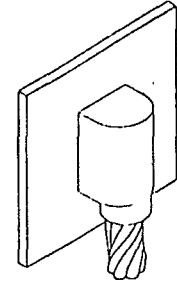
type CS-3 THERMOMOLD

Angular Cable Drop to Vertical Steel Surface

TYPE CS-3 is used to join the end of a copper cable at a 45° angle to a vertical steel surface. Size range is #6 through 1000 MCM solid or concentric stranded copper conductors.

For connections to pipe see note below  
Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed.

# thermOweld Cable to Steel Surface



type CS-23 THERMOMOLD

Vertical Cable Drop to Vertical Steel Surface

TYPE CS-23 is used to connect vertical cable down to a vertical steel surface. Cable is off surface. Size range is #6 through 500 MCM solid or concentric stranded copper conductors.

For connections to pipe see note below.  
Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed.

CABLE SIZE +	TYPE CS-4 THERMOMOLDS					
	STANDARD MOLD			HEAVY DUTY MOLD (Add "H" to end of Mold #)		
	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	PRICE KEY	CART. SIZE	
#6	M 1215	4	90	17	200	
#4	M 1210	4	90	17	200	
#3	M 1217	4	90	17	200	
#2	M 1210	4	115	17	250	
#1	M 1219	4	115	17	250	
1/0	M 1220	17	200	6	2 200	
2/0	M 1221	17	200	6	2 300	
3/0	M 1222	17	250	6	500	
4/0	M 1223	17	250	6	500	
250 MCM	M 1224	17	250	6	500	
300 MCM	M 1225			6	500	
350 MCM	M 1226			6	3 200	
500 MCM	M 1228			6	3 250	

\* Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "S" to mold number for solid connections.  
300 MCM & larger are available only in heavy duty molds

CABLE SIZE +	TYPE CS-6 THERMOMOLDS					
	STANDARD MOLD*			HEAVY DUTY MOLD (Add "H" to end of Mold #)		
	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	PRICE KEY	CART. SIZE	
#6	M 1626	4	65			
#4	M 1627	4	65			
#2	M 1628	4	65			
#1	M 1629	4	90			
1/0	M 1630	4	115			
2/0	M 1631	4	115			
3/0	M 1632	4	150			
4/0	M 1633	4	150			
250 MCM	M 1634	4	150			

\* Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "S" to mold number for solid connections.  
For information on heavy duty molds, contact ThermOweld

CABLE SIZE +	TYPE CS-3 THERMOMOLDS					
	STANDARD MOLD			HEAVY DUTY MOLD (Add "H" to end of Mold #)		
	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	PRICE KEY	CART. SIZE	
#6	M 585	4	45	4	65	
#4	M 586	4	45	4	65	
#2	M 587	4	45	4	90	
#1	M 588	4	45	4	90	
1/0	M 589	4	65	4	115	
2/0	M 590	4	90	4	150	
3/0	M 591	4	90	4	150	
4/0	M 592	4	115	4	200	
4/0	M 593	4	115	4	200	
250 MCM	M 594	4	115	4	200	
300 MCM	M 595	4	150	4	250	
350 MCM	M 596	4	200	4	250	
500 MCM	M 598	4	200	5	2 150	
750 MCM	M 599	5	2 150	5	500	
1000 MCM	M 600	5	2 200	5	3 200	

\* Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "S" to mold number for solid connections

CABLE SIZE +	TYPE CS-23 THERMOMOLDS					
	STANDARD MOLD			HEAVY DUTY MOLD (Add "H" to end of Mold #)		
	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	PRICE KEY	CART. SIZE	
#6	M 5389	4	45	4	90	
#4	M 5359	4	65	4	115	
#2	M 2781	4	65	4	115	
#1	M 5361	4	90	4	150	
1/0	M 2189	4	115	4	200	
2/0	M 2540	4	115	4	200	
3/0	M 5362	4	150	4	250	
4/0	M 8718	4	150	4	250	
250 MCM	M 8165	4	200	17	2 150	
300 MCM	M 5363	4	200	17	2 150	
350 MCM	M 4929	4	200	5	2 200	
500 MCM	M 8512	17	2 150	6	500	

\* Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "S" to mold number for solid connections

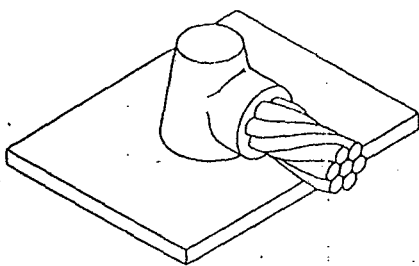
### WELDING TO VERTICAL PIPE

To weld to vertical pipe, add pipe size to mold number. To weld 4-0 size cable to 6" vertical pipe, the mold number would be: M-1223 V6 To weld #1 cable or smaller to pipe 14" and larger, use a flat surface mold. For 1-0 cable and larger, use a flat surface mold only on pipe 30" and larger

### WELDING TO VERTICAL PIPE

To weld to vertical pipe, add pipe size to mold number. To weld 4-0 size cable to 6" vertical pipe, the mold number would be: M-593 V6 To weld #1 cable or smaller to pipe 14" and larger, use a flat surface mold. For 1-0 cable and larger, use a flat surface mold only on pipe 30" and larger

## thermOweld Cable to Steel Surface



type CS-1 THERMOMOLD

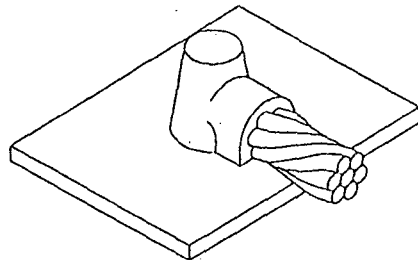
Horizontal Cable to Horizontal Steel Surface

TYPE CS-1 is used to terminate a horizontal copper cable to any horizontal steel surface. Note that the cable is OFF the surface.

Size range is 1/0 through 1000 MCM solid or concentric stranded copper conductors.

For connections to pipe see note below.

Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed.



type CS-8 THERMOMOLD

Horizontal Cable to Horizontal Steel Surface

TYPE CS-8 is used to terminate a horizontal copper cable to any horizontal steel surface. Note that the cable is ON the surface.

Size range is #6 through 1000 MCM solid or concentric stranded copper conductors.

For connections to pipe see note below.

Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed.

CABLE SIZE +	TYPE CS-1 THERMOMOLDS					
	STANDARD MOLD			HEAVY DUTY MOLD (Add ".1F" to end of Mold #)		
	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	PRICE KEY	CART. SIZE	
1/0	M 644	4	50	4	150	
2/0	M 645	4	99	4	150	
3/0	M 646	4	115	4	200	
4/0	M 647	4	115	4	200	
250 MCM	M 648	4	115	4	200	
300 MCM	M 649	4	150	4	250	
350 MCM	M 650	4	200	5	2 150	
500 MCM	M 652	4	200	5	2 150	
750 MCM	M 653	5	2 150	5	3 200	
1000 MCM	M 654	5	2 200	5	3 200	

\* Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "-S" to mold number for solid connections.

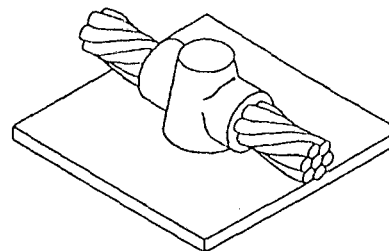
CABLE SIZE +	TYPE CS-8 THERMOMOLDS					
	STANDARD MOLD			HEAVY DUTY MOLD (Add ".1F" to end of Mold #)		
	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	PRICE KEY	CART. SIZE	
#6	M 628	3 1	45	4	65	
#8	M 629	3 1	45	4	65	
#2	M 630	3 1	45	4	90	
#1	M 631	3 1	65	4	115	
1/0	M 7145	4	90			
2/0	M 7075	4	90			
3/0	M 2199	4	115			
4/0	M 6114	4	115			
250 MCM	M 2200	4	115			For Heavy Duty Molds Use CS-1 Type
300 MCM	M 2505	4	150			
350 MCM	M 2507	4	200			
500 MCM	M 2509	4	200			
750 MCM	M 2542	5	2 150			
1000 MCM	M 2511	5	2 200			

\* Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "-S" to mold number for solid connections.  
† Sold with FRAME. If not required, specify MOLD NUMBER followed by suffix "-G".

### WELDING TO HORIZONTAL PIPE

To weld to horizontal pipe, add pipe size to mold number. To weld 4/0 str. cable to 6" horizontal pipe, the mold number would be M 647 6. To weld #1 cable or smaller to pipe 14" and larger, use a flat surface mold. For 1/0 cable and larger, use a flat surface mold only on pipe 30" and larger.

## thermOweld Cable to Steel Surface



type CS-2 THERMOMOLD

Horizontal Thru Cable to Horizontal Steel Surface

TYPE CS-2 is used to connect a horizontal through copper cable to any horizontal steel surface. Note that the cable is OFF the surface.

Size range is 1/0 through 1000 MCM solid or concentric stranded copper conductors.

For connections to pipe see note below.

Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed.

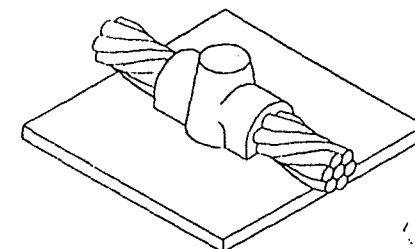
CABLE SIZE +	TYPE CS-2 THERMOMOLDS					
	STANDARD MOLD			HEAVY DUTY MOLD (Add ".1F" to end of Mold #)		
	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	PRICE KEY	CART. SIZE	
1/0	M 616	4	50	4	150	
2/0	M 617	4	115	4	200	
3/0	M 618	4	115	4	200	
4/0	M 619	4	150	4	250	
250 MCM	M 620	4	150	4	250	
300 MCM	M 621	4	200	5	2 150	
350 MCM	M 622	4	250	5	2 200	
500 MCM	M 624	5	2 150	5	500	
750 MCM	M 625*			5	3 250	
1000 MCM	M 626*			5	2 500	

\* Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "-S" to mold number for solid to solid connections.

† 750 MCM & 1000 MCM available in heavy duty only.

### WELDING TO HORIZONTAL PIPE

To weld to horizontal pipe, add pipe size to mold number. To weld 4/0 str. cable to 6" horizontal pipe, the mold number would be M 619 6. To weld #1 cable or smaller to pipe 14" and larger, use a flat surface mold. For 1/0 cable and larger, use a flat surface mold only on pipe 30" and larger.



type CS-9 THERMOMOLD

Horizontal Thru Cable to Horizontal Steel Surface

TYPE CS-9 is used to connect a horizontal through copper cable to any horizontal steel surface. Note that the cable is ON the surface.

Size range is #6 through 1000 MCM solid or concentric stranded copper conductors.

For connections to pipe see note below.

Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed.

CABLE SIZE +	TYPE CS-9 THERMOMOLDS					
	STANDARD MOLD			HEAVY DUTY MOLD (Add ".1F" to end of Mold #)		
	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	PRICE KEY	CART. SIZE	
#6	M 602	3 1	45	4	90	
#8	M 603	3 1	45	4	90	
#2	M 604	3 1	45	4	90	
#1	M 605	3 1	65	4	115	
1/0	M 6379	4	50			For Heavy Duty Molds Use CS-2 Type
2/0	M 5331	4	115			
3/0	M 8101	4	115			
4/0	M 7192	4	150			
250 MCM	M 6413	4	150			
300 MCM	M 6423	4	200			
350 MCM	M 6410	4	250			
500 MCM	M 6405	5	2 150			

\* Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "-S" to mold number for solid to solid connections.

† Sold with FRAME. If not required, specify MOLD NUMBER followed by suffix "-G".

# thermOweld Cable to Ground Rod

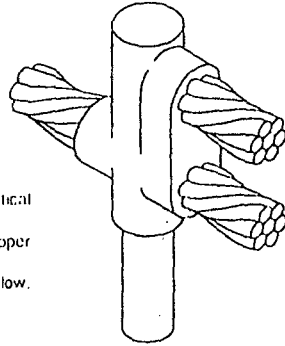
## type CR-17 THERMOMOLD

### Horizontal Run & Tap Cables to Ground Rod

TYPE CR-17 is used to join horizontal run and tap cables to the top of a vertical ground rod.

Size range is #4 through 750 MCM solid or concentric stranded copper conductors; 1/2" through 1" for the copper ground rod.

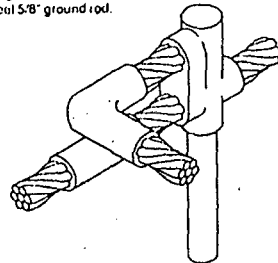
Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed below.



TYPE CR-17 THERMOMOLDS									
GROUND ROD SIZE	CABLE SIZE	STANDARD MOLD			GROUND ROD SIZE	CABLE SIZE	STANDARD MOLD		
		MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE			MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE
1/2"	#4	M 5416	4	90	3/4"	2/0	M 5738	4	209
	#2	M 6165	4	90		3/0	M 6003	4	214
	#1	M 5830	4	90		4/0	M 2566	4	250
	1/0	M 5940	4	115		250 MCM	M 5904	5	2150
	2/0	M 5850	4	150		300 MCM	M 5857	5	2200
	3/0	M 5833	4	200		350 MCM	M 5777	5	2200
5/8"	4/0	M 5390	4	200	500 MCM	M 5961	5	3200	
	#4	M 5972	4	90	1"	#4	M 5556	4	115
	#2	M 5935	4	115		#2	M 5555	4	150
	#1	M 5609	4	115		#1	M 6048	4	150
	1/0	M 5746	4	150		1/0	M 5992	4	200
	2/0	M 5963	4	200		2/0	M 5877	4	250
3/0	M 5734	4	250	3/0		M 5821	5	2150	
3/4"	4/0	M 5732	4	250	4/0	M 5820	5	2150	
	250 MCM	M 5722	5	2150	250 MCM	M 5807	5	2200	
	#4	M 5690	4	90	300 MCM	M 5803	5	500	
	#2	M 5294	4	115	350 MCM	M 5561	5	500	
	#1	M 5390	4	115	500 MCM	M 5515	6	3250	
	1/0	M 6025	4	150	750 MCM	M 5513	6	2500	

- \* Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "S" to mold number for solid connections.
- \* Molds listed are for copper clad ground rods. For welding to steel, stainless steel or galvanized steel ground rods add suffix "N" to mold number, i.e. M 5732-N is for welding 4/0 str to a steel 5/8" ground rod.
- \* Contact factory for welds to roll threaded rods.
- \* For information on heavy duty molds, contact ThermOweld.

**NOTE**  
Type CR-17 molds can be used to make a tee connection on top of a ground rod.



# thermOweld Cable to Ground Rod

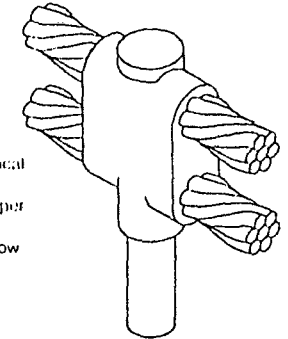
## type CR-24 THERMOMOLD

### Horizontal Parallel Run Cables to Ground Rod

TYPE CR-24 is used to join horizontal parallel run cables to the top of a vertical ground rod.

Size range is #4 through 750 MCM solid or concentric stranded copper conductors; 1/2" through 1" for the copper ground rod.

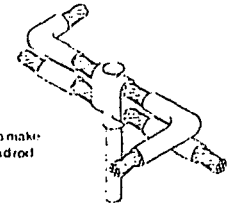
Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed below.



TYPE CR-24 THERMOMOLDS									
GROUND ROD SIZE	CABLE SIZE	STANDARD MOLD			GROUND ROD SIZE	CABLE SIZE	STANDARD MOLD		
		MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE			MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE
1/2"	#4	M 5640	4	115	3/4"	1/0	M 6051	4	200
	#2	M 5667	4	115		2/0	M 6002	4	250
	#1	M 6002	4	115		3/0	M 6726	5	2150
	1/0	M 5767	4	150		4/0	M 5677	5	2150
	2/0	M 5604	4	200		250 MCM	M 6461	5	2200
	3/0	M 5560	4	250		300 MCM	M 6478	5	500
5/8"	4/0	M 6766	4	250	350 MCM	M 6294	5	500	
	#4	M 6208	4	115	500 MCM	M 8214	5	3250	
	#2	M 5702	4	150	750 MCM	M 8027	6	2500	
	#1	M 5517	4	150	1"	#4	M 5330	4	150
	1/0	M 5573	4	200		#2	M 5332	4	200
	2/0	M 8451	4	250		#1	M 5333	4	200
3/0	M 2510	5	2150	1/0		M 5334	4	250	
4/0	M 5428	5	2150	2/0		M 5335	5	2150	
250 MCM	M 1212	5	2200	3/0		M 5336	5	2200	
3/4"	300 MCM	M 2084	5	500	4/0	M 5337	5	2200	
	350 MCM	M 2558	5	500	1/0	M 5338	5	500	
	500 MCM	M 2450	5	3250	250 MCM	M 5341	5	3200	
	#4	M 8011	4	115	300 MCM	M 5351	5	3200	
	#2	M 2320	4	150	500 MCM	M 5352	6	2500	
	#1	M 2235	4	150	750 MCM	M 5353	6*	2500	

- \* Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "S" to mold number for solid connections.
- \* Molds listed are for copper clad ground rods. For welding to steel, stainless steel or galvanized steel ground rods add suffix "N" to mold number, i.e. M 5428-N is for welding 4/0 str to a steel 5/8" ground rod.
- \* Contact factory for welds to roll threaded rods.
- \* For information on heavy duty molds, contact ThermOweld.
- \* Crucible M-101 required.

**NOTE**  
Type CR-24 molds can be used to make an "X" connection on top of a ground rod.



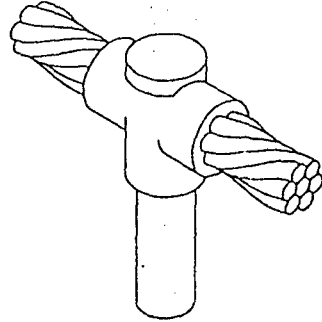
# thermOweld Cable to Ground Rod

type CR-2 THERMOMOLD

Horizontal Cable to Ground Rod

TYPE CR-2 is used to join horizontal through copper cable to the top of a vertical ground rod.

Size range is #6 through 1000 MCM solid or concentric stranded copper conductors; 1/2" through 1" for the copper ground rod. Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed below.



TYPE CR-2 THERMOMOLDS													
GROUND ROD SIZE ↓	CABLE SIZE ↓	STANDARD MOLD			HEAVY DUTY MOLD (Add "H" to end of Mold #)		GROUND ROD SIZE ↓	CABLE SIZE ↓	STANDARD MOLD			HEAVY DUTY MOLD (Add "H" to end of Mold #)	
		MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	PRICE KEY	CART. SIZE			MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	PRICE KEY	CART. SIZE
1/2"	#6	M 8434	18 1	32	4	90	3/4"	#6	M 8452	19 1	45	4	115
	#4	M 8435	18 1	32	4	150		#4	M 8454	19 1	65	4	150
	#2	M 537	4	90	4	150		#2	M 556	4	90	4	150
	#1	M 538	4	90	4	150		#1	M 557	4	90	4	150
	1/0	M 539	4	90	4	150		1/0	M 558	4	115	4	200
	2/0	M 540	4	90	4	150		2/0	M 559	4	115	4	200
	3/0	M 541	4	115	4	200		3/0	M 560	4	115	4	200
	4/0	M 542	4	115	4	200		4/0	M 561	4	115	4	200
	250 MCM	M 513	4	150	4	250		250 MCM	M 562	4	150	4	250
	300 MCM	M 544	4	200	5	2 150		300 MCM	M 563	4	200	5	2 150
5/8"	#6	M 8441	18 1	32	4	115	350 MCM	M 564	4	200	5	2 150	
	#4	M 8442	18 1	32	4	150	500 MCM	M 565	4	250	5	2 200	
	#2	M 545	4	90	4	150	750 MCM	M 567	5	2 200	5	3 200	
	#1	M 546	4	90	4	150	1/0	M 569	4	150	4	250	
	1/0	M 547	4	90	4	150	2/0	M 570	4	150	4	250	
	2/0	M 548	4	115	4	200	3/0	M 571	4	150	4	250	
	3/0	M 549	4	115	4	200	4/0	M 572	4	150	4	250	
	4/0	M 550	4	115	4	200	250 MCM	M 573	4	200	5	2 150	
	250 MCM	M 551	4	150	4	250	300 MCM	M 574	4	200	5	2 150	
	300 MCM	M 552	4	200	5	2 150	350 MCM	M 575	4	200	5	2 150	
350 MCM	M 553	4	200	5	2 150	500 MCM	M 577	4	250	5	2 200		
500 MCM	M 555	4	200	5	2 200	750 MCM	M 578	5	2 200	5	3 200		
							1000 MCM	M 579	5	500	6	3 250	

- ◆ Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "S" to mold number for solid connections.
- ◆ Molds listed are for copper clad ground rods. For working to steel, stainless steel or galvanized steel ground rods add suffix "N" to mold number, i.e. M 550 N is for working 4/0 str to a steel 5/8" ground rod.
- ◆ Contact factory for molds to roll threaded rods.
- ◆ Sold with HANDLES. If not required, specify MOLD NUMBER followed by suffix "G".

### NOTES

When driving ground rods into the ground, use a ground rod driving sleeve (see page 80). This prevents the top of the ground rod from mushrooming or flaring out.

Use a pair of locking pliers or clamps to support the mold on the ground rod instead of letting the cable support the mold. When using small conductors, the cable is melted, thus lifting the mold slip down on the ground rod, unless it is supported by some method.

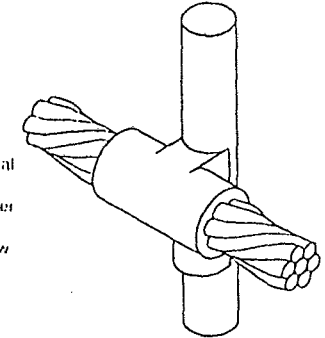
# thermOweld Cable to Ground Rod

type CR-3 THERMOMOLD

Horizontal Thru Cable to Ground Rod

TYPE CR-3 is used to join horizontal through run cable to the side of a vertical ground rod.

Size range is #6 through 1000 MCM solid or concentric stranded copper conductors; 1/2" through 1" for the copper ground rod. Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed below.

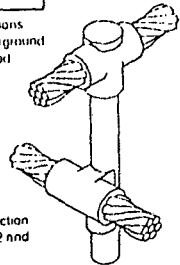


TYPE CR-3 THERMOMOLDS														
GROUND ROD SIZE ↓	CABLE SIZE ↓	STANDARD MOLD*			GROUND ROD SIZE ↓	CABLE SIZE ↓	STANDARD MOLD*			GROUND ROD SIZE ↓	CABLE SIZE ↓	STANDARD MOLD*		
		MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE			MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE			MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE
1/2"	#6	M 5712 G	20 11	65	3/4"	#1	M 5848 G	20 11	65	1"	#6	M 6996	7 1	60
	#4	M 5715 G	20 11	65		1/0	M 1501	7 1	115		#4	M 2163	7 1	60
	#2	M 5720 G	20 11	65		2/0	M 1505	7 1	115		#2	M 2164	7 1	90
	#1	M 5721 G	20 11	65		4/0	M 1506	7 1	150		#1	M 2165	7 1	115
	1/0	M 1501	7 1	115		250 MCM	M 1507	7 1	200		1/0	M 1603	7 1	115
	2/0	M 1502	7 1	115		300 MCM	M 1508	7 1	200		2/0	M 1604	7 1	115
	3/0	M 1503	7 1	150		350 MCM	M 1509	7 1	250		4/0	M 1605	7 1	150
	4/0	M 1504	7 1	150		500 MCM	M 1501	8 1	300		250 MCM	M 1606	7 1	200
	250 MCM	M 1504	7 1	150		750 MCM	M 1602	8 1	3 250		300 MCM	M 1607	7 1	250
	300 MCM	M 1585	7 1	200							350 MCM	M 1610	8 1	2 150
5/8"	#6	M 5723 G	20 11	65	1"	#6	M 6996	7 1	60	3/4"	#6	M 5841 G	20 11	65
	#4	M 5729 G	20 11	65		#4	M 2163	7 1	60		#4	M 5845 G	20 11	65
	#2	M 5730 G	20 11	65		#2	M 2164	7 1	90		#2	M 5847 G	20 11	65
	#1	M 5839 G	20 11	65		#1	M 2165	7 1	115					
	1/0	M 1506	7 1	115		1/0	M 1603	7 1	115					
	2/0	M 1507	7 1	115		2/0	M 1604	7 1	115					
	3/0	M 1508	7 1	150		4/0	M 1605	7 1	150					
	4/0	M 1509	7 1	150		250 MCM	M 1606	7 1	200					
	250 MCM	M 1589	7 1	150		300 MCM	M 1607	7 1	200					
	300 MCM	M 1590	7 1	200		350 MCM	M 1610	8 1	2 150					
350 MCM	M 1591	7 1	250	500 MCM	M 1610	8 1	300							
500 MCM	M 1593	8 1	2 200	750 MCM	M 1611	8 1	3 250							
				1000 MCM	M 1612	8 1	3 250							

- ◆ Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "S" to mold number for solid connections.
- ◆ Molds listed are for copper clad ground rods. For working to steel, stainless steel or galvanized steel ground rods add suffix "N" to mold number, i.e. M 1501 N is for working 4/0 str to a steel 5/8" ground rod.
- ◆ Contact factory for molds to roll threaded rods.
- For information on heavy duty molds, contact ThermOweld.
- † Sold with HANDLE. If not required, specify MOLD NUMBER followed by suffix "G".
- †† Requires 40 4565 00 Handle Clamps.

### NOTE

One way to make a "X" connection at a ground rod is to use CR 2 and CR 3 type Thermomolds.





# thermOweld Cable to Cable

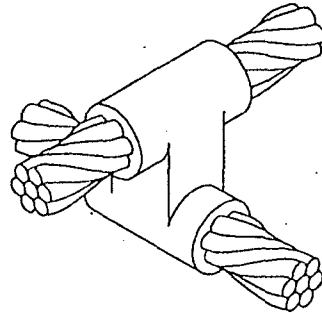
type CC-11 THERMOMOLD

Horizontal to Horizontal Cable Cross

TYPE CC-11 is used to connect uncut horizontal cables at right angles to each other.

Size range is #6 through 500 MCM solid or concentric stranded copper conductors.

Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed below.



# thermOweld Cable to Ground Rod

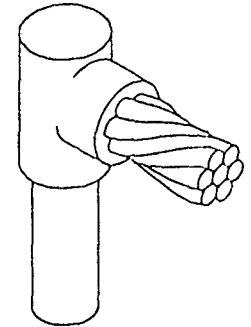
type CR-1 THERMOMOLD

Horizontal Cable Terminal to Ground Rod

TYPE CR-1 is used to terminate horizontal copper cable at the top of a vertical ground rod.

Size range is #6 through 1000 MCM solid or concentric stranded copper conductors; 1/2" through 1" for the copper ground rod.

Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed below.



TYPE CC-11 THERMOMOLDS									
CABLE SIZE +		STANDARD MOLD*			CABLE SIZE +		STANDARD MOLD*		
RUN	TAP	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	RUN	TAP	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE
#6	#6	M-5432	19†	45	250 MCM	1/0	M-2717	15†	250
	#4	M-2687	4	65		#1	M-2718	15†	200
#2	#2	M-7689	4	90	300 MCM	#2	M-2719	15†	150
	#4	M-7690	4	65		300 MCM	M-2720	16†	2-200
#1	#1	M-2691	4	115	250 MCM	250 MCM	M-2721	16†	2-200
	#2	M-2692	4	90		4/0	M-2722	15†	2-150
1/0	#4	M-2693	4	90	350 MCM	3/0	M-2723	15†	2-150
	1/0	M-2694	15†	150		2/0	M-2724	15†	250
#1	#1	M-2695	15†	150	500 MCM	1/0	M-2725	15†	250
	#2	M-2696	15†	115		#1	M-2726	15†	200
2/0	#4	M-2697	15†	115	350 MCM	#2	M-2727	15†	150
	2/0	M-2698	15†	200		#2	M-2728	16†	500
3/0	1/0	M-2699	15†	200	300 MCM	300 MCM	M-2729	16†	500
	#1	M-2700	15†	150		250 MCM	M-2730	16†	500
4/0	#2	M-2701	15†	150	4/0	4/0	M-2731	16†	2-200
	3/0	M-2702	15†	250		3/0	M-2732	16†	2-200
250 MCM	2/0	M-2703	15†	200	300 MCM	2/0	M-2733	15†	2-150
	1/0	M-2704	15†	200		1/0	M-2734	15†	250
4/0	#1	M-2705	15†	150	500 MCM	#1	M-2735	15†	200
	#2	M-2706	15†	150		#2	M-2736	15†	200
250 MCM	4/0	M-2707	15†	250	500 MCM	500 MCM	M-2747	16†	3-250
	3/0	M-2708	15†	250		350 MCM	M-2749	16†	3-200
250 MCM	2/0	M-2709	15†	200	300 MCM	300 MCM	M-2750	16†	3-200
	1/0	M-2710	15†	200		250 MCM	M-2751	16†	500
250 MCM	#1	M-2711	15†	150	4/0	4/0	M-2752	16†	500
	#2	M-2712	15†	150		3/0	M-2753	16†	500
250 MCM	4/0	M-2713	15†	2-150	2/0	2/0	M-2754	16†	2-200
	3/0	M-2714	15†	2-150		1/0	M-2755	15†	2-150
250 MCM	3/0	M-2715	15†	2-150	#1	#1	M-2756	15†	250
	2/0	M-2716	15†	250		#2	M-2757	15†	250

\* Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "S" to mold number for solid to solid connections.

† Sold with FRAME. If not required, specify MOLD NUMBER followed by suffix "G".

†† Sold with HANDLES. If not required, specify MOLD NUMBER followed by suffix "G".

○ For information on heavy duty molds, contact ThermOweld.

TYPE CR-1 THERMOMOLDS													
GROUND ROD SIZE +	CABLE SIZE +	STANDARD MOLD*			HEAVY DUTY MOLD (Add "H" to end of Mold #)		GROUND ROD SIZE +	CABLE SIZE +	STANDARD MOLD*			HEAVY DUTY MOLD (Add "H" to end of Mold #)	
		MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	PRICE KEY	CART. SIZE			MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	PRICE KEY	CART. SIZE
1/2"	#6	M-8402	18†	25	4	65	3/4"	#6	M-8422	18†	32	4	65
	#4	M-8403	18†	25	4	90		#4	M-8426	19†	45	4	115
5/8"	#2	M-495	4	65	4	90	1"	#2	M-5781	4	90	4	115
	#1	M-496	4	65	4	90		#1	M-514	4	90	4	115
1"	1/0	M-497	4	90	4	115	250 MCM	1/0	M-515	4	90	4	150
	2/0	M-498	4	90	4	115		2/0	M-516	4	90	4	150
1"	3/0	M-499	4	90	4	150	300 MCM	3/0	M-517	4	90	4	150
	4/0	M-500	4	90	4	150		4/0	M-518	4	90	4	150
1"	250 MCM	M-501	4	90	4	150	350 MCM	250 MCM	M-519	4	90	4	150
	300 MCM	M-502	4	90	4	150		300 MCM	M-520	4	115	4	200
1"	#6	M-8414	18†	32	4	65	750 MCM	350 MCM	M-521	4	115	4	200
	#4	M-8415	18†	32	4	90		500 MCM	M-523	4	150	4	250
1"	#2	M-503	4	65	4	90	1000 MCM	750 MCM	M-524	4	250	5	2-200
	#1	M-504	4	65	4	90		1/0	M-525	4	150	4	200
1"	1/0	M-505	4	90	4	115	250 MCM	2/0	M-526	4	150	4	200
	2/0	M-506	4	90	4	115		3/0	M-527	4	150	4	250
1"	3/0	M-507	4	90	4	150	350 MCM	4/0	M-528	4	150	4	250
	4/0	M-508	4	90	4	150		250 MCM	M-529	4	150	4	250
1"	250 MCM	M-509	4	90	4	150	300 MCM	300 MCM	M-530	4	200	5	2-150
	300 MCM	M-510	4	115	4	200		350 MCM	M-531	4	200	5	2-150
1"	350 MCM	M-511	4	115	4	200	500 MCM	500 MCM	M-533	4	200	5	2-150
	500 MCM	M-513	4	150	4	250		750 MCM	M-534	4	250	5	2-200

\* Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "S" to mold number for solid connections.

○ Molds listed are for copper clad ground rods. For welding to steel, stainless steel or galvanized steel ground rods, add suffix "N" to mold number. i.e. M-508 N is for welding 4/0 str to a steel 5/8" ground rod.

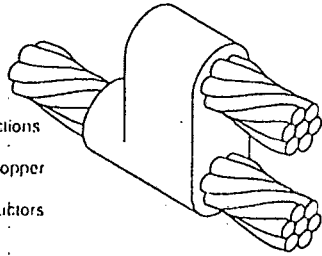
† Contact factory for molds to roll stranded rods.

†† Sold with HANDLES. If not required, specify MOLD NUMBER followed by suffix "G".

# thermOweld Cable to Cable

## type CC-6 THERMOMOLD Horizontal Parallel Tap

TYPE CC-6 is used for horizontal parallel tap to run connections. The tap cable is over the run cable. Size range is #6 through 4/0 solid or concentric stranded copper conductors. Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed below.

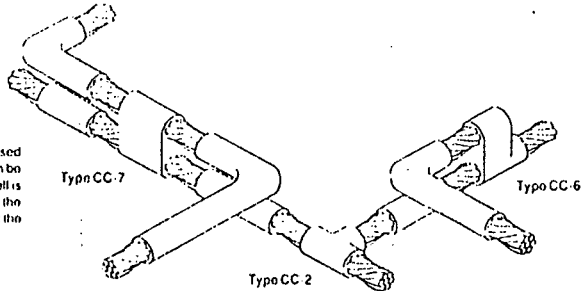


TYPE CC-6 THERMOMOLDS									
CABLE SIZE +					CABLE SIZE +				
STANDARD MOLD*		STANDARD MOLD*			STANDARD MOLD*		STANDARD MOLD*		
RUN	TAP	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	RUN	TAP	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE
#6 Sol	#6	M 1270	4	25	1/0	#4	M 1250	4	65
		M 1271	4	25			M 1291	4	45
#4	#4	M 1272	4	32	#6 Sol	#8 Sol	M 1292	4	45
		M 1273	4	32			M 1293	4	45
#6 Sol	#8 Sol	M 1274	4	32	2/0	2/0	M 1294	4	115
		M 1275	4	32			M 1295	4	115
#2	#2	M 1276	4	65	#1	#2	M 1296	4	90
		M 1277	4	45			M 1297	4	90
#6 Sol	#8 Sol	M 1278	4	32	#4	#6	M 1298	4	65
		M 1279	4	32			M 1299	4	65
#1	#1	M 1280	4	32	#6 Sol	#8 Sol	M 1300	4	65
		M 1281	4	65			M 1301	4	65
#4	#2	M 1282	4	65	4/0	4/0	M 1302	4	150
		M 1283	4	45			M 1303	4	115
#6 Sol	#8 Sol	M 1284	4	45	1/0	1/0	M 1304	4	115
		M 1285	4	45			M 1305	4	115
1/0	1/0	M 1286	4	45	#2	#4	M 1306	4	115
		M 1287	4	90			M 1307	4	90
#1	#2	M 1288	4	90	#6 Sol	#8 Sol	M 1308	4	90
		M 1289	4	65			M 1309	4	90

\* Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "S" to mold number for solid to solid connections.  
 O For information on heavy duty molds, contact ThermOweld.

### NOTE

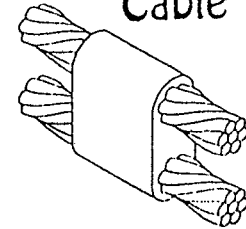
By bonding the cable a type CC 7 mold can be used to make a "X" connection and a CC 6 mold can be used to make a tee connection. When a 90° split is required, use a type CC 2 mold, by placing the cable thru the mold on the run side, to prevent the mold from jamming.



# thermOweld Cable to Cable

## type CC-7 THERMOMOLD Horizontal Parallel thru Cables

TYPE CC-7 is used to join horizontal parallel through run cables. One cable runs above the other cable in the mold. Size range is #6 through 4/0 solid or concentric stranded copper conductors. Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed below.

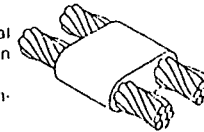


TYPE CC-7 THERMOMOLDS													
CABLE SIZE +		STANDARD MOLD			HEAVY DUTY MOLD (Add "H" to end of Mold #)		CABLE SIZE +		STANDARD MOLD			HEAVY DUTY MOLD (Add "H" to end of Mold #)	
RUN	TAP	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	PRICE KEY	CART. SIZE	RUN	TAP	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	PRICE KEY	CART. SIZE
#6	#6	USE TYPE CC-14 ON PAGE 15											
#4	#4	M 1311	4	32	4	65	2/0	#1	M 1324	4	50	4	150
		M 1312	4	32	4	65			M 1325	4	90	4	150
#6 Sol	#8 Sol	M 1313	4	32	4	65	#6	#6 Sol	M 1326	4	50		
		M 1314	4	32	4	65			M 1327	4	90		
#2	#2	M 1315	4	65	4	115	#8 Sol	#8 Sol	M 1328	4	65		
		M 1316	4	65	4	90			M 1329	4	115		
#6 Sol	#8 Sol	M 1317	4	45			3/0	3/0	M 1330	4	150	4	250
		M 1318	4	45					M 1331	4	115	4	200
#1	#1	M 1319	4	65	4	115	#1	#2	M 1332	4	115	4	200
		M 1320	4	65	4	115			M 1333	4	150	4	200
#6 Sol	#8 Sol	M 1321	4	65	4	115	#6 Sol	#8 Sol	M 1334	4	90		
		M 1322	4	65	4	115			M 1335	4	150	4	200
1/0	1/0	M 1323	4	65	4	115	4/0	4/0	M 1336	4	200	5	2-150
		M 1324	4	65	4	115			M 1337	4	200	5	2-150
#6 Sol	#8 Sol	M 1325	4	65	4	115	1/0	1/0	M 1338	4	150	4	250
		M 1326	4	65	4	115			M 1339	4	150	4	250
2/0	2/0	M 1327	4	65	4	115	#6 Sol	#8 Sol	M 1340	4	90		
		M 1328	4	65	4	115			M 1341	4	90		
1/0	1/0	M 1329	4	65	4	115	2/0	2/0	M 1342	4	90		
		M 1330	4	65	4	115			M 1343	4	90		

\* Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "S" to mold number for solid to solid connections.

## type CC-14 THERMOMOLD Horizontal Parallel thru Cables

TYPE CC-14 is used to join horizontal parallel through run cables. Cables run side by side in the mold. Size range is #8 solid or concentric stranded copper conductors. Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed.



TYPE CC-14 THERMOMOLDS				
CABLE SIZE +		STANDARD MOLD*		
RUN	TAP	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE
#8	#8	M-5709	10.1	15
#6	#6	M-5818	10.1	25

\* Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "S" to mold number for solid to solid connections.  
 † Solid with HANDLES. If not required, specify MOLD NUMBER followed by suffix "G".

# thermOweld Cable to Cable

type CC-2 THERMOMOLD (continued)

TYPE CC-2 THERMOMOLDS													
CABLE SIZE +		STANDARD MOLD			HEAVY DUTY MOLD (Add "H" to end of Mold #)		CABLE SIZE +		STANDARD MOLD			HEAVY DUTY MOLD (Add "H" to end of Mold #)	
RUN	TAP	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	PRICE KEY	CART. SIZE	RUN	TAP	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	PRICE KEY	CART. SIZE
1000 MCM	1000 MCM	M 310	5	500	10 1	2 500	1750 MCM	1000 MCM	M 335	10 1	3 250	9 1	3 500
	750 MCM	M 311	5	500	10 1	2 500		750 MCM	M 336	5	3 200	10 1	2 500
	500 MCM	M 312	5	2 200	5	3 250		500 MCM	M 337	5	2 200	10 1	3 250
	350 MCM	M 314	5	2 150	5	3 200		350 MCM	M 339	5	2 150	5	3 200
	300 MCM	M 315	4	250	5	500		300 MCM	M 340	5	250	5	500
	250 MCM	M 316	4	250	5	500		250 MCM	M 341	5	250	5	500
1500 MCM	40	M 317	4	200	5	2 200	2000 MCM	40	M 342	5	250	5	500
	20	M 318	4	200	5	2 200		20	M 343	5	250	5	500
	10	M 319	4	200	5	2 200		10	M 344	5	250	5	500
	1500 MCM	M 320	10 1	2 500	9 1	4 500		2000 MCM	M 345	9 1	3 500	10 1	6 500
	1250 MCM	M 321	5	3 250	9 1	3 500		1750 MCM	M 346	9 1	5 250	10 1	5 500
	1000 MCM	M 322	5	3 200	10 1	2 500		1500 MCM	M 347	9 1	5 250	10 1	5 500
750 MCM	M 323	5	3 200	10 1	2 500	1250 MCM	M 348	10 1	2 500	9 1	4 500		
500 MCM	M 324	5	2 200	5	3 250	1000 MCM	M 349	10 1	2 500	9 1	4 500		
350 MCM	M 326	5	2 150	5	3 200	750 MCM	M 350	5	3 200	9 1	5 250		
300 MCM	M 327	5	250	5	500	500 MCM	M 351	5	2 200	10 1	3 250		
250 MCM	M 328	5	250	5	500	350 MCM	M 353	5	2 150	5	3 200		
40	M 329	5	250	5	500	300 MCM	M 354	5	250	5	500		
20	M 330	5	250	5	500	250 MCM	M 355	5	250	5	500		
10	M 331	5	250	5	500	40	M 356	5	250	5	500		
1750 MCM	1750 MCM	M 332	10 1	2 500	9 1	4 500	20	M 357	5	250	5	500	
1500 MCM	M 333	10 1	2 500	9 1	4 500	10	M 358	5	250	5	500		
1250 MCM	M 334	10 1	3 250	9 1	3 500								

- \* Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "S" to mold number for solid to solid connections.
- † Sold with FRAME. If not required, specify MOLD NUMBER followed by suffix "G".
- \* Crucible M-181 required.

### NOTES

Always preheat the molds before they are used for the first time each day. This is to eliminate any moisture that the mold absorbs overnight. It can easily be done in a couple of minutes using a hand held torch (see page 77). If the moisture is not removed it can cause poor welds and possibly even personal injury. Always follow the instructions enclosed with each mold.

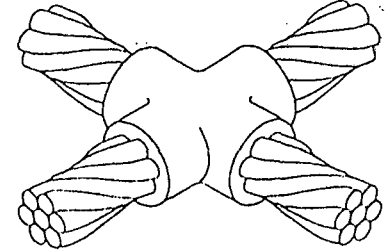
If the cable is twisted or under tension, it will pull out of the weld cavity and sometimes the mold. The result will be a poor weld. To prevent this from happening, use 38-0330 00 cable clamp (see page 77).

# thermOweld Cable to Cable

type CC-4 THERMOMOLD

Horizontal to Horizontal Cable Cross

TYPE CC-4 is used to connect two horizontal cables at right angles. One cable is cut and the other is a through run. Size range is #6 through 500 MCM solid or concentric stranded copper conductors. Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed below.



TYPE CC-4 THERMOMOLDS													
CABLE SIZE +		STANDARD MOLD			HEAVY DUTY MOLD (Add "H" to end of Mold #)		CABLE SIZE +		STANDARD MOLD			HEAVY DUTY MOLD (Add "H" to end of Mold #)	
RUN	TAP	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	PRICE KEY	CART. SIZE	RUN	TAP	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	PRICE KEY	CART. SIZE
#6	#6	USE TYPE CC 11 ON PAGE 16					250 MCM	10	M 453	4	150	4	250
#4	#4	M 423	4	45	4	65	#1	M 454	4	115	4	200	
#3	#3	M 424	4	45	4	65	#2	M 455	4	115	4	200	
#2	#2	M 425	4	65	4	90	300 MCM	400 MCM	M 456	4	250	5	2 200
#1	#1	M 426	4	65	4	90	250 MCM	M 457	4	250	5	2 200	
	#1	M 427	4	65	4	115	40	M 458	4	200	5	2 150	
	#1	M 428	4	65	4	115	30	M 459	4	200	5	2 150	
	#1	M 429	4	65	4	115	20	M 460	4	170	4	250	
10	10	M 430	4	90	4	150	10	M 461	4	170	4	250	
	#1	M 431	4	90	4	150	#1	M 462	4	115	4	200	
	#2	M 432	4	90	4	150	#2	M 463	4	115	4	200	
	#1	M 433	4	90	4	150	350 MCM	M 464	4	250	5	2 200	
20	20	M 434	4	115	4	200	300 MCM	M 465	4	250	5	2 200	
	#1	M 435	4	115	4	200	250 MCM	M 466	4	250	5	2 200	
	#2	M 436	4	115	4	200	40	M 467	4	200	5	2 150	
	#2	M 437	4	115	4	200	30	M 468	4	200	5	2 150	
30	30	M 438	4	150	4	250	20	M 469	4	200	5	2 150	
	20	M 439	4	150	4	250	10	M 470	4	200	5	2 150	
	10	M 440	4	115	4	200	#1	M 471	4	150	4	250	
	#1	M 441	4	115	4	200	#2	M 472	4	150	4	250	
40	#2	M 442	4	115	4	200	500 MCM	400 MCM	M 483	5	2 200	5	3 250
	40	M 443	4	200	5	2 150		350 MCM	M 485	5	2 200	5	3 200
	30	M 444	4	200	5	2 150		300 MCM	M 486	5	2 200	5	3 200
	20	M 445	4	150	4	250		250 MCM	M 487	5	2 150	5	500
	10	M 446	4	150	4	250		40	M 488	5	2 150	5	500
	#1	M 447	4	115	4	200		30	M 489	5	2 150	5	500
250 MCM	#2	M 448	4	115	4	200	20	M 490	4	200	5	2 200	
	250 MCM	M 449	4	200	5	2 150	10	M 491	4	200	5	2 200	
	40	M 450	4	200	5	2 150	#1	M 492	4	200	5	2 150	
	30	M 451	4	200	5	2 150	#2	M 493	4	200	5	2 150	

- \* Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "S" to mold number for solid to solid connections.

# thermOweld Cable to Cable

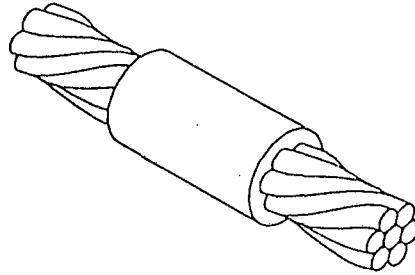
## type CC-1 THERMOMOLD

### Horizontal End to End

TYPE CC-1 is used for horizontal end to end cable connections.

Size range is #6 through 1000 MCM solid or concentric stranded copper conductors.

Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed below.



TYPE CC-1 THERMOMOLDS											
CABLE SIZE +	STANDARD MOLD			HEAVY DUTY MOLD (Add "H" to end of Mold #)		CABLE SIZE +	STANDARD MOLD			HEAVY DUTY MOLD (Add "H" to end of Mold #)	
	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	PRICE KEY	CART. SIZE		MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	PRICE KEY	CART. SIZE
#0	USE TYPE CC 14 ON PAGE 15					3/0	M 207	4	99	4	150
#6	USE TYPE CC 14 ON PAGE 15					4/0	M 208	4	99	4	150
#1	M 5623	18 1	25	4	45	250 MCM	M 209	4	115	4	200
#3	M 5624	18 1	32	4	65	300 MCM	M 210	4	115	4	200
#2	M 5625	18 1	32	4	65	350 MCM	M 211	4	150	4	250
#1	M 5626	18 1	32	4	65	500 MCM	M 212	4	200	5	2 150
1/0	M 205	4	45	4	90	750 MCM	M 213	5	2 150	5	5(1)
2/0	M 205	4	65	4	115	1000 MCM	M 215	5	2 200	5	3 200

+ Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "S" to mold number for solid to solid connections.  
 † Sold with HANDLES. If not required, specify MOLD NUMBER followed by suffix "G".

### NOTES

If the conductors to be welded are wet and muddy use a hand held torch (see page 77) to dry the conductors off. Then use a cloth to wipe the mud off and finally use a wire brush to finish cleaning the conductors. Don't forget to clean the end of the conductors also.

When welding to some of the larger 7 strand cables like 4/0 you may have a small amount of weld metal bleed up from around the cables. To prevent this packing material (see page 77) may be placed around the cable where it enters the mold. Do not place any packing material inside the mold.

# thermOweld Cable to Cable

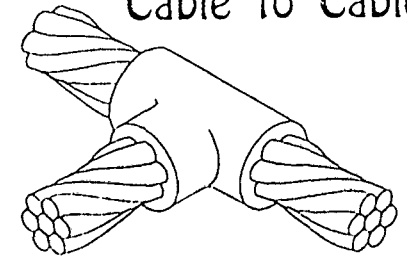
## type CC-2 THERMOMOLD

### Horizontal Cable Tap to Horizontal Cable Run

TYPE CC-2 is used to join a horizontal cable tap to a horizontal run cable.

Size range is #6 through 2000 MCM solid or concentric stranded copper conductors.

Contact ThermOweld for information on molds for conductors not listed below.



TYPE CC-2 THERMOMOLDS													
CABLE SIZE +		STANDARD MOLD			HEAVY DUTY MOLD (Add "H" to end of Mold #)		CABLE SIZE +		STANDARD MOLD			HEAVY DUTY MOLD (Add "H" to end of Mold #)	
RUN	TAP	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	PRICE KEY	CART. SIZE	RUN	TAP	MOLD NO.	PRICE KEY	CART. SIZE	PRICE KEY	CART. SIZE
#6	#6	USE TYPE CC 14 ON PAGE 15											
#1	#1	M 221	4	32	4	65	300 MCM	2/0	M 256	4	99	4	150
#2	#2	M 223	4	45	4	65		1/0	M 258	4	99	4	150
	#1	M 224	4	45	4	65	#1	M 260	4	99	4	150	
	#2	M 225	4	45	4	65		#2	M 261	4	99	4	150
	#1	M 227	4	45	4	65	350 MCM	300 MCM	M 262	4	200	5	2 150
	#1	M 228	4	45	4	65		250 MCM	M 264	4	200	5	2 150
1/0	1/0	M 230	4	90	4	90	4/0	M 265	4	150	4	250	
	#1	M 229	4	45	4	90	3/0	M 266	4	150	4	250	
	#2	M 230	4	45	4	90	2/0	M 267	4	99	4	150	
	#1	M 231	4	45	4	65	1/0	M 268	4	99	4	150	
2/0	2/0	M 232	4	90	4	115	#1	M 269	4	99	4	150	
	1/0	M 233	4	50	4	115	#2	M 270	4	99	4	150	
	#1	M 234	4	45	4	90	500 MCM	500 MCM	M 280	4	2 150	5	500
	#2	M 235	4	45	4	90	350 MCM	M 282	4	200	5	2 150	
	#1	M 236	4	45	4	65	300 MCM	M 283	4	200	5	2 150	
3/0	3/0	M 5475	4	45	4	65	250 MCM	M 284	4	200	5	2 150	
	2/0	M 237	4	90	4	150	4/0	M 285	4	150	4	250	
	1/0	M 238	4	90	4	150	2/0	M 286	4	99	4	150	
	#1	M 239	4	45	4	90	1/0	M 287	4	99	4	150	
3/0	#2	M 240	4	45	4	90	#1	M 288	4	99	4	150	
	#1	M 5574	4	45	4	65	#2	M 289	4	99	4	150	
4/0	4/0	M 241	4	150	4	250	750 MCM	250 MCM	M 290	5	3 250	5	3 250
	3/0	M 242	4	115	4	200		500 MCM	M 291	5	2 200	5	3 200
	2/0	M 243	4	90	4	150		350 MCM	M 293	4	250	5	2 200
	1/0	M 244	4	90	4	150		300 MCM	M 294	4	200	5	2 150
	#1	M 245	4	90	4	150		250 MCM	M 295	4	200	5	2 150
	#2	M 246	4	90	4	150	4/0	M 296	4	150	4	250	
	#1	M 5021	4	90	4	150	2/0	M 297	4	150	4	250	
	250 MCM	250 MCM	M 247	4	150	4	250	1/0	M 298	4	150	4	250
	4/0	M 248	4	150	4	250	1000 MCM	1000 MCM	M 299	5	3 250	5	3 250
	3/0	M 249	4	150	4	250		250 MCM	M 300	5	500	5	3 250
	2/0	M 250	4	90	4	150		500 MCM	M 301	5	2 200	5	3 200
	1/0	M 251	4	90	4	150		350 MCM	M 303	4	250	5	2 200
	#1	M 252	4	90	4	150		300 MCM	M 304	4	200	5	2 150
	#2	M 253	4	90	4	150		250 MCM	M 305	4	200	5	2 150
300 MCM	300 MCM	M 254	4	200	5	2 150	4/0	M 306	4	150	4	250	
	250 MCM	M 255	4	150	4	200	2/0	M 307	4	150	4	250	
	4/0	M 256	4	150	4	200	1/0	M 308	4	150	4	250	
	3/0	M 257	4	150	4	200	1250 MCM	1250 MCM	M 309	5	3 250	10 1	3 250

+ Molds listed are for concentric stranded cable. Add suffix "S" to mold number for solid to solid connections.  
 † Sold with FRAME. If not required, specify MOLD NUMBER followed by suffix "G".  
 A Crucible M 181 required

Continued on next page

## HOW TO ORDER THERMOWELD MATERIAL

In order to receive the correct material, it is important to have all the proper information regarding the type of installation you are to make before selecting the ThermOweld material.

Information required to select the proper materials are:

1. Materials to be welded (Copper, Steel, Cast Iron, etc.).
2. Cable size and type (Solid or Stranded AWG, Copperweld® Conductors, Steel, etc.).
2. Weld type (Configuration).

Additional information may be required for a particular weld type. If more information is required, it will be asked for with that weld type.

After you have selected the cable size and weld type to be used, use the selector chart to find the page number for that particular weld type. After turning to the correct page, find the proper cable size and follow it across to get the mold number, cartridge size and price key. (Note: There are two columns for price key and cartridge size. The first is for standard molds and the second is for heavy duty molds.) See page 70 for an explanation about heavy duty molds.)

If required, select sleeves, packing material, ground plates, lugs, etc.

Specify handle if required. All molds with Price Key 4, 7 and 17 require 40-0106-00 handle clamps and all molds with Price Key 5, 6 and 8 require 40-0107-00 handle clamps. All other Price Key molds come complete with frame.

To clean cable, order cable cleaning brush 38-0135-00 and to clean steel or cast iron surface use 38-0101-00 rasp.

Before making any connection, always read the enclosed instruction sheet. This instruction sheet tells you about the precautions to be taken, how to clean the materials to be welded and how to make the weld connection.

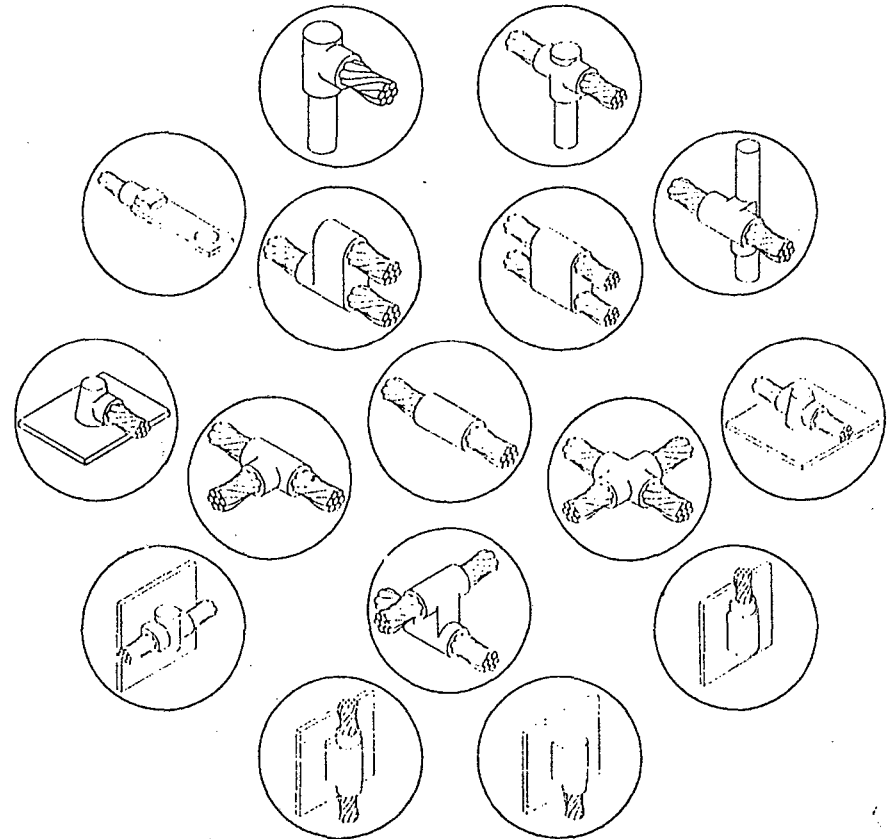
### BASIC MATERIAL REQUIRED To Make A ThermOweld Connection

The Proper ThermOmold  
ThermOchange Handle Clamps (if required)

- Weld Metal
- Flint Gun
- Wire Brush

# Section I

## ThermOmolds for Stranded & Solid Copper Conductors

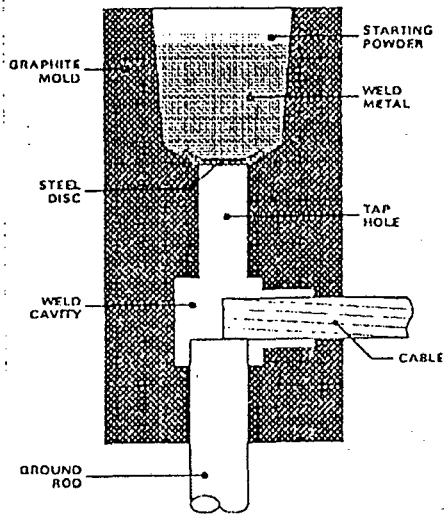


# thermOweld PROCESS

The THERMOWELD electrical connection process is a simple, efficient method of welding copper to copper or copper to steel. No outside source of power is required when using ThermOweld. ThermOweld connections use the high temperature of reaction of powdered copper oxide and aluminum. The reaction takes place in a semi-permanent graphite mold (THERMOMOLD) that lasts for fifty or more welds if properly cared for. The ThermOweld reaction takes place in a very low seconds, therefore the total amount of heat (calories or BTU's) applied to the conductors or surfaces is considerably less than that employed in brazing or soldering. This is an important consideration when welding to insulated cable or thin wall pipe.

ThermOweld is ideal for field use, since it is light and portable and requires no outside power source. It requires very little time or skill to obtain an efficient, maintenance free electrical connection when using ThermOweld.

ThermOweld equipment required for making all types of electrical connections are shown on the following pages.



Cutaway Section of CR-1 Type Mold

## THERMOWELD CONNECTION

The ThermOweld connection is a molecular weld. The weld metal has the same melting point as copper. Because of these factors along with the increased cross section of the connection, ThermOweld connections:

1. Will not be affected by a high current surge. Tests have shown that the electrical conductor will melt before the ThermOweld connection when subjected to high short-

- circuit current. Consult I E E E Standard 80-1989.
2. Will not loosen or corrode at the point of weld. There are no contact surfaces or mechanical pressures involved. A ThermOweld connection becomes an integral part of the conductor.
  3. Have a current-carrying capacity equal to or greater than that of the conductors.

ThermOweld equipment has been used to weld materials other than copper for electrical purposes. Materials welded have included:

Stainless Steel	Monel	Copper Clad Steel	Steel Rail	Brass
Copperweld®	Plain Steel	Bronze	Chromax	Nichrome
Nichrome V	Everdur™	Galvanized Steel	Wrought Iron	Cast Iron
Kama	Cor-Ten™	Silicone Bronze	Columbium	Niobium

1 Anaconda Copper Co. 2 United States Steel Corp.

When welding to galvanized steel it may be necessary to resurface exposed bare steel (see page 79).

ThermOweld equipment listed in this catalog are interchangeable with other copper thermite welding equipment.

## Making a thermOweld Connection



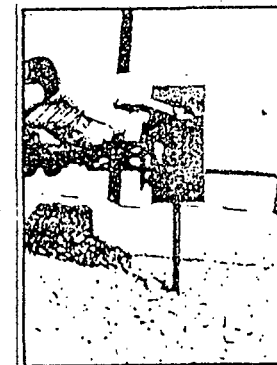
1 Position cleaned conductors in mold after making sure mold is dry, by pre-heating or making a test joint.



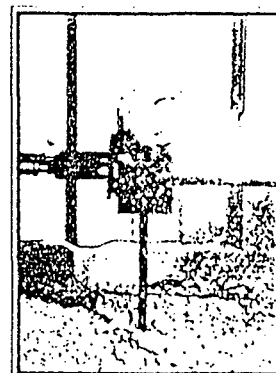
2 Place metal disc in bottom of mold crucible.



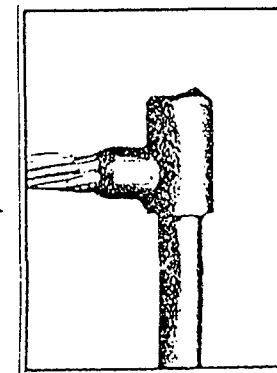
3 Dump powder into crucible, spreading some starting powder on edge of mold.



4 Close lid and ignite with flint gun from side, hitting spark onto the starting powder.

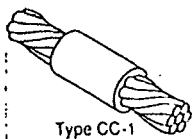
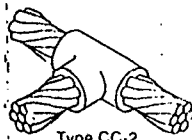
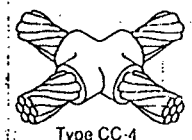


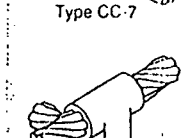


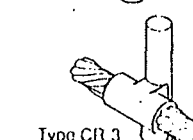


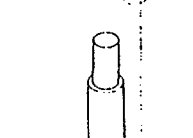
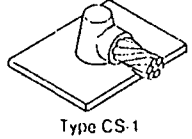

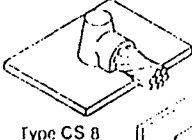
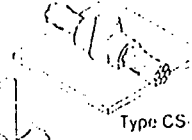
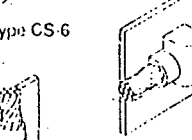
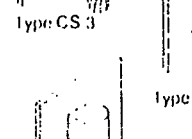
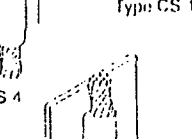
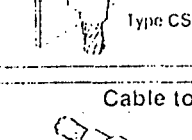
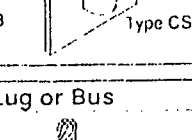
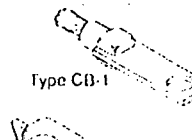
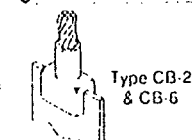

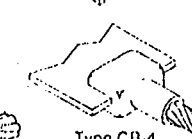
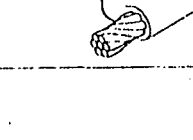


5 Reaction takes place.

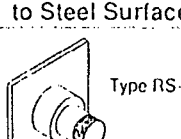
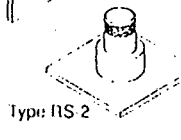
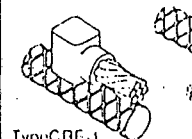
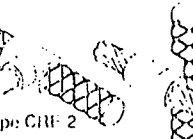
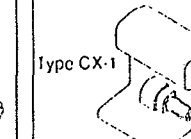
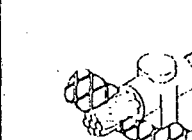
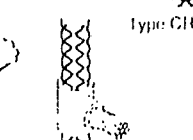
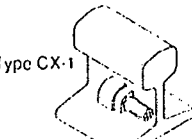
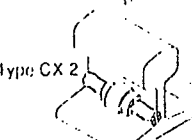
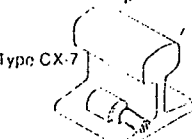
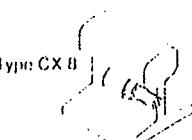
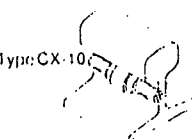
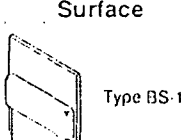

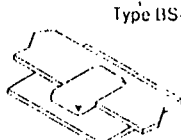
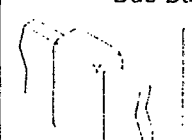
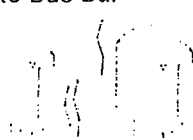
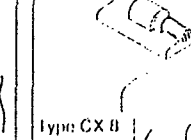
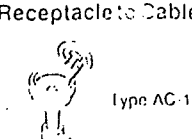
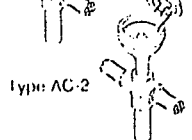
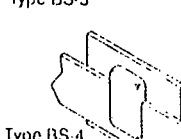
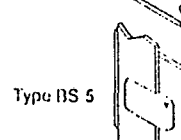
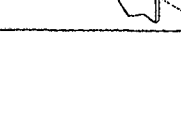

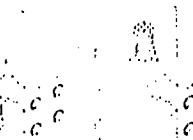
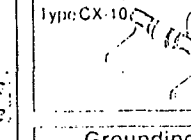


6 Remove weld and clean mold before making next connection.

# thermOweld

<p><b>Cable to Cable</b></p>  <p>Type CC-1</p>  <p>Type CC-2</p>  <p>Type CC-4</p>  <p>Type CC-6</p>  <p>Type CC-7</p>  <p>Type CC-11</p>	<p><b>Cable to Ground Rod</b></p>  <p>Type CR-1</p>  <p>Type CR-2</p>  <p>Type CR-3</p>  <p>Type CR-17</p>  <p>Type CR-24</p>  <p>Type RR-1</p>	<p><b>Cable to Surface</b></p>  <p>Type CS-1 Type CS-5</p>  <p>Type CS-2</p>  <p>Type CS-8</p>  <p>Type CS-9</p>  <p>Type CS-6</p>  <p>Type CS-10</p>  <p>Type CS-3</p>  <p>Type CS-4</p>  <p>Type CS-23</p>  <p>Type CS-7</p>	<p><b>Cable to Lug or Bus</b></p>  <p>Type CB-1</p>  <p>Type CB-2 &amp; CB-6</p>  <p>Type CB-3 &amp; CB-7</p>  <p>Type CB-4</p>  <p>Type CB-5</p>
--	--	--	--

# SELECTOR CHART

<p><b>Threaded Stud to Steel Surface</b></p>  <p>Type RS-1</p>  <p>Type RS-2</p>	<p><b>Cable to Rebar</b></p>  <p>Type CRE-1</p>  <p>Type CRF-2</p>  <p>Type CRF-3</p>  <p>Type CRF-4</p>  <p>Type CRF-6</p>	<p><b>Cable to Rail</b></p>  <p>Type CX-1</p>  <p>Type CX-2</p>  <p>Type CX-7</p>  <p>Type CX-8</p>  <p>Type CX-10</p>
<p><b>Bar to Steel Surface</b></p>  <p>Type BS-1</p>  <p>Type BS-2</p>  <p>Type BS-3</p>	<p><b>Bus Bar to Bus Bar</b></p>  <p>Type BB-1</p>  <p>Type BB-2</p>  <p>Type BB-3</p>	<p><b>Grounding Receptacle to Cable</b></p>  <p>Type AC-1</p>  <p>Type AC-2</p>
<p><b>Ground Plate to Surface</b></p>  <p>Type GRS-1</p>  <p>Type GRS-2</p>  <p>Type GRS-3</p>	<p><b>Grounding Receptacle to Ground Rod</b></p>  <p>Type AGR-1</p>  <p>Type AGR-2</p>  <p>Type AGR-1</p>	<p>For Weld Types Not Shown Contact Factory</p>

## CONECTORES MECANICOS PARA SISTEMA DE TIERRA

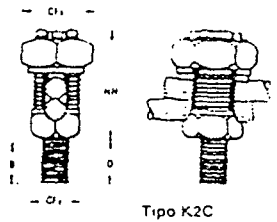
Más de 60 años de innovaciones tecnológicas han dado como resultado que los conectores mecánicos Burndy para sistemas de tierra, sean los más prestigiados y de mayor uso en la industria. Prácticamente no existe un problema de aplicación que no pueda solucionarse con su amplia línea de conectores

mecánicos Burndy para sistema de tierra, han sido diseñados para fácil instalación y larga duración. Burndy utiliza únicamente aleaciones con metales puros de calidad controlada para su fabricación asegurando así un funcionamiento óptimo aún en las condiciones ambientales más extremas.

### TIPO KC, K2C POSTE SERVIT

PARA CABLE DE COBRE A SUPERFICIE PLANA

El Poste Servit se utiliza para aterrizar uno o dos cables a estructuras metálicas, a postes metálicos en alambradas o a transformadores. También se utilizan para derivar uno o dos cables directamente de un bus. Fácil instalación.



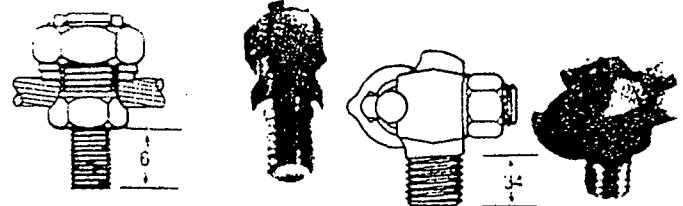
Tipo K2C

Numero de Catalogo		Conductor		Tornillo	B	CFx	CFy	D	H	HH
TIPO KC	Tipo K2C	Cable	Alambre							
KC15	K2C15	12-9	12-8	6.35	9.52 (3/8)	12.7	9.52	12.7 (1/2)	15.8	22.2
KC15B1	K2C15B1			1/4-20	15.8 (7/8)	(1/2)	(3/8)	25.4 (1)	(5/8)	(7/8)
KC17	K2C17	10-7	10-6	6.35	9.52 (3/8)	15.8	11.1	12.7 (1/2)	22.2	25.4
KC17B1	K2C17B1			1/4-20	22.2 (7/8)	(5/8)	(7/16)	11.1 (7/16)	(7/8)	(1)
KC20	K2C20	10-5	10-4	7.93	10.3 (3/32)	17.4	12.7	15.8 (5/8)	22.2	28.5
KC20B1	K2C20B1			5/16-18	21.4 (27/32)	(11/16)	(1/2)	25.4 (1)	(7/8)	(1 1/8)
KC22	K2C22	10-3	10-2	9.52	11.9 (15/32)	19.05	15.8	15.8 (5/8)	25.4	31.7
KC22B1	K2C22B1			3/8-16	24.6 (27/32)	(3/4)	(5/8)	28.5 (1 1/8)	(1)	(1 1/4)
KC23	K2C23	8-2	10-1	9.52	11.9 (15/32)	20.6	15.8	15.8 (5/8)	25.4	31.7
KC23B1	K2C23B1			3/8-16	24.6 (31/32)	(13/16)	(5/8)	26.5 (1 1/8)	(1)	(1 1/4)
KC25	K2C25	2-1/0	2-2/0	12.7	14.3 (9/16)	25.4		19.5 (3/4)	28.5	41.2
KC25B1	K2C25B1			1/2-13	25.9 (1 1/8)	(1)		31.7 (1 1/4)	(1 1/8)	(1 5/8)
KC26	K2C26	2.2/0	2-3/0	21.7	13.4 (17/32)	28.5	22.2	19.5 (3/4)	34.9	47.6
KC26B1	K2C26B1			1/2-13	26.9 (1 1/16)	(1 1/8)	(7/8)	31.7 (1 1/4)	(1 3/8)	17.8
KC28	K2C28	1-4/0	1-4/0	15.8	19.5 (3/4)	38.1	30.1	25.4 (1)	44.5	57.2
KC28B1	K2C28B1			5/8-11	31.7 (1 1/4)	(1 1/2)	(1 3/16)	38.1 (1 1/2)	(1 3/4)	(2 1/4)
KC31	K2C31	1-350	-	15.8	19.5 (3/4)	42.9	34.9	25.4 (1)	57.2	73.1
KC31B1	K2C31B1			5/8-11	19.5 (1 1/4)	(1 11/16)	(1 3/8)	38.1 (1 1/2)	(2 1/4)	(2 7/8)
KC34	K2C34	3/0-500	-	19.05	25.4 (1)	2	1 5/8	31.7 (1 1/4)	23.8	31.4
KC34B1	K2C34B1			3/4-10	38.1 (1 1/2)	(2)	(1 5/8)	44.5 (1 3/4)	(2 3/8)	(3 1/4)

DIMENSIONES EN MILIMETROS (PULG.)

### TIPO KC22B2, EQC632C CONECTORES PARA TRANSFORMADORES PARA CONDUCTORES DE COBRE

Se utiliza como terminal de tierra en el tanque de los transformadores de distribución según norma IEEE NEMA.

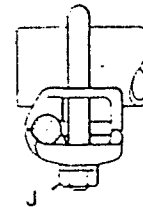
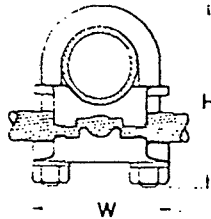


Nº DE CATALOGO	RANGO
KC22B2	8 Sol.- 2 Sol.
EQC63C	8 Sol.- 2 Tre.



## TIPO GAR CONECTOR PARA SISTEMAS DE TIERRA PARA CONECTAR CABLE DE COBRE A VARILLA O TUBO

Conector para sistemas de tierra de aleación alta en cobre para conectar distintos calibres de cable en paralelo o en ángulo recto a varilla o tubo. Adecuado particularmente para instalaciones en postes metálicos en alambradas. Puede enterrarse directamente en la tierra o en concreto. Fácil de instalar.



Nº de Catalogo	Conductor			H	J	W
	Tubo I.P.S	Varilla	Cable			
GAR114C	6.3	12.7	8 Sol.- 4 Tre.	63.5 (2 1/2)	9.5 (3/8)	47.6 (1 7/8)
GAR1126	(1/4)	(1/2)	4 Sol.- 2/0 Tre.			
GAR1129			2/0 Sol.- 250			
GAR644C	9.5 (3/8)	7.9-19.05 (5/16-3/4)	8 Sol.- 4 Tre.	73 (2 7/8)		53.9 (2 1/8)
GAR6426			4 Sol.- 2/0 Tre.			
GAR6429			2/0 Sol.- 250			
GAR6434			300-500	88.9 (3 1/2)	12.7 (1/2)	63.5 (2 1/2)
GAR144C			8 Sol.- 4 Tre.	69.8 (2 3/4)		
GAR1426	12.7-19.05 (1/2-3/4)	22.2-25.4 (7/8-1)	4 Sol.- 2/0 Tre.	76.2 (3)	9.5 (3/8)	60.3 (2 3/8)
GAR1429			2/0 Sol.- 250			
GAR1434			300 - 500			
GAR154C			8 Sol.- 4 Tre.	95.4 (3 3/4)	12.7 (1/2)	69.5 (2 3/4)
GAR1526	25.4 (1)	28.6-31.7 (1 1/8- 1 1/4)	4 Sol.- 2/0 Tre.	73.02 (2 7/8)	9.5 (3/8)	66.6 (2 5/8)
GAR1529			2/0 Sol.- 250			
GAR1534			300 - 500			
GAR164C			8 Sol.- 4 Tre.	85.7 (3 3/8)		
GAR1626	31.7 (1 1/4)	34.9-38.1 (1 3/8- 1 1/2)	4 Sol.- 2/0 Tre.	88.9 (3 1/2)	9.5 (3/8)	76.2 (3)
GAR1629			2/0 Sol.- 250			
GAR1634			300 - 500			
GAR174C			8 Sol.- 4 Tre.	114.3 (4 1/2)	12.7 (1/2)	85.7 (3 3/8)
GAR1726	38.1 (1 1/2)	41.3-47.6 (1 5/8- 1 7/8)	4 Sol.- 2/0 Tre.	101.6 (4)	9.5 (3/8)	82.5 (3 1/4)
GAR1729			2/0 Sol.- 250			
GAR1734			300 - 500			
GAR184C			8 Sol.- 4 Tre.	117.4 (4 5/8)	12.7 (1/2)	66.6 (2 5/8)
GAR1826	50.8 (2)	50.8-60.32 (2 - 2 3/8)	4 Sol.- 2/0 Tre.	107.9 (4 1/4)	9.5 (3/8)	95.2 (3 3/4)
GAR1829			2/0 - 250			
GAR1834			300 - 500			
GAR194C			8 Sol.- 4 Tre.	133.3 (5 1/4)	12.7 (1/2)	104.7 (4 1/8)
GAR1926	63.5 (2 1/2)	63.5-73.02 (2 1/2- 2 7/8)	4 Sol.- 2/0 Tre.	127 (5)	9.5 (3/8)	107.9 (4 1/4)
GAR1929			2/0 Sol.- 250			
GAR1934			300 - 500			
GAR204C			8 Sol.- 4 Tre.	142.8 (5 5/8)	12.7 (1/2)	117.4 (4 5/8)
GAR2026	76.2 (3)	76.2-88.9 (3 - 3 1/2)	4 Sol.- 2/0 Tre.	142.8 (5 5/8)	9.5 (3/8)	120.6 (4 3/4)
GAR2029			2 Sol.- 250			
GAR2034			300 - 500			
GAR214C			8 Sol.- 4 Tre.	161.9 (6 3/8)	12.7 (1/2)	133.3 (5 1/4)
GAR2126	88.9 (3 1/2)	88.9-101.6 (3 1/2- 4)	4 Sol.- 2/0 Tre.	158.7 (6 1/4)	9.5 (3/8)	136.5 (5 3/8)
GAR2129			2/0 Sol.- 250			
GAR2134			300 - 500			
GAR224C			8 Sol.- 4 Tre.	171.4 (6 3/4)	12.7 (1/2)	146.1 (5 3/4)
GAR2226	101.6 (4)	101.6-114.3 (4 - 4 1/2)	4 Sol.- 2/0 Tre.	161.9 (6 3/8)	9.5 (3/8)	149.2 (5 7/8)
GAR2229			2/0 Sol.- 250			
GAR2234			300 - 500			
GAR244C	127 (5)		8 Sol.- 4 Tre.	174.6 (6 7/8)	12.7 (1/2)	158.7 (6 1/4)
GAR2426			4 Sol.- 2/0 Tre.			
GAR2429			2/0 Sol.- 250			
GAR2434			300 - 500	196.85 (7 3/4)	12.7 (1/2)	174.6 (6 7/8)
				219.07 (8 5/8)		184.1 (7 1/4)

DIMENSIONES EN MILIMETROS (PULG.)

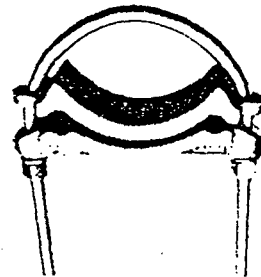
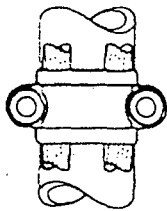
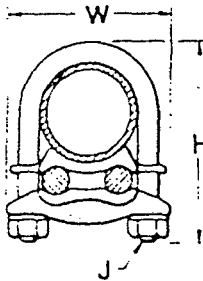


## TIPO GD

### CONECTOR PARA SISTEMA DE TIERRAS

PARA CONECTAR DOS CABLES DE COBRE A VARILLA O TUBO

Conector para sistemas de tierra de aleación alta de cobre para conectar dos cables paralelos a varilla o tubo. Adecuado particularmente para aterrizar postes metálicos en alambradas. Puede aterrizar directamente en concreto. Fácil instalación.



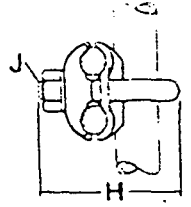
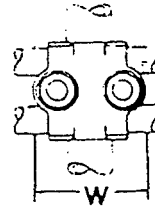
Nº de Catálogo	Conductor			H	J	W
	Tubo I.P.S.	Varilla	Cable			
GD1526	25.4	28.5 - 31.7	4 Sol.- 2/0 Tre.	85.7 (3 3/8)	9.5 (3/8)	66.6 (2 5/8)
GD1529	(1)	(1 1/8- 1 1/4)	2/0 Sol.- 250			
GD1626	31.7	34.9 - 38.1	4 Sol.- 2/0 Tre.	88.9 (3 1/2)		76.2 (3)
GD1629	(1 1/4)	(1 3/8- 1 1/2)	2/0 Sol.- 250			
GD174C			8 Sol.- 4 Tre.	101.6 (4)		82.5 (3 1/4)
GD1726	38.1	41.2- 47.6	4 Sol.- 2/0 Tre.			
GD1729	(1 1/2)	(1 5/8- 1 7/8)	2/0 Sol.- 250			
GD1734			300 - 500	117.4 (4 5/8)	12.7 (1/2)	92.1(3 5/8)
GD184C			8 Sol.- 4 Tre.	111.1 (4 3/8)	9.5 (3/8)	95.2 (3 3/4)
GD1826	50.8	50.8 - 60.3	4 Sol.- 2/0 Tre.			
GD1829	(2)	(2- 2 3/8)	2/0 Sol.- 250			
GD1834			300 - 500	136.5 (5 3/8)	12.7 (1/2)	104.7 (4 1/8)
GD194C			8 Sol.- 4 Tre.	127 (5)	9.5 (3/8)	107.9 (4 1/4)
GD1926			4 Sol.- 2/0 Tre.			
GD1929	63.5	63.5 - 73.1	2/0 Sol.- 250			
GD1934	(2 1/2)	(2 1/2- 2 7/8)	300 - 500			
GD204C			8 Sol.- 4 Tre.	142.8 (5 5/8)	9.5 (3/8)	123.8 (4 7/8)
GD2026			4 Sol.- 2/0 Tre.			
GD2029	76.2	76.2 - 88.9	2/0 Sol.- 250			
GD2034	(3)	(3- 3 1/2)	300 - 500	161.9 (6 3/8)	12.7 (1/2)	130.1 (5 1/4)
GD214C			8 Sol.- 4 Tre.	158.7 (6 1/4)	9.5 (3/8)	136.2 (5 3/8)
GD2126			4 Sol.- 2/0 Tre.			
GD2129	88.9	88.9 - 101.6	2/0 Sol.- 250			
GD2134	(3 1/2)	(3 1/2- 4)	300 - 500	174.6 (6 7/8)	12.7 (1/2)	146.1 (5 3/4)
GD224C			8 Sol.- 4 Tre.	161.9 (6 3/8)	9.5 (3/8)	149.2 (5 7/8)
GD2226			4 Sol.- 2/0 Tre.			
GD2229	101.6	101.6 - 114.3	2/0 Sol.- 250			
GD2234	(4)	(4- 4 1/2)	300 - 500			

DIMENSIONES EN MILIMETROS (PULG.)



## TIPO GP CONECTOR PARA SISTEMAS DE TIERRA PARA CONECTAR DOS CABLES DE COBRE A VARILLA O TUBO

Conector para sistemas de tierra de aleación alta en cobre para conectar cables paralelos de distintos calibres perpendicularmente a varilla, tubo o columna. Si se desea, una ranura conectará a la línea mientras que la otra derivará al equipo. Puede aterrizar directamente en la tierra o en concreto. Fácil instalación.

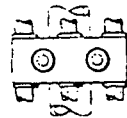
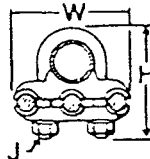


Catálogo	Conductor			H	J	W
	Tubo I.P.S.	Varilla	Cable			
GP114C	6.3 (1/4)	12.7 (1/2)	8 Sol. - 4 Tre.	63.5 (2 1/2)	9.5 (3/8)	47.6 (1 7/8)
GP1126			4 Sol. - 2/0 Tre.			
GP1129			2/0 Tre. - 250			
GP644C	9.5 (3/8)	15.8 - 19.5 (5/8-3/4)	8 Sol. - 4 Tre.	73.1 (2 7/8)	12.7 (1/2)	53.4 (2 1/8)
GP6426			4 Sol. - 2/0 Tre.			
GP6429			2/0 Sol. - 250			
GP6434			300 - 500			
GP144C	38.1 - 19.5 (1 1/2-3/4)	22.2 - 25.4 (7/8-1)	8 Sol. - 4 Tre.	69.8 (2 3/4)	9.5 (3/8)	60.3 (2 3/8)
GP1426			4 Sol. - 2/0 Tre.			
GP1429			2/0 Sol. - 250			
GP1434			300 - 500			

DIMENSIONES EN MILIMETROS (PULG.)

## TIPO GK CONECTOR PARA SISTEMAS DE TIERRA PARA CONECTAR TRES CABLES DE COBRE A VARILLA O TUBO

Conector para sistemas de tierra de aleación alta en cobre para conectar tres cables iguales a varilla o tubo. Las ranuras aceptan una variedad de calibres de cable. Puede aterrizar directamente en la tierra o en concreto. Fácil instalación.



Catálogo	Conductor			H	J	W
	Tubo I.P.S.	Varilla	Cable			
GK114C	6.3 (1/4)	12.7 (1/2)	8 Sol. - 4 Tre.	63.5 (2 1/2)	12.7 (1/2)	63.5 (2 1/2)
GK1126			4 Sol. - 2/0 Tre.			69.8 (2 3/4)
GK1129			2/0 Tre. - 250			85.7 (3 3/8)
GK644C	9.5 (3/8)	15.8-19.1 (5/8 - 3/4)	8 Sol. - 4 Tre.	73.1 (2 7/8)	12.7 (1/2)	66.7 (3 3/8)
GK6426			4 Sol. - 2/0 Tre.			76.2 (3)
GK6429			2/0 Sol. - 250			88.9 (3 1/2)
GK6434			300 - 500			101.6 (4)
GK1426	12.7 - 19.1 (1/2 - 3/4)	22.2 - 25.4 (7/8 - 1)	4 Sol. - 2/0 Tre.	69.8 (2 3/4)	9.5 (3/8)	82.5 (3 1/4)
GK1429			2/0 Sol. - 250	95.2 (3 3/4)	12.7 (1/2)	98.4 (3 7/8)
GK1434			300 - 500			111.1 (4 3/8)
GK1526	25.4	28.2 - 31.7	4 Sol. - 2/0 Tre.	66.7 (3/8)	9.5 (3/8)	88.9 (3 1/2)
GK1529	(1)	(1 1/8-1 1/4)	2/0 Sol. - 250	95.2 (3 3/4)	12.7 (1/2)	104.7 (4 1/8)
GK1626	31.75	34.9 - 38.1	4 Sol. - 2/0 Tre.	88.9 (3 1/2)	9.5 (3/8)	98.4 (3 7/8)
GK1629	(1 1/4)	(1 3/8-1 1/2)	2/0 Sol. - 250	107.9 (4 1/4)	12.7 (1/2)	114.3 (4 1/2)
GK1726	38.1	41.2 - 47.6	4 Sol. - 2/0 Tre.	101.6 (4)	9.5 (3/8)	104.7 (4 1/8)
GK1729	(1 1/2)	(1 5/8-1 7/8)	2/0 Sol. - 250	117.4 (4 5/8)	12.7 (1/2)	120.6 (4 3/4)
GK1826	50.8	50.8 - 60.3	4 Sol. - 2/0 Tre.	107.9 (4 1/4)	9.5 (3/8)	117.4 (4 5/8)
GK1829	(2)	(2-2 3/8)	4 Sol. - 250	111.1 (4 3/8)	12.7 (1/2)	130.1 (5 1/8)
GK1926	63.5	63.5 - 73.1	4 Sol. - 2/0 Tre.	127 (5)	9.5 (3/8)	130.1 (5 1/8)
GK1929	(2 1/2)	(2 1/2-2 7/8)	2/0 Sol. - 250	127 (5)	12.7 (1/2)	142.8 (5 5/8)



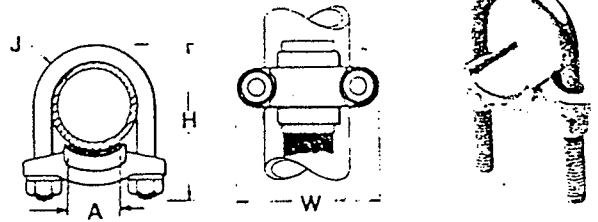
## TIPO GG

ELZBETTEROVID INC. W. VA. U.S.A.

### CONECTOR PARA SISTEMAS DE TIERRA

PARA CONECTAR BARRA DE COBRE, CINTA, TRENZA FLEXIBLE O CABLE A VARILLA O TUBO

Conector para sistemas de tierra de aleación alta en cobre para conectar barra redonda, cinta, trenza flexible o cable a varilla o tubo. Particularmente efectivo cuando se utiliza con trenza flexible para aterrizar varillas de mando, palancas de mando en interruptores, postes metálicos en alambradas, puertas. Fácil instalación.



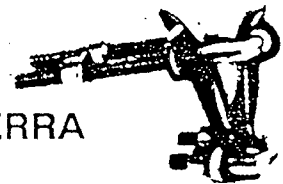
Nº de Catálogo	Conductor		A	H	J	W
	Tubo I.P.S.	Varilla				
GG15-1	25.4 (1)	28.6-31.7 (1 1/8- 1 1/4)	25.4 (1)	84.3 (3 3/8)	9.52 (3/8)	66.7 (2 5/8)
GG16-1	31.7 (1 1/4)	34.9-38.1 (1 3/8- 1 1/2)		76.2 (3)		
GG17-1	38.1 (1 1/2)	41.2-47.6 (1 5/8- 1 7/8)		88.9 (3 1/2)		82.5 (3 1/4)
GG17-5			38.1 (1 1/2)			
GG18-1	50.8 (2)	50.3-60.3 ( 2 -2 3/8)	25.4 (1)	107.9 (4 1/4)		95.2 (3 3/4)
GG18-15			38.1 (1 1/2)			
GG18-2			50.8 (2)			
GG19-2	63.5 (2 1/2)	63.5-73.1 (2 1/2- 2 7/8)		111.2 (4 3/8)		104.7 (4 1/8)
GG19-25			127 (5)			
GG20-2	76.2 (3)	76.2-88.9 (3- 3 1/2)	63.5 (2 1/2)	161.9 (6 3/8)		133.3 (5 1/4)
GG20-25			50.8 (2)			
GG20-3			76.2 (3)			
GG21-2	88.9 (3 1/2)	88.9-101.6 (3 1/2- 4)	50.8 (2)	149.2 (5 7/8)		146.1 (5 3/4)
GG21-25			63.5 (2 1/2)			
GG21-3			76.2 (3)			
GG21-35			88.9 (3 1/2)		12.7 (1/2)	
GG22-2	101.6 (4)	101.6-114.3 (4- 4 1/2)	12.7 (2)	165.1 (6 1/2)		158.7 (6 1/4)
GG22-25			63.5 (2 1/2)			
GG22-3			76.2 (3)			
GG22-35			88.9 (3 1/2)			
GG22-4			101.6 (4)			
GG24-2	127 (5)		50.8 (2)	193.7 (7 5/8)		184.1 (7 1/4)

DIMENSIONES EN MILIMETROS (PULG.)

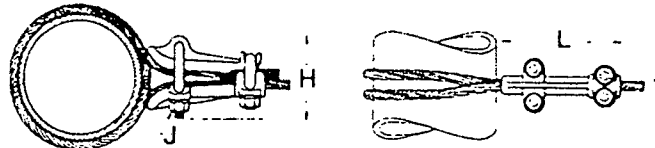
## TIPO GQ

### CONECTOR PARA SISTEMAS DE TIERRA

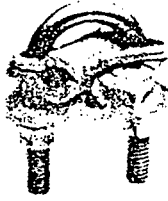
PARA CONECTAR CABLE DE COBRE A TUBO



Conector para sistemas de tierra de aleación alta en cobre, para conectar distintos calibres de cable de cobre a tubo, en forma de gasa. Puede aterrizarse directamente en tierra o en concreto.

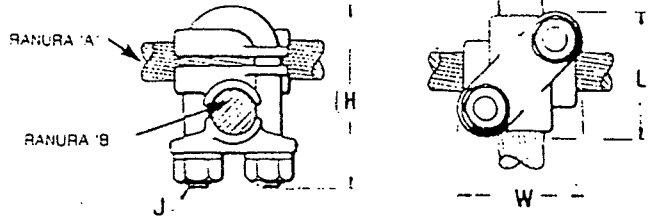


Nº de Catálogo	Conductor		H	J	L	W
	Tubo I.P.S.	Cable				
GQ2626	152.4 (6) Max.	4 Tre.- 2/0 Tre.	114.3 (4 1/2)	12.7 (1/2)	127 (5)	63.5 (2 1/2)
GQ16-1	Mas de 152.4 (6)		180.9 (7 1/8)			
GQ2929	152.4 (6) Max.	2/0 Tre.- 250	104.7 (4 1/8)		152.4 (6)	69.8 (2 3/4)
GQ29-1	Mas de 152.4 (6)		190.5 (7 1/2)			



## TIPO GX CONECTOR PARA SISTEMAS DE TIERRA PARA CONECTAR CABLE DE COBRE

Conector para sistemas de tierra de aleación alta en cobre, para conectar en cruz una amplia gama de cables de cobre. Puede aterrizar directamente en tierra o en concreto. Fácil instalación.

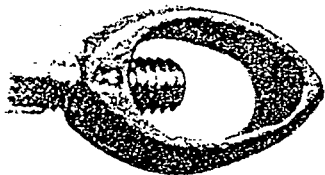


Nº de Catálogo	Conductor		H	J	L	W
	Ranura A	Ranura B				
GX4C4C	8 Sol. - 4 Tre.	8 Sol. - 4 Tre.	47.6 (1 7/8)	9.5 (3/8)	41.3 (1 5/8)	41.3 (1 5/8)
GX264C	4 Sol. - 2/0 Tre.	8 Sol. - 4 Tre.	63.5 (2 1/2)		44.4 (1 3/4)	44.4 (1 3/4)
GX2626		4 Sol. - 2/0 Tre.				
GX294C	2/0 Sol. - 2500	8 Sol. - 4 Tre.	69.8 (2 3/4)		47.6 (1 7/8)	47.6 (1 7/8)
GX2926		4 Sol. - 2/0 Tre.				
GX2929		2/0 Sol. - 250				
GX344C	300 - 500	8 Sol. - 4 Tre.			53.9 (2 1/8)	
GX3426		4 Sol. - 2/0 Tre.				
GX3429		2/0 Sol. - 250				
GX3434		300 - 500	107.9 (4 1/4)		12.7 (1/2)	

DIMENSIONES EN MILIMETROS (PULG.)

## TIPO GKP CLEMA DE ALTA RESISTENCIA PARA VARILLAS DE TIERRA PARA CONECTAR CABLE DE COBRE A VARILLA DE TIERRA

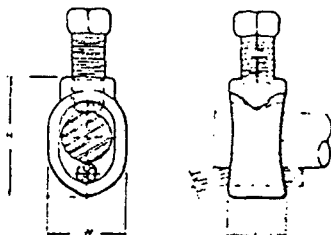
Conector para sistemas de tierra de aleación alta en cobre para conectar una amplia variedad de cables a varilla. Se desliza sobre el extremo de la varilla y se aprieta fácilmente con una llave. Adecuado para aterrizar directo.



Nº de Cat.	Ø de Varilla 'A'	Rango del Conductor		H	W	L
		Min	Max			
GKP635	15.9 (5/8)	8 Sol	1 Tre.	55.6 (2 1/8)	24.1 (9/8)	15.3 (5/8)

## TIPO GKP-MG2 CLEMA GROUNDIT PARA VARILLAS DE TIERRA PARA CONECTAR CABLE DE COBRE A VARILLA DE TIERRA

Conector para sistemas de tierra de aleación alta en cobre, para conectar una amplia variedad de cables a varilla cobrizadas a fisura, de acero galvanizado o de acero inoxidable. Se desliza sobre el extremo de la varilla y se aprieta fácilmente con una llave. Adecuado para aterrizar directo.



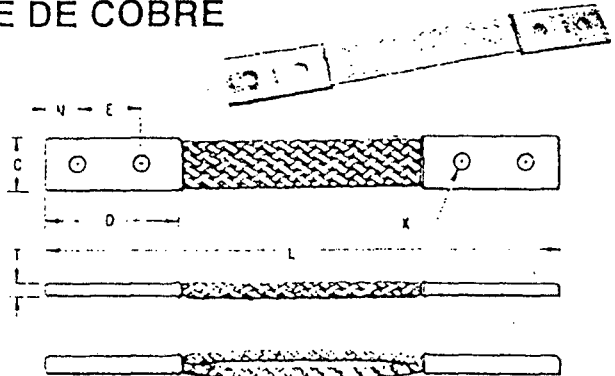
Nº de Catálogo	Ø de Varilla 'A'	Rango del Conductor	H	W	L
GKP635-MG2	15.9 (5/8)	8 Sol. - 1 Tre.	35 (1 3/8)	25.4 (1)	15.3 (5/8)



## TIPO B TRENZA FLEXIBLE DE COBRE

Conector de trenza flexible de cobre diseñado particularmente para aceptar expansiones y contracciones lineales, para compensar defectos de alineación y para absorber movimientos vibratorios de equipo y aparatos eléctricos. Fabricado de trenzilla extra flexible de cobre electrolítico estañado, plana y con casquillos rectangulares en sus extremos fabricados de cobre electrolítico sin costura y sin estaiñas.

Los últimos dos números en el número de catálogo indican el largo total de la trenza en pulgadas, ejemplo: BD12N ó BD12 significa que el conector mide 12 pulgadas de largo (305 mm. aprox.). Para otros largos no listados, acabados o barrenos especiales, sírvase consultar con la fábrica.



Nº de Catálogo	Trenzillas en el casquillo	C	D	E	K	L	N	T	Capacidad aproximada en	
									Interior	Exterior
BD12			63.5 (2.50)	31.7 (1.25)	11.2 (.44)	304.8				
BD12N**			75.2 (3.00)	44.4 (1.75)	14.2 (.56)	(12)				
BD18		23.9	63.5 (2.50)	31.7 (1.25)	11.2 (.44)	457.2	15.7	3.1	190	225
BD18N**		(.94)	75.2 (3.00)	44.4 (1.75)	14.2 (.56)	(18)	(.62)	(12)		
BD24			63.5 (2.50)	31.7 (1.25)	11.2 (.44)	609.6				
BD24N**				44.4 (1.75)	14.2 (.56)	(24)				
BE12				38.1 (1.50)	11.2 (.44)	304.8	19.1 (.75)			
BE12N**				44.4 (1.75)	14.2 (.56)	(12)	15.7 (.62)			
BE18		38.1		38.1 (1.50)	11.2 (.44)	457.2	19.1 (.75)	4.3	340	405
BE18N**		(1.50)		44.4 (1.75)	14.2 (.56)	(18)	15.7 (.62)	(17)		
BE24				38.1 (1.50)	11.2 (.44)	609.6	19.1 (.75)			
BE24N**				44.4 (1.75)	14.2 (.56)	(24)	15.7 (.62)			
BF12				38.1 (1.50)	11.2 (.44)	304.8	19.1 (.75)			
BF12N**				44.4 (1.75)	14.2 (.56)	(12)	15.7 (.62)			
BF18		38.1	75.2	38.1 (1.50)	11.2 (.44)	457.2	19.1 (.75)		380	430
BF18N**		(1.50)	3.00)	44.4 (1.75)	14.2 (.56)	(18)	15.7 (.62)			
BF24				38.1 (1.50)	11.2 (.44)	609.6	19.1 (.75)			
BF24N**				44.4 (1.75)	14.2 (.56)	(24)	15.7 (.62)			
BG12				38.1 (1.50)	11.2 (.44)	304.8	19.1 (.75)			
BG12N**				44.4 (1.75)	14.2 (.56)	(12)	15.7 (.62)	6.3		
BG18		38.1		38.1 (1.50)	11.2 (.44)	457.2	19.1 (.75)	(25)	415	495
BG18N**		(1.50)		44.4 (1.75)	14.2 (.56)	(18)	15.7 (.62)			
BG24				38.1 (1.50)	11.2 (.44)	609.6	19.1 (.75)			
BG24N**				44.4 (1.75)	14.2 (.56)	(24)				
B2D12		23.9	63.5 (2.50)	31.7 (1.25)	11.2 (.44)		15.7 (.62)		380	395
B2D12N**		(.94)		44.4 (1.75)	14.2 (.56)					
B2E12		41.1		38.1 (1.50)	11.2 (.44)		19.1 (.75)		530	635
B2E12N**		(1.62)		44.4 (1.75)	14.2 (.56)		15.7 (.62)			
B2F12		35.1	75.2	38.1 (1.50)	11.2 (.44)		19.1 (.75)	9.6	600	720
B2F12N**		(1.38)	(3.00)	44.4 (1.75)	14.2 (.56)		15.7 (.62)	(.38)		
B2G12		38.1		38.1 (1.50)	11.2 (.44)		19.1 (.75)	12.7	700	840
B2G12N**		(1.50)		44.4 (1.75)	14.2 (.56)			(.50)		
B3D12		31.7	63.5 (2.50)	31.7 (1.25)	11.2 (.44)		15.7 (.62)		470	560
B3D12N**		(1.25)		44.4 (1.75)	14.2 (.56)			6.3		
B3E12		50.8		38.1 (1.50)	11.2 (.44)		19.1 (.75)	(25)	600	840
B3E12N**		(2.00)		44.4 (1.75)	14.2 (.56)		15.7 (.62)			
B3F12		36.5	75.2	38.1 (1.50)	11.2 (.44)	304.8	19.1 (.75)	14.2	820	980
B3F12N**		(1.44)	(3.00)	44.4 (1.75)	14.2 (.56)	(12)	15.7 (.62)	(.56)		
B3G12		42.9 (1.69)		38.1 (1.50)	11.2 (.44)		19.1 (.75)	19.1 (.75)	960	1150
B3G12N**		31.7 (1.25)		31.7 (1.25)	14.2 (.56)					
B4D12		31.7	63.5 (2.50)	31.7 (1.25)	11.2 (.44)		15.7 (.62)		600	720
B4D12N**		(1.25)		44.4 (1.75)	14.2 (.56)			9.6		
B4E12		44.4		38.1 (1.50)	11.2 (.44)		19.1 (.75)	(.38)	850	1020
B4E12N**		(1.75)		44.4 (1.75)	14.2 (.56)		15.7 (.62)			
B4F12		35.1	75.2	38.1 (1.50)	11.2 (.44)		19.1 (.75)	22.3	1000	1200
B4F12N**		(1.38)	(3.00)	44.4 (1.75)	14.2 (.56)		15.7 (.62)	(.88)		
B4G12		42.9		38.1 (1.50)	11.2 (.44)		19.1 (.75)	23.9	1200	1440
B4G12N**				44.4 (1.75)	14.2 (.56)		15.7 (.62)	(.94)		

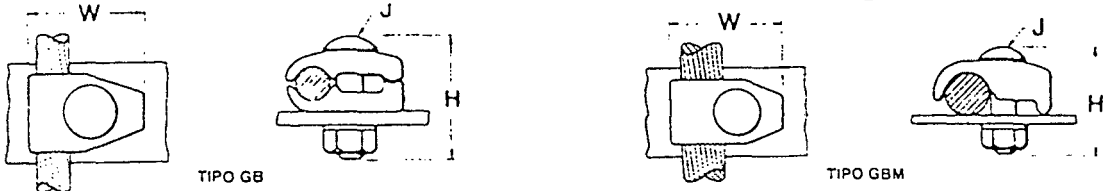
DIMENSIONES EN MILIMETROS (PULG.)

\* Esta tabla puede variar según las condiciones ambientales como: Orientación de la trenzilla y condiciones de servicio  
 \*\* Los orificios en la trenzilla están de acuerdo con las normas NEMA.



## TIPOS GB, GBM CONECTOR PARA SISTEMAS DE TIERRA PARA CONECTAR CABLE DE COBRE A SUPERFICIE PLANA

Conector para sistemas de tierra de aleación alta en cobre, para conectar una variedad de cable a barra o superficie plana (\*) de 1/4" (6.3 mm) de espesor. El tipo GB posee un elemento que separa el cable de la barra, mientras que el GBM lo sujeta directamente a ésta. Fácil de instalar. Adecuado para aterrizaje directo.

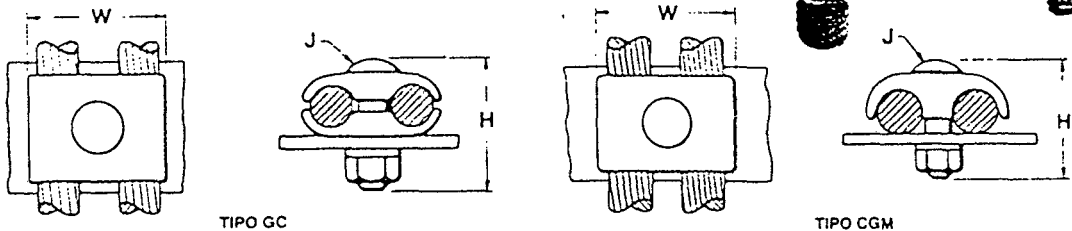


Numero de Catálogo		Conductor	H	H	J	W	W
Tipo GB	Tipo GBM		Tipo GB	Tipo GBM		Tipo GB	Tipo GBM
GB4C	GBM4C	8 Sol.- 4 Tre.	38.1 (1 1/2)	38.1 (1 1/2)	9.5 (3/8)	31.7 (1 1/4)	31.7 (1 1/4)
GB26	GBM26	4 Sol.- 2/0 Tre.	50.8 (2)	50.8 (2)		38.1 (1 1/2)	38.1 (1 1/2)
GB29	GBM29	2/0 Sol.- 250			76.2 (3)	82.5 (2 1/4)	(1/2)
GB34	GBM34	300 - 500			60.3 (2 3/8)	60.3 (2 3/8)	

(\*) Para identificación de otros espesores de la barra, ver NOTA al final de la página No. 23  
DIMENSIONES EN MILIMETROS (PULG.)

## TIPOS GC, GCM CONECTOR PARA SISTEMAS DE TIERRA PARA CONECTAR DOS CABLES DE COBRE A SUPERFICIE PLANA

Conector para sistemas de tierra de aleación alta en cobre, para conectar dos cables paralelos a barra o superficie plana (\*) de 1/4" (6.3 mm) de espesor. El tipo GC posee un elemento que separa el cable de la barra, mientras que el GCM lo sujeta directamente a ésta. Fácil de instalar. Adecuado para aterrizaje directo.



Número de Catálogo		Conductor	H	H	J	W	W
Tipo GC	Tipo GCM		TIPO GC	Tipo GCM		Tipo GC	Tipo GCM
GC4C4C	GCM4C	8 Sol.-3 Tre.	38.1 (1 1/2)	38.1 (1 1/2)	9.5 (3/8)	34.9 (1 3/8)	25.4 (1)
GC2626	GCM26	4 Sol.-2/0 Tre.	50.8 (2)	50.8 (2)		44.5 (1 3/4)	34.9 (1 3/8)
GC2929	GCM29	2/0 Sol.-250			57.2 (2 1/4)	50.8 (2)	(1/2)
GC3434	GCM34	300-500	73.1 (2 7/8)	82.5 (2 1/4)	73.1 (2 7/8)	66.7 (2 5/8)	

(\*) Para identificación de otros espesores de la barra, ver la NOTA al final de la página No. 23  
DIMENSIONES EN MILIMETROS (PULG.)

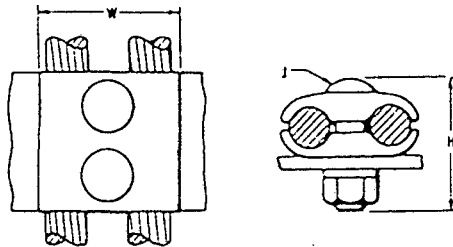


## TIPO GL

ELECTROCOM INT. S. R. L

### CONECTOR PARA SISTEMAS DE TIERRA PARA CONECTAR DOS CABLES DE COBRE A SUPERFICIE PLANA

Conector para sistemas de tierra de aleación alta en cobre, para conectar dos cables paralelos a barra o superficie plana (\*) de 1/4 (6.3 mm) de espesor. Diseñado para uso rudo con dos tornillos. Posee un elemento que separa el cable de la barra. Fácil de instalar con una llave. Adecuado para aterrizaje directo.



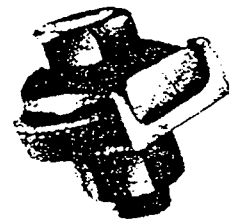
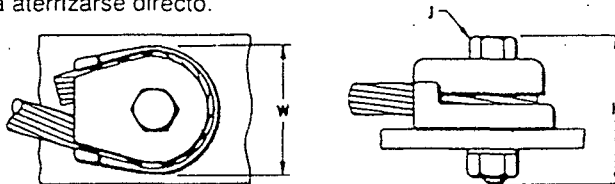
Nº de Catálogo	Conductor	H	J	W
GL4C4C	8 Sol.- 4 Tre.	38.1 (1 1/2)	9.5 (3/8)	34.9 (1 3/8)
GL2626	4 Sol.- 2/0 Tre.	50.8 (2)		44.4 (1 3/4)
GL2929	2/0 Sol.- 250	57.1 (2 1/4)	12.7 (1/2)	57.1 (2 1/4)
GL3434	300-500	73.1 (2 7/8)		73.1 (2 7/8)

(\*) Para identificación de otros espesores de la barra, ver NOTA al final de la página No. 23  
DIMENSIONES EN MILIMETROS (PULG.)

## TIPO GZ

### CONECTOR PARA SISTEMAS DE TIERRA PARA CONECTAR CABLE DE COBRE A SUPERFICIE PLANA

Conector para sistemas de tierra de aleación alta en cobre, para conectar una amplia variedad de cables a superficie plana (\*) de 1/4" (6.3mm) de espesor. El cable se sujeta en la ranura del conector curveándolo alrededor del elemento de sujeción. Adecuado para aterrizarse directo.



Nº de Catálogo	Conductor	H	J	W
GZ4C-38	8 Sol.- 4 Tre.	38.1 (1 1/2)	9.5 (3/8)	28.5 (1 1/8)
GZ4C-12		47.6 (1 7/8)	12.7 (1/2)	44.4
GZ4C-58		50.8	15.9 (5/8)	(1 3/4)
GZ26-38	3 Tre.- 2/0 Tre.	(2)	9.5 (3/8)	41.3 (1 5/8)
GZ26-12		53.9 (2 1/8)	12.7 (1/2)	44.4
GZ26-58		57.1	15.8 (5/8)	(1 3/4)
GZ29-38	3/0 Tre.- 250	(2 1/4)	9.5 (3/8)	57.1 (2 1/4)
GZ29-12		60.3 (2 3/8)	12.7 (1/2)	
GZ29-58		63.5 (2 1/2)	15.8 (5/8)	

**NOTA:**

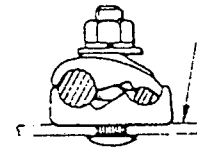
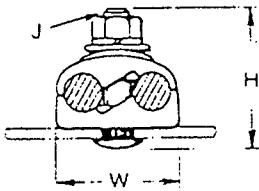
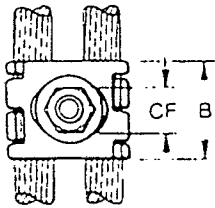
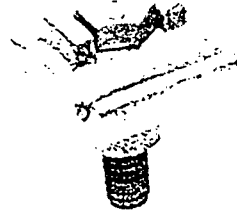
(\*) Los conectores GB, GBM, GC, GCM, GL y GZ se utilizan para conectar distintos calibres de cable a superficie plana. Los números de catálogo en cada una de las tablas aceptan los calibres de cable indicados y un máximo de 1/4" (6.3mm) en el espesor de la barra. Se dispone de otros largos de tornillo para aceptar barra hasta de 1" (25.4mm) de espesor. Agregue el sufijo "T4" al No. de Cal. en la tabla para espesores de barra entre 1/4" y 1/2" (6.3mm a 12.7mm). Para espesores de barra entre 1/2" y 1" (12.7mm a 25.4mm) agregue el sufijo "T8".



## TIPO GC-CT

### CLEMA PARA ATERRIZAR ESCALERILLAS PORTA-CABLES

Este conector, único en su diseño, posee características nuevas que no se habían desarrollado hasta ahora. Fabricado de aleación de cobre estañado, acepta uno o dos conductores de cobre o aluminio. Además, posee una cabeza de bajo perfil con un rebaje profundo para aceptar un tornillo Phillips de acero, de cuello estriado, que evita la rotación del conector durante su instalación en un barreno con diámetro de .44". Cuando se utilicen conductores de aluminio, el cable deberá cepillarse vigorosamente y se deberá usar el compuesto Penetrox "A" tanto en el conductor como en el conector.



Nº de Catálogo	Acepta Conductores de Cobre o Aluminio en Cualquier Ranura	B	CF	H	J	W
GC2626CT	2 Sol. 6.5 (.258) DIA. 2/0 Tre. 10.6 (.419) DIA.	28.4 (1.12)	14.2 (.56)	49.5 (1.95)	9.5 (3/8)-16	43.2 (1.70)
GC2929CT	2/0 Tre. 10.5 (.414) DIA. 250 MCM 14.6 (.575) DIA.	28.4 (1.12)	14.2 (.56)	55.9 (2.20)	9.5 (3/8)-16	50.3 (1.98)

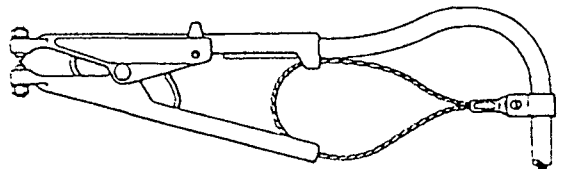
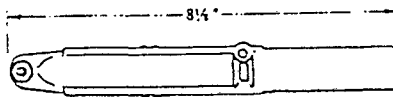
NOTA: La cabeza del tornillo deberá de ir montada en la pared interna de la escalerilla para evitar cualquier daño al aislamiento del conductor.

DIMENSIONES EN MILIMETROS (PULG.)

## TIPO GIE-G

### CONECTOR PARA ATERRIZAR VEHICULOS

Clema fabricada de aleación de cobre de alta resistencia mecánica para aterrizar camiones de transporte de gasolina o gas, vehículos tanque, aeronaves u otros vehículos en donde exista el peligro de explosión debido a la existencia de electricidad estática. Es resistente a la corrosión y posee tornillos de contacto "anti-chispa", ajustables y fácilmente reemplazables. Posee un dispositivo automático de seguridad para desconectarse en caso de que el vehículo se mueva inesperadamente del área de aterrizamiento. Utiliza cable flexible No. 4 de cobre trenzado.



Nº de Catálogo	Tornillos de Contacto Reemplazables		
	Nº de Catálogo	Material	Forma de la Punta
GIE4CG3	GIE4CG3P5	Cobre al Berilio	Punta de Cono
	GIE4CG3P7		Punta Roma
GIE4CG4	GIE4CG4P5	Acero Inoxidable	Punta de Cono
	GIE4CG4P7		Punta Roma

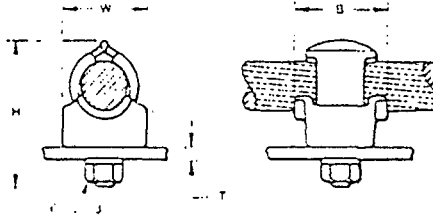
DIMENSIONES EN MILIMETROS (PULG.)



## TIPO QGFL CONECTOR BARTAP

PARA CONECTAR CABLE DE COBRE A BARRA O SUPERFICIE PLANA

Conector BARTAP de aleación de cobre de alta conductividad para conectar distintos calibres de cable a barra o superficie plana. Fácil instalación con una llave.



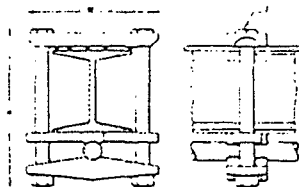
Nº de Catálogo	Conductor	B	H	J	T (MAX)	W
QGFL1CB1	10 Sol.- 1 Tre.	28.6 (1 1/8)	47.6 (1 7/8)	9.5 (3/8)	6.3 (1/4)	25.4 (1)
QGFL1CB1T6			60.3 (2 3/8)		19.1 (3/4)	
QGFL26B1	8 Sol.- 2/0 Tre.	31.7 (1 1/4)	53.9 (2 1/8)	12.7 (1/2)	6.3 (1/4)	28.6 (1 1/8)
QGFL26B1T6			66.7 (2 5/8)		19.1 (3/4)	
QGFL26B2*			63.5 (2 1/2)		6.3 (1/4)	
QGFL26B2T6*	6 Tre.- 250	38.1 (1 1/2)	73.1 (2 7/8)	12.7 (1/2)	19.1 (3/4)	34.9 (1 3/8)
QGFL29B1*			66.7 (2 5/8)		6.3 (1/4)	
QGFL29B1T6*	2 Sol.- 350	41.3 (1 5/8)	79.4 (3 1/8)	12.7 (1/2)	19.1 (3/4)	41.3 (1 5/8)
QGFL31B1*			73.1 (2 7/8)		6.3 (1/4)	
QGFL31B1T6*	1/0 Sol.- 500	44.5 (1 3/4)	82.6 (3 1/4)	12.7 (1/2)	19.1 (3/4)	44.5 (1 3/4)
QGFL34B1			79.4 (3 1/8)		6.3 (1/4)	
QGFL34B1T6	350-750	50.8 (2)	92.1 (3 5/8)	12.7 (1/2)	19.1 (3/4)	47.6 (1 7/8)
QGFL39B1			82.6 (3 1/4)		6.3 (1/4)	
QGFL39B1T6	750-1000	57.2 (2 1/4)	92.1 (3 5/8)	12.7 (1/2)	19.1 (3/4)	53.9 (2 1/8)
QGFL44B1			85.7 (3 3/8)		6.3 (1/4)	
QGFL44B1T6			104.8 (4 1/8)		19.1 (3/4)	
QGFL46B1	1000-1500	57.2 (2 1/4)	101.6 (4)	12.7 (1/2)	6.3 (1/4)	63.5 (2 1/2)
QGFL46B1T6			114.3 (4 1/2)		19.1 (3/4)	
QGFL48B1	1500-2000	57.2 (2 1/4)	120.7 (4 3/4)	12.7 (1/2)	6.3 (1/4)	76.2 (3)
QGFL48B1T6			133.4 (5 1/4)		19.1 (3/4)	

\* Pueden instalarse de lado o en línea en una barra con Barrenos a distancia NEMA.  
DIMENSIONES EN MILIMETROS (PULG.)

## TIPO GA-H CONECTOR PARA ATERRIZAR

PARA CONECTAR CABLE DE COBRE A VIGUETA "H"

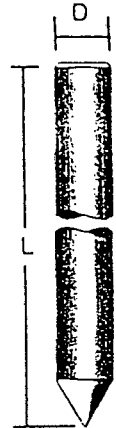
Conector de aleación de cobre de alta conductividad para conectar distintos calibres de cable en paralelo con una vigueta "H" o tubo cuadrado.



Nº de Catálogo	Conductor		H	J	W
	Vigueta "H"	Cable			
GA25H26	47.2 X 47.2 - 63.5 X 63.5 (1 7/8 X 1 7/8 - 2 1/2 X 2 1/2)	4 Sol.- 2/0 Tre.	120.7 (4 3/4)	9.5 (3/4)	101.6 (4)

DIMENSIONES EN MILIMETROS (PULG.)

## TIPO GCWR-L ELECTRODO DE TIERRA



Electrodos de profundidad para conexiones a tierra en terrenos de alta resistividad eléctrica. Fabricados en acero con recubrimiento de cobre electrolítico, pureza 99%, de acuerdo con norma "UL" N° 467.

N° de Catálogo	L	Ø Nominal D	Espesor del Recubrimiento	Ø Real	Conector (Opcional)	
					Mecánico	Compresión
GCWR58L30-1	3000 (118.7)	16	0.254 (0.010)	14.3	GKP635*	YGHP29C_**
GCWR58L30-5			0.127 (0.005)			
GCWR58L15-1	1500 (59.05)	(5/8)	0.254 (0.010)	(0.562)	Fig (a)	Fig (b)
GCWR58L15-5			0.127 (0.005)			

DIMENSIONES EN MILIMETROS (PULG.)

\* Ver sección D Pag. 20, para ordenar

\*\*Adicionar el número correspondiente al catálogo, de acuerdo con el calibre del cable que se requiera. Ver sección D Pag. 7, para ordenar

### 1) Información General.

Las varillas para tierra Burndy, desarrolladas en nuestros laboratorios bajo rigurosas normas de calidad, cumplen perfectamente con todos los requerimientos de la norma ANSI B-1 1-1982.

### 2) Materiales

Núcleo de acero al carbón, AISI 1010 1020, con revestimiento de cobre electrolítico, con una pureza mínima del 95% y sin rastros de zinc.

### 3) Adherencia.

El revestimiento de cobre se logra por medio de un proceso de depósito electrolítico anódico para asegurar una unión inseparable y homogénea entre los dos metales.

### 4) Revestimiento.

El espesor del revestimiento de cobre es controlado con un calibrador electrónico y normalmente es de 254 u (10 mils). y puede agregarse un mínimo de 12.7 u (0.5).

### 5) Diámetros de las varillas.

Ya que la resistencia eléctrica no cambia mucho debido al diámetro de la varilla, la razón para escoger determinado diámetro es principalmente el tipo de terreno donde se va a usar esta varilla, así que para terrenos de poca resistencia se recomiendan diámetros más pequeños y para terrenos más resistentes se recomiendan los diámetros más grandes.

### 6) Varillas Estándares.

Las varillas más usadas tienen una longitud de 3m. (10ft.) principalmente cuando no es necesario alcanzar grandes profundidades para garantizar una baja resistencia de tierra.

### 7) Campo de uso.

Las varillas de tierra Burndy son destinadas para usarse en el aterrizamiento de plantas generadoras de energía eléctrica, redes de transmisión y distribución, redes o centrales telefónicas o instalaciones de procesamiento de datos y donde sea que se requiera protección a equipos y personas contra descargas atmosféricas o accidentes.

### Nota:

Las varillas cumplen con la norma UL No. 467 folio E120176.