

# SOLELECTRICAL

Soluciones y Cálculos Eléctricos  
en Sistemas de Baja Tensión

# Autor

**BERNARDO HENRIQUES ESCALA**

**Ingeniero en Electricidad**

» - Reg. Prof. CRIEEL - 03-09-0193

**Consultor Individual**

» – Reg. 1-2422- CIN

**Asociación Compañías Consultoras**

» – Reg. ACCE-G-0381-C.I.

**NFPA – Member - N° 1102423**

**IEEE – Member - N° 41386779**

# Palabras del Autor

El Proyecto de Elaboración del Software denominado: SOLECTRICAL® cuyo significado en cuanto a su alcance es “ Soluciones y Cálculos Eléctricos de Barras y Conductores en Baja Tensión, nace de manera primitiva el 25 de Enero del 2000, a raíz de un accidente que estropeó una calculadora de bolsillo la cual en cierta manera abreviaba ciertos cálculos eléctricos, y digo primitiva porque a esa fecha todo lo que la referida calculadora realizaba y dejó de realizar logré que lo hiciera la hoja de cálculo de Excel. Para esa época un experto en programación al apreciar el trabajo realizado en Excel recomendó que sería mucho mejor si lo llevaba a nivel de un lenguaje de programación orientado a objetos porque resultaría más amigable e interactivo con el usuario. Es así que a mediados del mes de Noviembre del 2000 decidí emprender la tarea, escogí el lenguaje de programación de Visual Basic, y mientras recordaba y aprendía las innovadoras técnicas de programación simultáneamente iba plasmando dichos conocimientos en cada una de las rutinas de cálculo del Software.

Surgió la necesidad de aprender La Mecánica de la Transferencia de Calor, ya que en ella está basado casi todo el comportamiento de la conducción eléctrica, apreciando dos excelentes clásicos de la Teoría de la Transferencia del calor como los que exponen los autores Frank P. Incropera, David P. De Wit y J.P. Colman, en sus libros titulados “ Fundamentos de Transferencia de Calor “ y “ Transferencia de Calor “ respectivamente.

A todo esto, el hecho de haber estudiado la Ingeniería Eléctrica y conocer desde mis primeros pasos por la Universidad “ Escuela Superior Politécnica del Litoral – ESPOL “ que existían las denominadas Tablas de Conductores reflejadas en el Código Eléctrico Americano, más conocido por sus siglas en Inglés como NEC ( NATIONAL ELECTRICAL CODE ). pude observar en un pequeño libro que heredé titulado “ Equipos de Protección Eléctrica “ por el autor E.S. Lincoln de la Editorial Librería del Colegio de Buenos Aires – Argentina y publicado en el año 1950, que entre sus páginas constaban las Tablas 1 y 2 tituladas de manera textual como “ Densidad de Corriente Admisible de los Conductores en Amperes “ las cuales hacían referencia al Código Eléctrico Nacional del año 1940 de los Estados Unidos de Norte América; y comparando con las que contiene el actual Código Eléctrico Americano edición 2005 diferían únicamente en el número asignado a tales tablas por la 310-16 , 310-17. Es de importancia, recalcar que el Código Eléctrico Nacional Americano adoptó inicialmente los valores que se reflejan en las referidas tablas en base a los estudios realizados por el Sr. Sam J. Rosch y oficialmente conocido a mediados del mes Marzo de 1938 y luego ampliadas por los estudios realizados por un par de ingenieros J.H.Neher y M.H.Mc.Grath, quienes a finales del mes de Junio de 1956 presentaron oficialmente su documento

“ The Calculation of the Temperature Rise and Load Capability of Cable Systems “; cuyo significado es: “ Cálculo del aumento de temperatura y capacidad de carga en sistemas de conductores “ . Dichos ingenieros basaron su fórmula de cálculo en la Ecuación de la Transferencia de Calor descubierta por Joseph Fourier en el año 1807.

Luego de esta breve reseña, y con los antecedentes de cómo fueron concebidos los valores que se exhiben en dichas tablas, resultó interesante el desafío de cómo llegar a establecer en un programa computacional los cálculos que reflejen la capacidad de transporte de corriente de los conductores eléctricos especialmente cuando estos se encuentran bajo la influencia no solamente de las condiciones ambientales presentes ( Temperatura, Viento, Radiación Solar, Condiciones del Suelo ), sino principalmente por la acción de otros conductores que en la vecindad afecten el comportamiento individual y del conjunto.

El Software no tiene otra intención que la de facilitar la tarea del tecnólogo, ingeniero, maestros, etc. de cualquier disciplina que en determinado momento se encuentren en la actividad de llevar a cabo una instalación eléctrica previendo en lo posible los resultados a que se pueden arribar en cuanto a capacidades de conducción, caídas de voltaje y pérdidas en la transmisión de la energía.

La fortaleza del Software, si cabe el término, es de que ha sido realizado con sencillez y con mucha investigación de textos, páginas técnicas “ Papers “ de toda la WEB , prolijidad en el desarrollo y sin ninguna pretensión de blasfemar en contra de lo existente, refiriéndome a lo que mencionan las tablas de conductores del NEC.

Gracias anticipadas por el aprecio con el que sabrán distinguir el trabajo realizado.

-----Guayaquil - Ecuador-----

## INTRODUCCION

El software SOLECTRICAL "Soluciones v Cálculos Eléctricos de Barras v Conductores en Sistemas de Baja Tensión". desarrollado en el lenguaje de programación de Visual Basic permite al usuario un sencillo diálogo y manejo de todas las variables implícitas en el Cálculo de la Capacidad de Conducción Eléctrica y la Determinación del Conductor idóneo para satisfacer las condiciones de operación en una Instalación Eléctrica de Baja Tensión para Corriente Directa , Corriente Alterna Monofásica y Corriente Alterna Trifásica.

El software SOLECTRICAL está orientado para asistir en las tareas al Ingeniero, Tecnólogo, Estudiantes, Maestros , etc., de modo tal que el conocimiento de la electricidad no se constituya en un requisito indispensable para el uso y manejo del referido Software.

Su contenido no está referido a Base de Datos debido a que las condiciones a las que está expuesta una determinada Instalación Eléctrica son cambiantes: por ello todos los cálculos se realizan en tiempo de ejecución mediante el empleo de matrices dinámicas.

# MÓDULOS

El Programa Computacional permite analizar la capacidad de transporte de corriente de los conductores, tomando en consideración varios factores tales como la temperatura de operación de los conductores, las condiciones ambientales presentes ( Temperatura, Viento, Radiación Solar), la influencia de los conductores en la vecindad, etc.

Para facilitar su manejo se presenta en cuatro (4) Módulos titulados en el siguiente orden

**Capacidad de Conductores**

**Capacidad de Barras**

**Grupos de Circuitos**

**Caída de voltaje y pérdidas**

## CAPACIDAD DE CONDUCTORES

Las aplicaciones de este módulo permite analizar y calcular la **Capacidad de los Conductores** sean éstos de Cobre ó Aluminio, para estándar americano y europeo, en distintas configuraciones ( Montaje ) y condiciones ambientales presentes.

Este Módulo consta de lo siguiente:

- Conductores al aire
- Conductores en tubería al aire
- Conductores bajo tierra
- Conductores en Tubería bajo tierra.

## CAPACIDAD DE BARRAS

Las aplicaciones de este módulo permiten analizar y calcular la Capacidad de las Barras, también conocidas como pletinas, sean éstas de Cobre ó de Aluminio, para estándar americano y europeo, para distintas configuraciones ( Montaje ) y condiciones ambientales presentes.

Este Módulo consta de lo siguiente:

- Instalación Interior
- Instalación Exterior

## GRUPOS DE CIRCUITOS

En este módulo se ejecutan los cálculos correspondientes a Grupos de Circuitos, en los que pueden estar presentes conductores de distinto calibre mas no de clase ó tipo en cuanto a su aislamiento, ya que por seguridad las Normas impiden que dos ó mas conductores de distinta clase de aislamiento y por ende de distinta temperatura de operación trabajen en la vecindad, es decir en el mismo entorno, porque esto acarrearía que el de menor temperatura de operación se vea seriamente afectado en su comportamiento.

Este módulo permite analizar los **Grupos de Circuitos** para las siguientes condiciones:

- Grupos de Circuitos al Aire.
  - Montaje en Parrilla tipo Escalera
  - Montaje en Parrilla tipo Fondo Sólido
  - Montaje en Ducto Bandeja
  
- Grupos de Circuitos en Tubería al Aire
- Grupos de Circuitos en Tierra
- Grupos de Circuitos en Tubería Enterrada

# CAÍDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS

Este módulo reúne todas las configuraciones posibles y prácticas bajo las cuales se desarrolla una determinada instalación, y en función de los parámetros de la carga

Recomienda el conductor de modo que éste cumpla con la caída de voltaje predeterminada, consecuentemente calcula las pérdidas que acontecen en la transmisión de la energía en todo el recorrido de la línea de alimentación.

Permite analizar la **Caída de Voltaje v Pérdidas** en los siguientes Sistemas:

- Corriente Directa**
- Corriente Alterna Monofásica**
- Comente Alterna Trifásica**

# MENU PRINCIPAL



Capacidad de Conductores

Capacidad de Barras

Grupos de Circuitos

Caída de Voltaje y Pérdidas

Salir

[www.solectrical.com.ec](http://www.solectrical.com.ec)

# MODULO 1: CAPACIDAD DE CONDUCTORES



Las aplicaciones de este módulo, generan por separado las distintas configuraciones como podrá apreciarse en las siguientes gráficas.

# MODULO 1.1

## CAPACIDAD DE CONDUCTORES AL AIRE

SOLECTRICAL - CONDUCTORES AL AIRE

Conductores al Aire

Tipo de Conductor  
 Cobre  Aluminio

Aislado  Desnudo

Corriente  
 Alterna  Directa

Notación del Conductor  
 AWG  m.m.<sup>2</sup>

Configuraciones  
Elegir —>> 1

Hacer clic sobre la configuración deseada

Volver al Menú

Siguiente

Salir

Gráfico N° 1 - Configuración 1

# MODULO 1.1

## CAPACIDAD DE CONDUCTORES AL AIRE

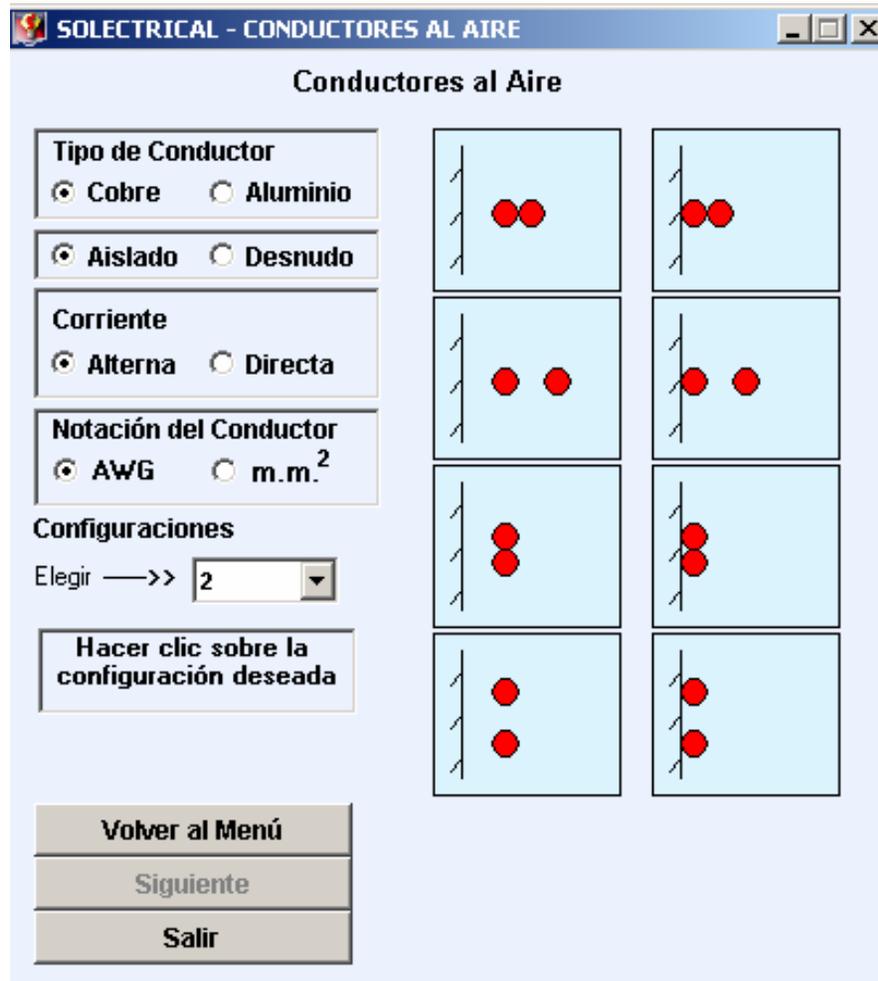


Gráfico N° 2 - Configuración 2

# MODULO 1.1

## CAPACIDAD DE CONDUCTORES AL AIRE

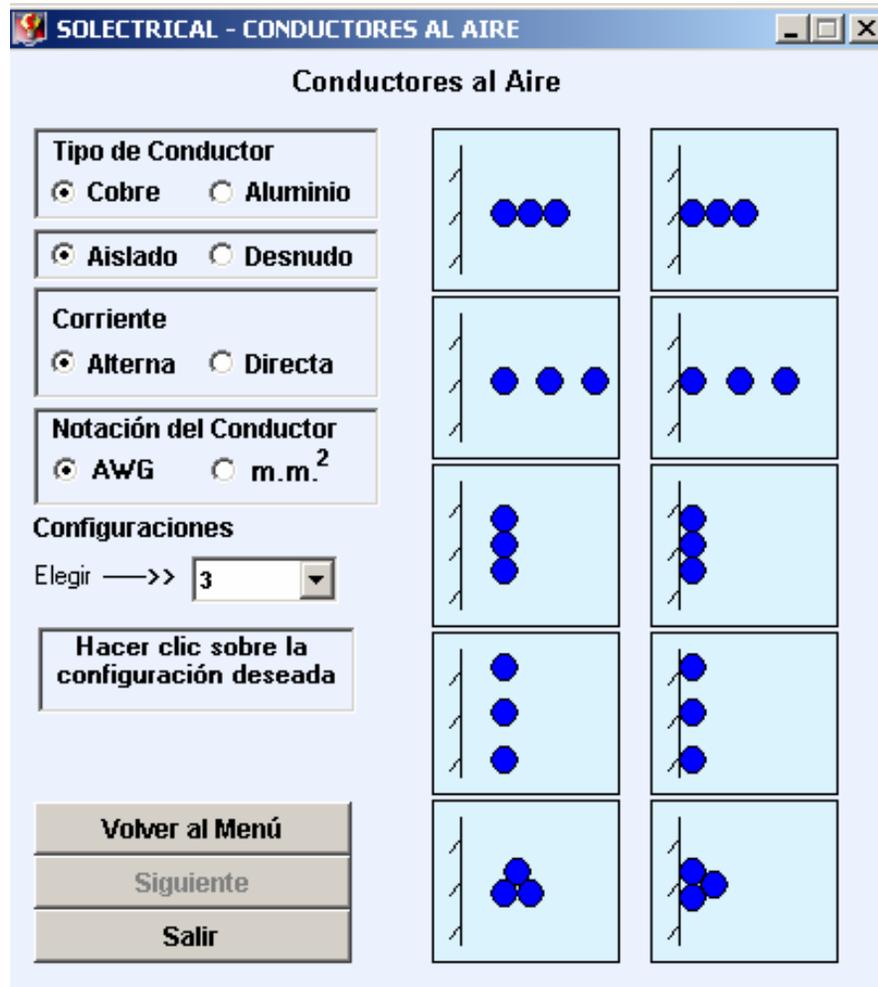


Gráfico N° 3 - Configuración 3

## MODULO 1.1 - CONDUCTORES AL AIRE

En este módulo se emplean la Norma Americana AWG “American Wire Gauge”, que rige para la designación de los calibres ( sección ) de los conductores, así como también la Norma Europea la cual designa los calibres en función de la sección en milímetros cuadrados.

La siguiente Interfase mostrará los datos ingresados para el cálculo de la capacidad de conducción en amperios de un determinado calibre ( # 2 ) de conductor en Notación AWG, tipo desnudo , Clase ASC, así como el resultado que aparece en la misma interfase ( Gráfica N° 4 ) , sin perjuicio que el usuario decida imprimir el reporte de resultados como podrá apreciarse en la gráfica N° 5

Para la impresión del reporte de resultados, basta con hacer clic en el Botón de Vista Previa, Estando en Vista previa, el usuario puede optar por imprimir el reporte de resultados y/o también por guardar dicho reporte. El reporte en cuestión se graba en formato de imagen ( \*.jpg ) permitiendo que este reporte pueda ser reproducido o insertado dentro de otro programa utilitario tal como Word, Excel, etc.

# MODULO 1.1: CONDUCTORES AL AIRE

**SOLETRICAL - CONDUCTORES AL AIRE**

### Conductores al Aire

**Tipo de Conductor**  
 Cobre     Aluminio

Aislado     Desnudo

**Corriente**  
 Alterna     Directa

**Notación del Conductor**  
 AWG     m.m.<sup>2</sup>

**Configuraciones**  
Elegir —>>  ▼

Hacer clic sobre la configuración deseada

**Volver al Menú**

**Siguiente**

**Salir**

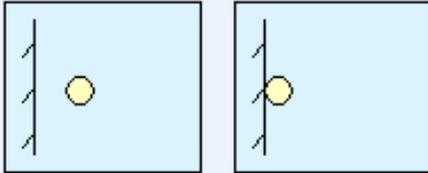
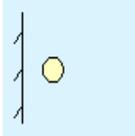


Gráfico N° 4

GUARDAR    REGRESAR    IMPRIMIR    AMPLIAR    REDUCIR

### CONDUCTORES DESNUDOS DE ALUMINIO - AL AIRE LIBRE



Separación mayor ó igual a:  
10 Centímetros ( 4 Pulgadas )

Corriente: Alterna  
Frecuencia del Sistema: 60 Hertz  
Notación del Conductor: AWG  
**Calibre del Conductor: 2 AWG**  
Conductor Tipo: ASC  
Temperatura de Operación del Conductor: 75° C  
Temperatura Ambiente: 30° C  
Velocidad del Viento: 0 M/Seg  
Radiación Solar: 500 W/m<sup>2</sup>

Número de Conductores: 1

**Máxima Conducción de Corriente por Conductor: 112.02 Amperios**  
**Pérdida por Conductor: 13.13 Vatios/metro - ( 4 Vatios/pie )**

**Gráfico N° 5**

## MODULO 1.1: CONDUCTORES AL AIRE

La Aplicación responde tanto a la Normativa Americana AWG “ American Wire Gauge “, que rige para la designación de los calibres ( sección ) de los conductores, así como a la Normativa Europea la cual designa los calibres en función de la sección en milímetros cuadrados.

La siguiente Interfase mostrará los datos ingresados para el cálculo de la capacidad de conducción en amperios de un conductor de cobre, calibre ( # 50 m.m.<sup>2</sup> ) con las siguientes características y condiciones ambientales:

Material Cobre, Aislamiento tipo XLPE , Número de Conductores: 3  
Temperatura Ambiente : 28° C , Velocidad del Viento: 0.61 m/seg.  
Radiación Solar : Ninguna.

El resultado del cálculo tal como se muestra en el Gráfico N° 6, indica lo siguiente:

Capacidad Límite de Conducción en Amperios por cada conductor.  
La pérdida máxima por cada conductor, así como para el conjunto ( cuando se trata de más de un conductor).

**Para imprimir el reporte de resultados, basta con hacer clic en el Botón Imprimir que se encuentra en la interfase de la Vista Previa**

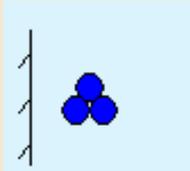
# MODULO 1.1: CONDUCTORES AL AIRE

**SOLELECTRICAL - CONDUCTORES AL AIRE**

**Conductores Aislados de Cobre  
Instalación al Aire Libre - Corriente Alterna**

**Configuración Elegida**

**Notación del Conductor : m.m.<sup>2</sup>**



Separación mayor ó  
igual a : 0.5 veces el  
diámetro del conductor

**Frecuencia del Sistema :** Fundamental a 60 Hertz

**Temperatura de Operación del Conductor :** °C 90

**Temperatura Ambiente :** 28 °C

**Conductor Tipo :** XLPE 50 m.m.2

**Velocidad del Viento :** Moderado M/Seg 0.61

**Radiación Solar :** Sin radiación W/m2 0

---

**Máxima Corriente por Conductor: 287.96 Amperios**

**Pérdida por Conductor: 36.58 Vatios/Metro**

**Pérdidas Totales: 109.74 Vatios/Metro**

Calcular

Vista previa

Nuevo Cálculo

Regresar

Salir

Gráfico N° 6

## MODULO 1.2 - CAPACIDAD DE CONDUCTORES EN TUBERIA AL AIRE

**SOLETRICAL - CONDUCTORES EN TUBERIA AL AIRE**

**Conductores en Tubería al Aire**

**Tipo de Conductor**  
 Cobre     Aluminio

**Corriente**  
 Alterna     Directa

**Notación del Conductor**  
 AWG     m.m.<sup>2</sup>

**Tipo de Tubería**  
EMT

**Notación de Tubería - Unidades**  
 Plg.     m.m.

Hacer clic sobre la configuración deseada

Volver al Menú

Siguiente

Salir

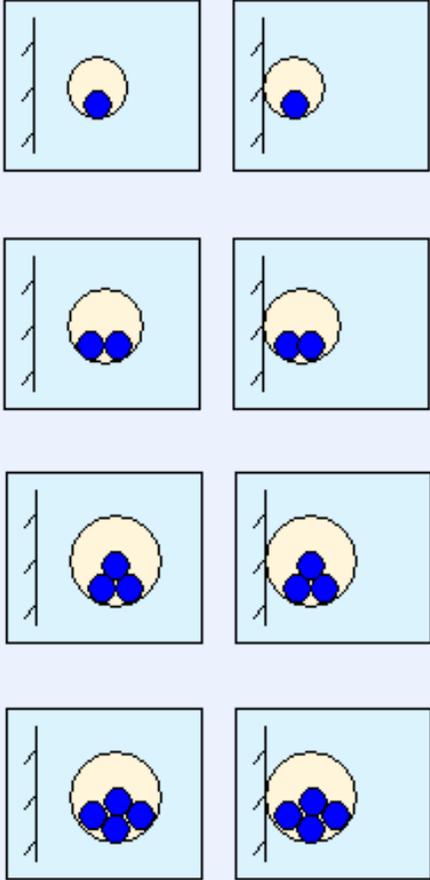


Gráfico N° 7

## MODULO 1.2 - CAPACIDAD DE CONDUCTORES EN TUBERIA AL AIRE

La Aplicación responde tanto a la Normativa Americana AWG “ American Wire Gauge “, que rige para la designación de los calibres ( sección ) de los conductores, así como a la Normativa Europea la cual designa los calibres en función de la sección en milímetros cuadrados.

Se pueden elegir distintos tipos de tubería, entre ellas se destacan las comúnmente empleadas sean estas metálicas ( EMT, IMC, Rígida Metálica ) ó plásticas ( PVC-A, PVC Cédula 40, PVC Cédula 80 ) y su designación respecto al diámetro ( Tamaño Comercial ) en pulgadas ó en milímetros.

A manera de ejemplo se ha seleccionado para el cálculo lo siguiente:

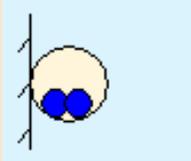
En Corriente Alterna, dos conductores aislados de cobre en notación AWG en tubería plástica de PVC-cédula 40 adosada a la superficie, luego de hacer clic en el botón “Siguiente” se mostrará la interfase que le permitirá ingresar la temperatura de operación del conductor, su clase de aislamiento, los parámetros ambientales y realizar el cálculo de la capacidad de conducción, tal como se ilustra en el gráfico N° 8

## MODULO 1.2 - CAPACIDAD DE CONDUCTORES EN TUBERIA AL AIRE

**SOLECTRICAL - CONDUCTORES EN TUBERIA AL AIRE**

**Conductores de Cobre  
en Tubería al Aire Libre - Corriente Alterna**

Configuración Elegida  
Notación del Conductor : AWG  
Tubería Elegida: PVC-SCH 40



Frecuencia del Sistema : Fundamental a 60 Hertz

Temperatura de Operación del Conductor : ° C 60

Temperatura Ambiente : ° C

Conductor Tipo : TW 14 AWG

Tubería - Diámetro : 1/2 Plg. Mínima recomendada

Velocidad del Viento : Sin viento M/Seg 0

Radiación Solar : Sin radiación W/m2 0

Favor ingrese la Temperatura Ambiente

Calcular  
Vista previa  
Nuevo Cálculo  
Regresar  
Salir

Gráfico N° 8

## MODULO 1.2 - CAPACIDAD DE CONDUCTORES EN TUBERIA AL AIRE

El usuario podrá elegir la temperatura de operación del conductor.

Para instalaciones sean del tipo residencial, comercial o industrial, en la Norma Americana se destacan tres tipos de temperatura de operación: 60, 75 y 90 en grados Celsius o sus correspondientes 140, 167 y 194 en grados Fahrenheit. En la Norma Europea, las temperaturas de operación comúnmente empleadas son 70 y 90 en grados Celsius o sus correspondientes 158 y 194 en grados Fahrenheit.

Para cada temperatura de operación, se destacan los aislamientos ( Chaqueta del Conductor ) mas comunes en cuanto a su empleo.

El programa actualiza de manera automática el diámetro mínimo a emplearse para el alojamiento de los conductores, sin perjuicio de que el usuario decida emplear un diámetro mayor. Esta particularidad permite el cálculo especialmente cuando los conductores por razones ajenas a la norma tuvieran mayores espesores de la chaqueta de aislamiento.

Para el caso de tres conductores en tubería, el programa de manera automática calcula posible atascamientos durante el tendido de los mismos, pasando a mostrar el diámetro de tubería mínimo e idóneo para que este acontecimiento no se produzca.

En el gráfico N° 9 se muestra una rutina de cálculo y sus resultados.

## MODULO 1.2 - CAPACIDAD DE CONDUCTORES EN TUBERIA AL AIRE

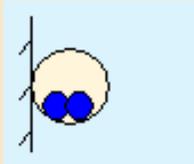
**SOLECTRICAL - CONDUCTORES EN TUBERIA AL AIRE**

**Conductores de Cobre  
en Tubería al Aire Libre - Corriente Alterna**

Configuración Elegida

Notación del Conductor : AWG

Tubería Elegida: PVC-SCH 40



Frecuencia del Sistema : Fundamental a 60 Hertz

Temperatura de Operación del Conductor : ° C 60

Temperatura Ambiente : 28 ° C

Conductor Tipo : TW 4 AWG

Tubería - Diámetro : 1 Plg. Mínima recomendada

Velocidad del Viento : Sin viento M/Seg 0

Radiación Solar : Sin radiación W/m2 0

---

Máxima Corriente por Conductor: 78.07 Amperios

Pérdidas por Conductor: 5.86 Vatios/Metro

Pérdidas Totales: 11.72 Vatios/Metro

Calcular

Vista previa

Nuevo Cálculo

Regresar

Salir

Gráfico N° 9

# MODULO 1.3 - CAPACIDAD DE CONDUCTORES BAJO TIERRA

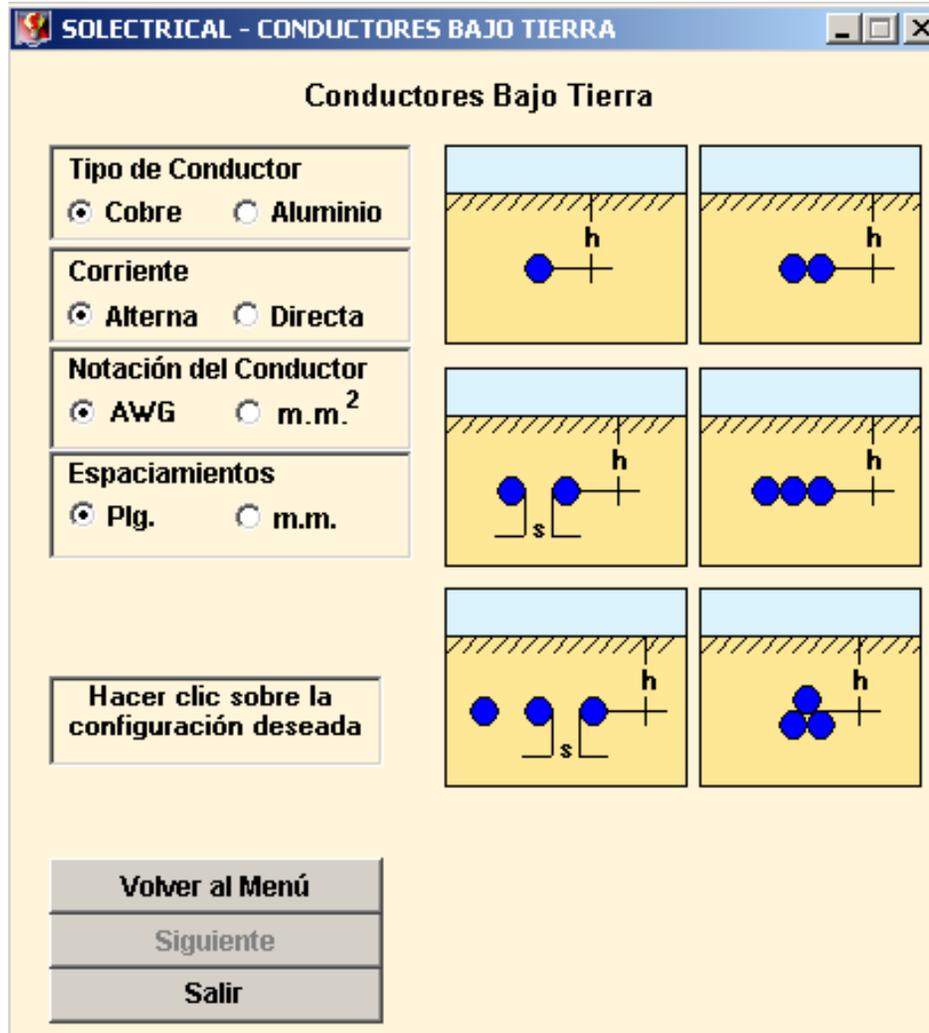


Gráfico N° 10

## **MODULO 1.3 - CAPACIDAD DE CONDUCTORES BAJO TIERRA**

Para instalaciones sean del tipo residencial, comercial o industrial, en la Norma Americana se destacan tres tipos de temperatura de operación: 60, 75 y 90 en grados Celsius o sus correspondientes 140, 167 y 194 en grados Fahrenheit. En la Norma Europea, las temperaturas de operación comúnmente empleadas son 70 y 90 en grados Celsius o sus correspondientes 158 y 194 en grados Fahrenheit.

Para cada temperatura de operación, se destacan los aislamientos ( Chaqueta del Conductor ) mas comunes en cuanto a su empleo.

La profundidad mínima de enterramiento es limitada a 12 pulgadas o su equivalente de 305 milímetros en conformidad con lo que dictan las Normas de Seguridad.

El conductor mínimo recomendado por la protección mecánica inherente y propia del conductor corresponde en la Notación Americana al calibre N° 8 – AWG y en la Notación Europea al calibre de 10 m.m.<sup>2</sup>

El programa realiza los cálculos de capacidad de conducción para diferentes tipos de suelo en cuanto a su resistividad térmica de aislamiento, desde suelos muy húmedos ( Baja Resistividad Térmica ) hasta suelos muy secos ( Alta Resistividad Térmica ).

En el gráfico N° 11 se muestra una rutina de cálculo y sus resultados.

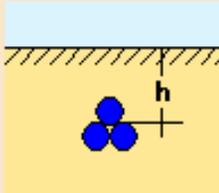
## MODULO 1.3 - CAPACIDAD DE CONDUCTORES BAJO TIERRA

**SOLETRICAL - CONDUCTORES BAJO TIERRA**

**Conductores de Cobre  
Bajo Tierra - Corriente Alterna**

Configuración Elegida

Notación del Conductor : m.m.<sup>2</sup>



$h =$   Milímetros

Frecuencia del Sistema :

Temperatura de Operación del Conductor :

Temperatura del Suelo :  °C

Conductor Tipo :

Resistividad del Suelo :

---

Máxima Corriente por Conductor: 234.52 Amperios  
Pérdidas por Conductor: 24.23 Vatios/Metro  
Pérdidas Totales: 72.69 Vatios/Metro

Gráfico N° 11

# MODULO 1.4 - CAPACIDAD DE CONDUCTORES EN TUBERIA BAJO TIERRA

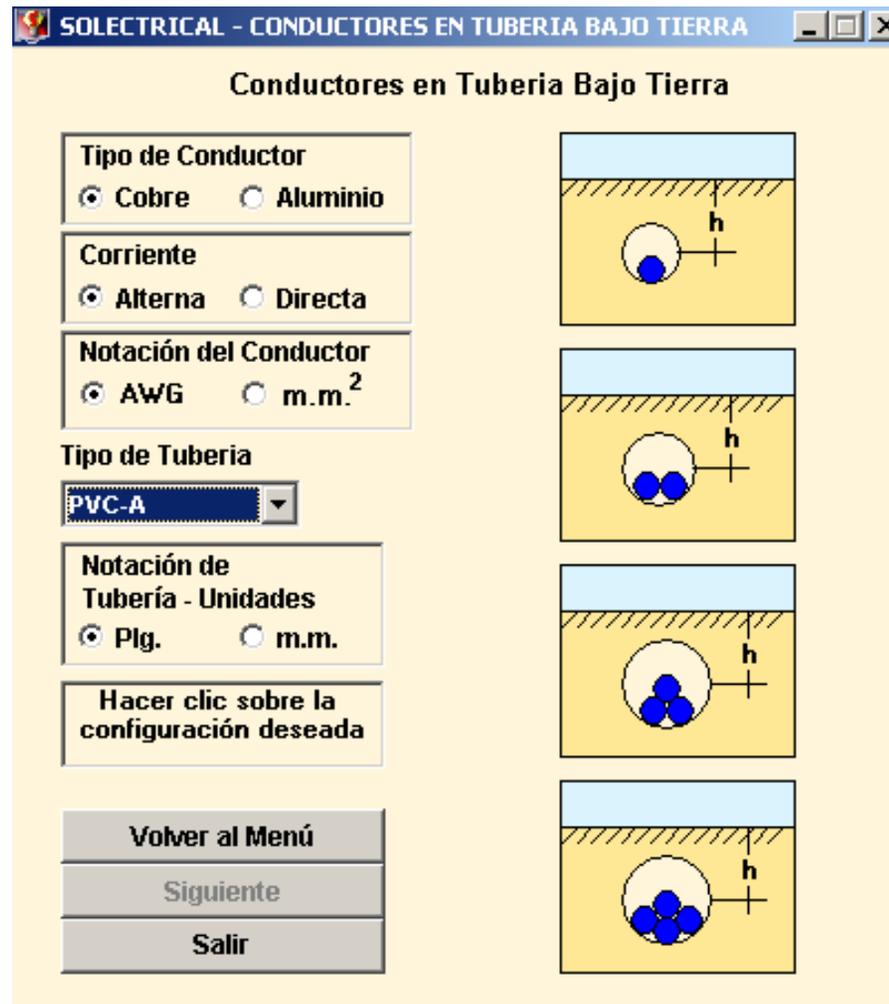


Gráfico N° 12

## **MODULO 1.4 - CAPACIDAD DE CONDUCTORES EN TUBERIA BAJO TIERRA**

Para instalaciones sean del tipo residencial, comercial o industrial, en la Norma Americana se destacan tres tipos de temperatura de operación: 60, 75 y 90 en grados Celsius o sus correspondientes 140, 167 y 194 en grados Fahrenheit. En la Norma Europea, las temperaturas de operación comúnmente empleadas son 70 y 90 en grados Celsius o sus correspondientes 158 y 194 en grados Fahrenheit.

Para cada temperatura de operación, se destacan los aislamientos ( Chaqueta del Conductor ) mas comunes en cuanto a su empleo.

La profundidad mínima de enterramiento es limitada a 12 pulgadas o su equivalente de 305 milímetros en conformidad con lo que dictan las Normas de Seguridad.

El programa realiza los cálculos de capacidad de conducción para diferentes tipos de suelo en cuanto a su resistividad térmica de aislamiento, desde suelos muy húmedos ( Baja Resistividad Térmica ) hasta suelos muy secos ( Alta Resistividad Térmica ).

Para suelos muy húmedos no es recomendable el empleo de tuberías metálicas, y el empleo de la tubería metálica EMT es advertida como inapropiada debido a que las uniones de acople no son firmes y por ello las filtraciones al interior de la tubería son susceptibles de darse.

En el gráfico N° 13 se muestra una rutina de cálculo y sus resultados.

## MODULO 1.4 - CAPACIDAD DE CONDUCTORES EN TUBERIA BAJO TIERRA

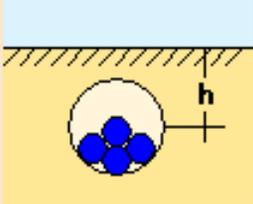
**SOLECTRICAL - CONDUCTORES EN TUBERIA BAJO TIERRA**

**Conductores de Cobre  
en Tubería Bajo Tierra - Corriente Alterna**

Configuración Elegida

Notación del Conductor : **AWG**

Tubería Elegida : **PVC-A**



$h =$   Pulgadas

Frecuencia del Sistema :

Temperatura de Operación del Conductor :

Temperatura del Suelo :  °C

Conductor Tipo :

Tubería - Diámetro :

Resistividad del Suelo :

---

Máxima Corriente por Conductor: **100.49 Amperios**

Pérdidas por Conductor: **6.44 Vatios/Metro**

Pérdidas Totales: **25.76 Vatios/Metro**

Gráfico N° 13

## MODULO 2: CAPACIDAD DE BARRAS



En este módulo podrán realizarse los cálculos de capacidad de conducción de barras en distintas configuraciones tanto para instalaciones interiores como exteriores.

## MODULO 2.1

### BARRAS EN INSTALACION INTERIOR

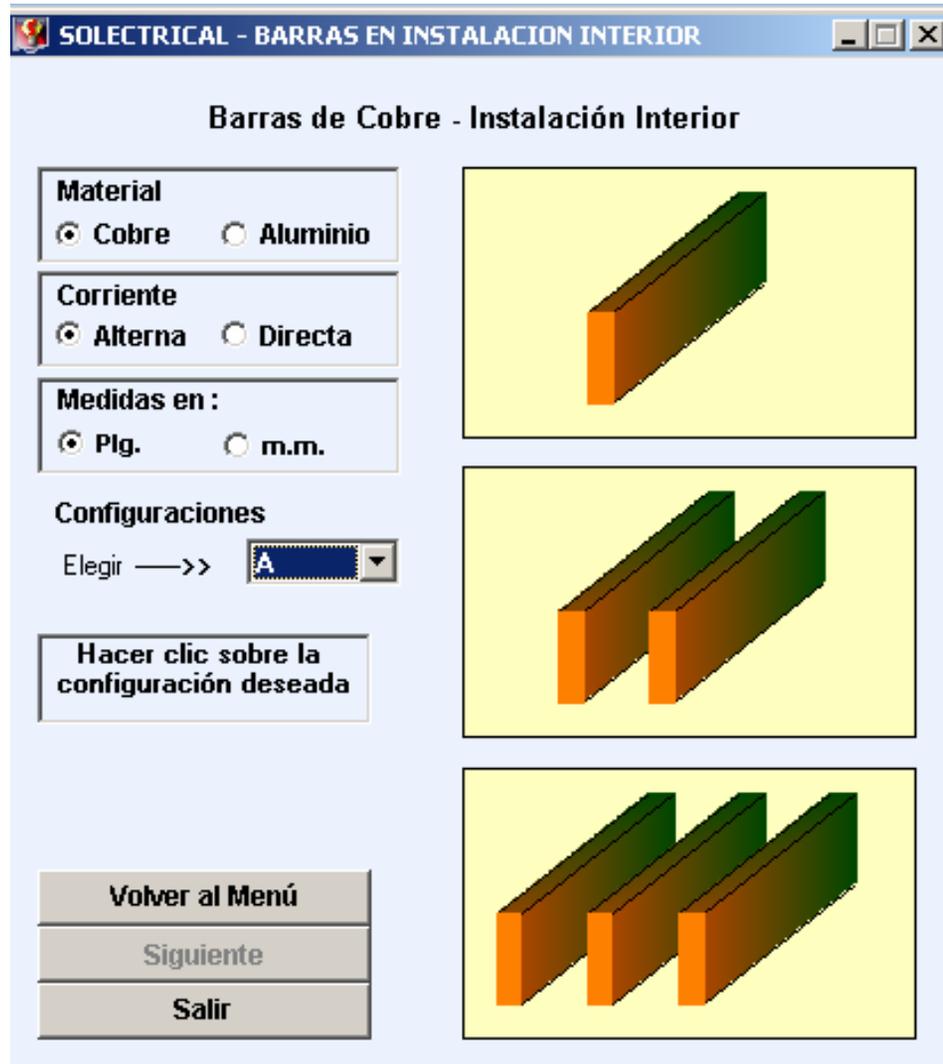


Gráfico N° 14 - Configuración tipo A

## MODULO 2.1

### BARRAS EN INSTALACION INTERIOR

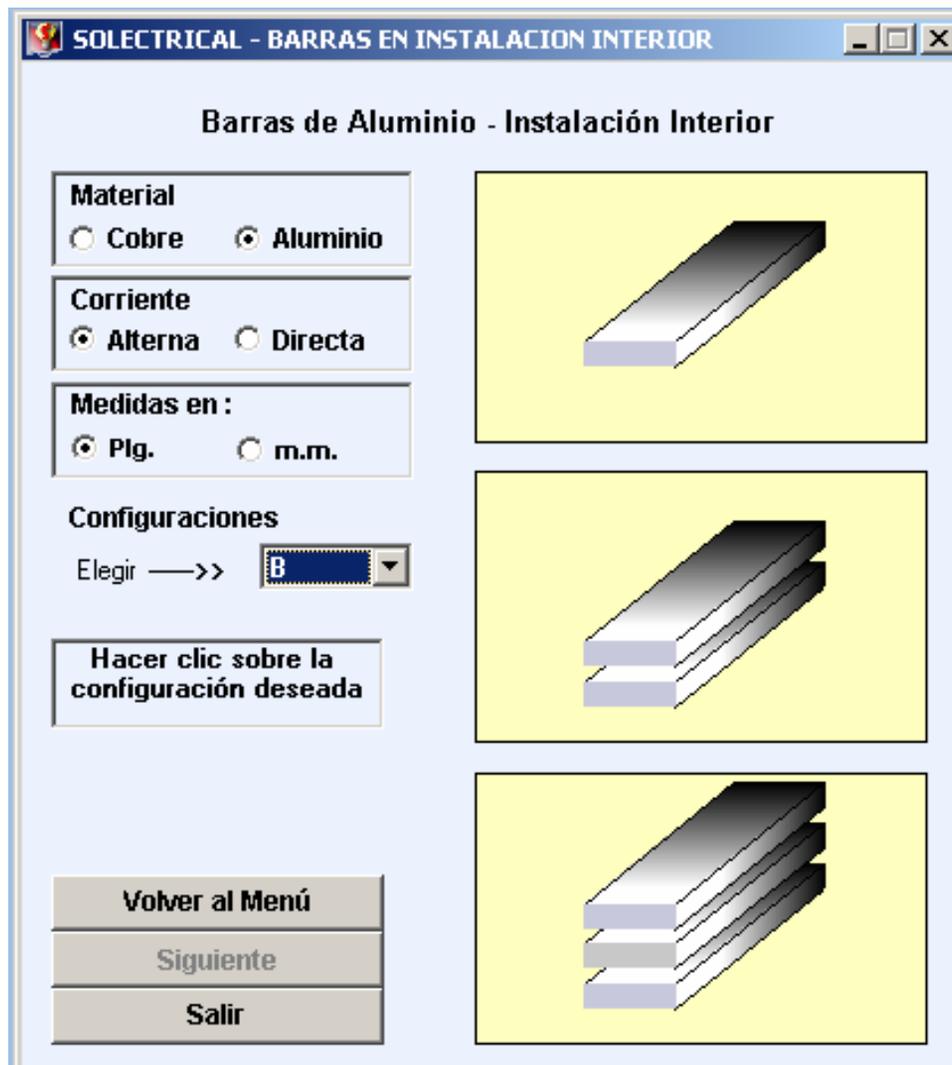


Gráfico N° 15 - Configuración tipo B

## MODULO 2.1

### BARRAS EN INSTALACION INTERIOR

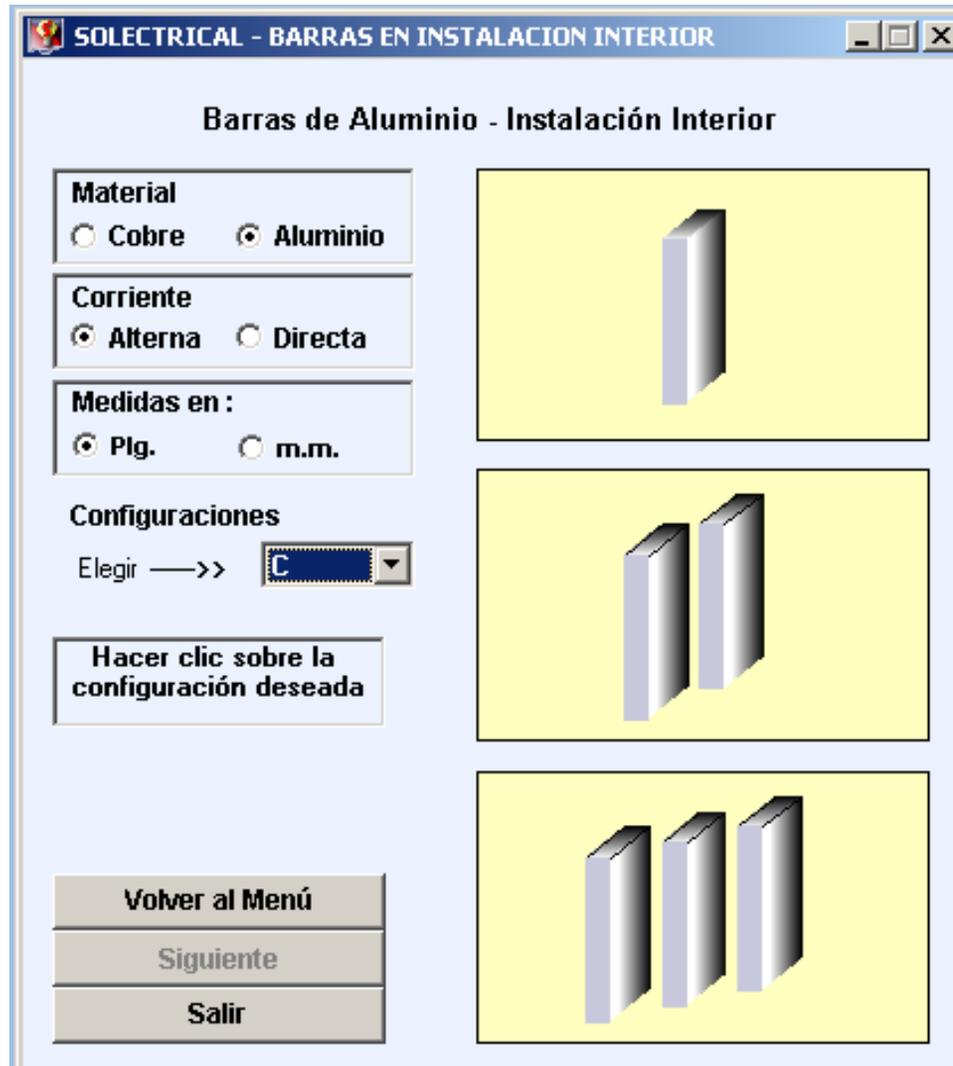


Gráfico N° 16 - Configuración tipo C

## MODULO 2.1

### BARRAS EN INSTALACION INTERIOR

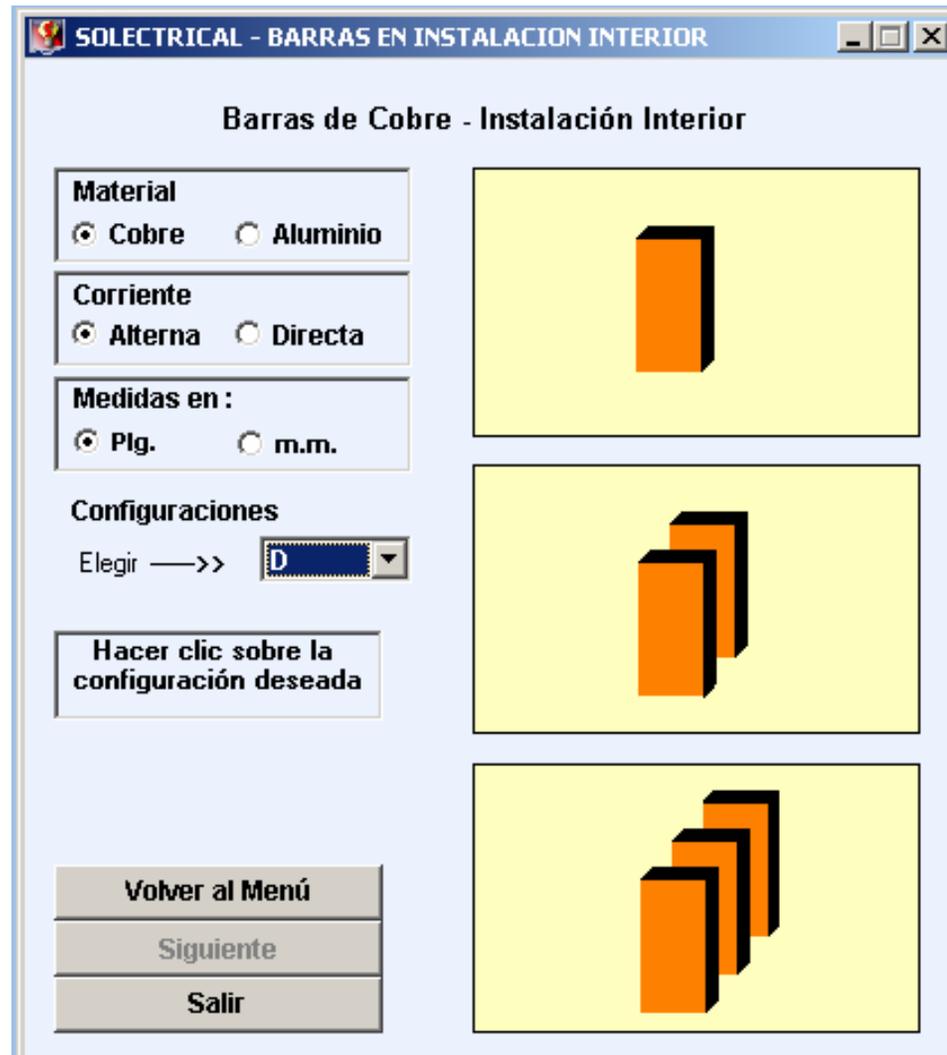


Gráfico N° 17 - Configuración tipo D

## **MODULO 2.1 - CAPACIDAD DE BARRAS EN INSTALACION INTERIOR**

La Aplicación responde tanto a la Normativa Americana de fabricación de barras, también conocidas como pletinas, con medidas en pulgadas; así como para la Normativa Europea que emplea en su fabricación medidas en milímetros.

El ancho de la barra es vinculante al espesor de la misma en conformidad con los estándares de fabricación.

La Temperatura máxima de operación está limitada a 90 grados Celsius o su equivalente de 194 grados Fahrenheit.

Es importante destacar el parámetro correspondiente a la emisividad, tomando en cuenta la ventaja que representa el hecho de que las barras estén pintadas ( Máxima Emisividad ) frente a la desventaja que presenta una barra totalmente pulida ó brillante ( Mínima Emisividad ). Para una mayor emisividad corresponderá una mayor capacidad de conducción de corriente en amperios.

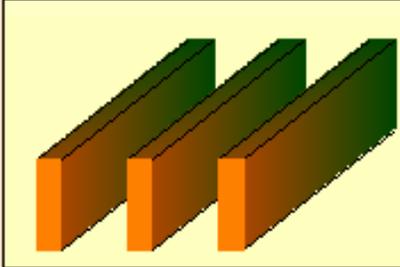
Para el caso del material Cobre, el programa emplea la Clase conocida como Cobre Duro, en inglés ( Hard Drawn ) , y para el material Aluminio el programa emplea siete tipos de aleaciones : 5005, 5052, 5254, 6061, 6061-T6, 6101-T6, 6201, consideradas estas como las mas comunes y empleadas en la industria y fabricación de Tableros de Distribución de Energía Eléctrica.

En los gráficos N° 18 y N° 19 se aprecian rutinas de cálculo y sus resultados

## MODULO 2.1 - CAPACIDAD DE BARRAS EN INSTALACION INTERIOR

**SOLETRICAL - BARRAS EN INSTALACION INTERIOR**

**Barras de Cobre - Instalación Interior - Corriente Alterna**



Régimen Barras laterales : 1,311 Amperios  
Régimen Barra central : 1,263 Amperios  
Conjunto : 3,885 Amperios

Frecuencia del Sistema : Fundamental a 60 Hertz

Temperatura Ambiente : °C 30

Temperatura de Operación : 65 °C

Clase : Cobre duro

Medidas :            Espesor 1/4    Ancho 4    Pulgadas

Espaciamiento entre Barras : 3 Pulgadas

Emisividad : Máxima 0.9

---

Pérdida en cada Barra lateral : 65.55 Vatios/Metro  
Pérdida en la Barra central : 60.84 Vatios/Metro  
Pérdidas en el Conjunto de Barras : 191.95 Vatios/Metro

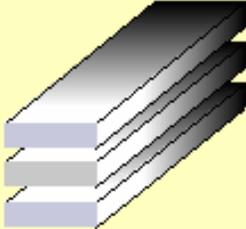
Calcular  
Vista previa  
Nuevo Cálculo  
Regresar  
Salir

Gráfico N° 18

## MODULO 2.1 - CAPACIDAD DE BARRAS EN INSTALACION INTERIOR

**SOLETRICAL - BARRAS EN INSTALACION INTERIOR**

**Barras de Aluminio - Instalación Interior - Corriente Alterna**



Régimen Barra superior : 562 Amperios  
Régimen Barra central : 511 Amperios  
Régimen Barra inferior : 577 Amperios  
Conjunto : 1,650 Amperios

Frecuencia del Sistema : Fundamental a 60 Hertz

Temperatura Ambiente : °C 28

Temperatura de Operación : 70 °C

Clase : 6061-T6

Medidas :            Espesor 8    Ancho 50    Milímetros

Espaciamiento entre Barras : 70 Milímetros

Emisividad : Otro valor 0.6

---

Pérdida en la Barra superior : 37.78 Vatios/Metro  
Pérdida en la Barra central : 31.23 Vatios/Metro  
Pérdida en la Barra inferior : 39.82 Vatios/Metro  
Pérdidas en el Conjunto de Barras : 108.83 Vatios/Metro

Calcular  
Vista previa  
Nuevo Cálculo  
Regresar  
Salir

Gráfico N° 19

## **MODULO 2.2 - CAPACIDAD DE BARRAS EN INSTALACION EXTERIOR**

La Aplicación responde tanto a la Normativa Americana de fabricación de barras, también conocidas como pletinas, con medidas en pulgadas; así como para la Normativa Europea que emplea en su fabricación medidas en milímetros.

El ancho de la barra es vinculante al espesor de la misma en conformidad con los estándares de fabricación.

La Temperatura máxima de operación está limitada a 90 grados Celsius o su equivalente de 194 grados Fahrenheit, además el usuario podrá incluir las condiciones ambientales de viento y radiación solar a las que estará expuesta la instalación.

Es importante destacar el parámetro correspondiente a la emisividad, tomando en cuenta la ventaja que representa el hecho de que las barras estén pintadas ( Máxima Emisividad ) frente a la desventaja que presenta una barra totalmente pulida ó brillante ( Mínima Emisividad ). Para una mayor emisividad corresponderá una mayor capacidad de conducción de corriente en amperios.

Para el caso del material Cobre, el programa emplea la Clase conocida como Cobre Duro, en inglés ( Hard Drawn ) , y para el material Aluminio el programa emplea siete tipos de aleaciones : 5005, 5052, 5254, 6061, 6061-T6, 6101-T6, 6201, consideradas estas como las mas comunes y empleadas en la industria y fabricación de Tableros de Distribución de Energía Eléctrica.

En los gráficos N° 20 y N° 21 se aprecian rutinas de cálculo y sus resultados

## MODULO 2.2 - CAPACIDAD DE BARRAS EN INSTALACION EXTERIOR

**SOLETRICAL - BARRAS EN INSTALACION EXTERIOR**

**Barras de Cobre - Instalación Exterior - Corriente Alterna**

 Régimen : 583 Amperios  
Conjunto : 1,166 Amperios

Frecuencia del Sistema : Fundamental a 60 Hertz

Temperatura Ambiente : °C 28

Temperatura de Operación : 75 °C

Clase : Cobre duro

Medidas : Espesor 3/16 Ancho 3 Pulgadas

Espaciamiento entre Barras : 2 Pulgadas

Emisividad : Recomendada 0.6

Velocidad del Viento : Moderado M/Seg 0.61

Radiación Solar : Máximo W/m2 1,200

Pérdida en cada Barra : 21.53 Vatios/Metro  
Pérdidas en el Conjunto de Barras : 43.07 Vatios/Metro

Calcular  
Vista previa  
Nuevo Cálculo  
Regresar  
Salir

Gráfico N° 20

## MODULO 2.2 - CAPACIDAD DE BARRAS EN INSTALACION EXTERIOR

**SOLETRICAL - BARRAS EN INSTALACION EXTERIOR**

**Barras de Aluminio - Instalación Exterior - Corriente Alterna**

 Régimen Barras laterales : 533 Amperios  
Régimen Barra central : 505 Amperios  
Conjunto : 1,571 Amperios

Frecuencia del Sistema : Fundamental a 60 Hertz

Temperatura Ambiente : °C 35

Temperatura de Operación : 70 °C

Clase : 6061

Medidas : Espesor 10 Ancho 60 Milímetros

Espaciamiento entre Barras : 100 Milímetros

Emisividad : Recomendada 0.5

Velocidad del Viento : Sin viento M/Seg 0

Radiación Solar : Otro valor W/m2 700

Pérdida en cada Barra lateral : 21.47 Vatios/Metro  
Pérdida en la Barra central : 19.27 Vatios/Metro  
Pérdidas en el Conjunto de Barras : 62.2 Vatios/Metro

Calcular  
Vista previa  
Nuevo Cálculo  
Regresar  
Salir

Gráfico N° 21

## MODULO 3: GRUPO DE CIRCUITOS



Las aplicaciones de este módulo, generan por separado las distintas interfases de cálculo.

## MODULO 3.1 - GRUPOS DE CIRCUITOS AL AIRE

La aplicación de este módulo se refiere a montaje de grupos de circuitos al aire.

Cada Circuito podrá estar conformado por dos o tres conductores.

Tipos de Montaje: Parrilla tipo escalera

Parrilla tipo fondo sólido

Ducto Bandeja

La Norma Americana recomienda la agrupación de circuitos a partir del calibre N° 1/0 AWG básicamente por resistencia mecánica del conductor, no obstante el programa

Luego de que se elija la temperatura de operación de los conductores que conformarán cada circuito y por ende la clase de aislamiento, el usuario podrá ingresar los parámetros ambientales presentes en el sitio del montaje de la instalación, así como el tipo de montaje antes descrito.

El programa recomienda la interdistancia máxima entre un circuito y otro, de modo que a mas de precautelar excesos de dimensionamiento del medio de montaje se logre la máxima capacidad de transporte de corriente de cada circuito al no verse afectado por el calor generado en el circuito vecino.

## **MODULO 3.1 - GRUPOS DE CIRCUITOS AL AIRE**

El grado de afectación que provoca la vecindad entre conductores conlleva a que esta aplicación recomiende el ingreso de hasta Seis Circuitos.

Si el caso obliga al montaje de más de seis circuitos, se recomienda aplicar la interdistancia máxima entre circuitos que sugiere el programa con el fin de que la capacidad de transporte de corriente no se vea seriamente afectada.

El reporte inmediato de resultados en cuanto a la capacidad de transporte de corriente, así como las pérdidas generadas en cada circuito son mostradas en la misma interfase de cálculo; a mas de la posibilidad que brinda la opción de Vista Previa para imprimir el reporte ó guardarlo dentro del directorio y carpeta que el usuario elija.

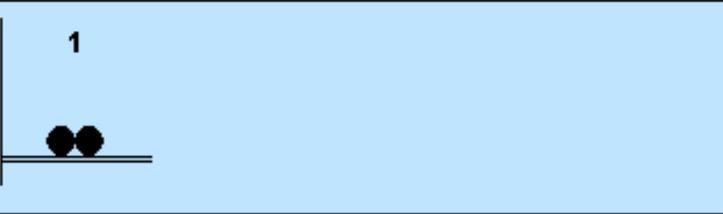
La interfase de este módulo se aprecia en el gráfico N° 22 .

Un ejemplo de una rutina de cálculo para Circuitos agrupados en Ducto Bandeja es mostrada en el gráfico N° 23

## MODULO 3.1 - GRUPOS DE CIRCUITOS AL AIRE

**SOLETRICAL - GRUPOS DE CIRCUITOS AL AIRE**

1



**Conductores Aislados**

Material  Notación

Frecuencia del Sistema  Hertz

Temperatura de Operación

Conductor Tipo

**Montaje en :**

- 
- 
-

Temperatura Ambiente  °C

Velocidad del Viento

Radiación Solar

Temperatura Ambiente : Mínima -10°C , Máxima 70°C

**Ingreso de Parámetros:**

Número de Circuitos	Circuito Nombre	Conductores	
		Cantidad	Tipo
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="14 AWG"/>

**Parámetros seleccionados:**

Circuito Nombre	Conductores	
	Cantidad	Tipo
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>

Gráfico N° 22

# MODULO 3.1 - GRUPOS DE CIRCUITOS AL AIRE EN DUCTO BANDEJA

Ejemplo que muestra una rutina de cálculo

**SOELECTRICAL - GRUPOS DE CIRCUITOS AL AIRE**

**Conductores Aislados**

Material: **Cobre** Notación: **AWG**

Frecuencia del Sistema: **60** Hertz

Temperatura de Operación: **75** °C

Conductor Tipo: **THW**

Montaje en: **Ducto bandeja**

Separación en: **Pulgadas**

Temperatura Ambiente: **30** °C

Velocidad del Viento: **Sin viento** M/Seg **0**

Radiación Solar: **Sin radiación** W/m2 **0**

**Ingreso de Parámetros:**

Número de Circuitos	Circuito Nombre	Conductores Cantidad	Conductores Tipo	Interdistancia
<b>6</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>400 Kcmil</b>	<b>5-6</b> Plg.

**Dimensiones Mínimas de ducto bandeja**

Alto: **4** Plgs  
Ancho: **10** Plgs

	Amperios	Pérdidas totales Vatios/Metro	Amperios	Pérdidas totales Vatios/Metro
<b>1)</b>	<b>103.09</b>	<b>12.85</b>	<b>4)</b>	<b>190.53</b>
<b>2)</b>	<b>150.74</b>	<b>13.99</b>	<b>5)</b>	<b>121.98</b>
<b>3)</b>	<b>172.52</b>	<b>7.73</b>	<b>6)</b>	<b>253.53</b>
				<b>22.36</b>

Calculador de Botones: **Calcular**, **Vista previa**, **Nuevo Cálculo**, **Volver al Menú**, **Salir**

Gráfico N° 23

## MODULO 3.2 - GRUPOS DE CIRCUITOS EN TUBERIAS AL AIRE

La aplicación de este módulo se refiere a montaje de grupos de circuitos en tuberías al aire tendidos sobre superficie sólida, en la que cada circuito no necesariamente está alojado en tubería de igual diámetro y característica de fabricación.

El programa considera hasta seis circuitos y cada circuito podrá estar conformado por dos ó tres conductores.

Luego de que se elija la temperatura de operación de los conductores que conformarán cada circuito y por ende la clase de aislamiento, el usuario podrá ingresar los parámetros ambientales presentes en el sitio del montaje de la instalación.

El programa recomienda la interdistancia máxima entre un circuito y otro con el fin de evitar el grado de afectación ( disminución ) aunque sea mínimo, de la capacidad de transporte de corriente de cada circuito.

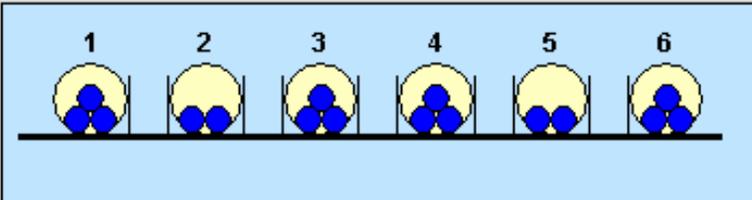
El programa actualiza de manera automática el diámetro mínimo a emplearse para el alojamiento de los conductores, sin perjuicio de que el usuario decida emplear un diámetro mayor.

Para el caso de tres conductores en tubería, el programa de manera automática calcula posible atascamientos durante el tendido de los mismos, pasando a mostrar el diámetro de tubería mínimo e idóneo para que este acontecimiento no se produzca.

El gráfico N° 24 muestra una rutina de cálculo y sus resultados

## MODULO 3.2 - GRUPOS DE CIRCUITOS EN TUBERIAS AL AIRE

**SOLETRICAL - GRUPOS DE CIRCUITOS EN TUBERIAS AL AIRE**



**Conductores Aislados**

Material:  Notación:

Frecuencia del Sistema:  Hertz

Temperatura de Operación:

Conductor Tipo:

Separación en:

Notación de la Tubería en:

Temperatura Ambiente:  °C

Velocidad del Viento:

Radiación Solar:

**Ingreso de Parámetros:**

Circuitos Cantidad:  Circuito Nombre:

Conductores Cantidad:  Tipo:

Tubería Tipo:  Diámetro:  Interdistancia:   Plg.

	Amperios	Pérdidas totales Vatios/Metro	Amperios	Pérdidas totales Vatios/Metro
1)	105.07	21.15	4)	159.28
2)	255.86	26.76	5)	280.51
3)	351.61	36.57	6)	475.43
				44.61

>>

Calcular

Vista previa

Nuevo Cálculo

Volver al menú

Salir

Gráfico N° 24

## MODULO 3.3 - GRUPOS DE CIRCUITOS ENTERRADOS

La aplicación de este módulo se refiere a montaje de grupos de circuitos enterrados de manera directa en el suelo.

Cada circuito podrá estar conformado por dos o tres conductores.

La máxima interdistancia entre circuitos está limitada a 30 pulgadas ó su equivalente de 76.2 centímetros, y es empleada cuando se quiere minimizar el grado de afectación de un circuito respecto al circuito vecino por el calor que éste genera durante el transporte de corriente.

La profundidad mínima, está restringida a un mínimo de 12 pulgadas ó su equivalente de 30.5 centímetros, conforme lo dictan las Normas de Seguridad.

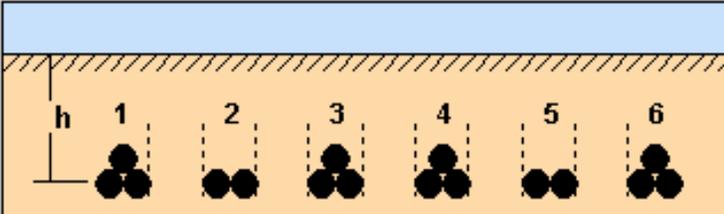
Por la resistencia mecánica propia e inherente de los conductores, para este tipo de montaje, el programa realiza los cálculos a partir del calibre N° 8 AWG en notación americana y desde 10 m.m.<sup>2</sup> en notación europea, independientemente del material del conductor, sea éste de cobre ó aluminio.

El programa realiza los cálculos de capacidad de conducción para diferentes tipos de suelo en cuanto a su resistividad térmica de aislamiento, desde suelos muy húmedos ( Baja Resistividad Térmica ) hasta suelos muy secos ( Alta Resistividad Térmica ). Mientras menor resistividad térmica tenga el suelo mayor será la capacidad de transporte de corriente de los circuitos.

El gráfico N° 25 muestra una rutina de cálculo y sus resultados

## MODULO 3.3 - GRUPOS DE CIRCUITOS ENTERRADOS

**SOLETRICAL - GRUPOS DE CIRCUITOS BAJO TIERRA**



**Conductores Aislados**

Material: **Cobre**    Notación: **m.m.2**

Frecuencia del Sistema: **60** Hertz

Temperatura de Operación: **90** °C

Conductor Tipo: **XLPE**

Unidades: **Centímetros**

Profundidad "h": **58.5** Cms.

Temperatura del Suelo: **30** °C

Resistividad del Suelo: **Moderado** °C-m / Watt    **0.9**

**Ingreso de Parámetros:**

Circuitos	Circuito	Conductores		Interdistancia
Cantidad	Nombre	Cantidad	Tipo	
<b>6</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>70 m.m.2</b>	<b>5-6</b> <b>0</b> Cm.

	Amperios	Pérdidas totales Vatios/Metro	Amperios	Pérdidas totales Vatios/Metro
1)	125.91	18.53	4)	121.52    17.26
2)	142.56	15.84	5)	143.4    16.03
3)	121.18	17.17	6)	126.59    18.73

**Calculador**

**Vista previa**

**Nuevo Cálculo**

**Volver al menú**

**Salir**

Gráfico N° 25

## MODULO 3.4 - GRUPOS DE CIRCUITOS EN TUBERIA ENTERRADA

La aplicación de este módulo se refiere a montaje de grupos de circuitos en tubería enterrada de hasta doce circuitos.

Para suelos muy húmedos no es recomendable el empleo de tuberías metálicas, y el empleo de la tubería metálica EMT es advertida como inapropiada debido a que las uniones de acople no son firmes y por ello las filtraciones al interior de la tubería son susceptibles de darse.

Cada circuito podrá estar conformado por dos, tres o cuatro conductores. En el caso de empleo de cuatro conductores, el programa limita el ingreso hasta conductores de 500 Kcmil en Notación Americana y de 240 m.m.<sup>2</sup> en Notación Europea.

Para cuando los circuitos en sus respectivas tuberías estén embebidos en concreto, el programa aplica únicamente tuberías plásticas.

La profundidad mínima, está restringida a un mínimo de 12 pulgadas ó su equivalente de 30.5 centímetros, conforme lo dictan las Normas de Seguridad.

El programa actualiza de manera automática el diámetro mínimo a emplearse para el alojamiento de los conductores, sin perjuicio de que el usuario decida emplear un diámetro mayor. Para el caso de tres conductores en tubería, el programa de manera automática calcula posible atascamientos durante el tendido de los mismos, pasando a mostrar el diámetro de tubería mínimo e idóneo para que este acontecimiento no se produzca.

El gráfico N° 26 muestra una rutina de cálculo y sus resultados

# MODULO 3.4 - GRUPOS DE CIRCUITOS EN TUBERIA ENTERRADA

**SOLETRICAL - GRUPOS DE CIRCUITOS EN TUBERIAS BAJO TIERRA**

**Conductores Aislados**

Material:  Notación:

Temperatura de Operación:

Clase:

Frecuencia del Sistema:  Hertz

Temperatura del Suelo:  °C

Resistividad del Suelo:  °C-m / Watt

**Unidades**

Filas:

Columnas:

Cuadrícula: x - y

X:  Cm.

Y:  Cm.

Profundidad: "h"

h:  Cm.

En concreto

Notación de la Tubería en:

**Ingreso de Parámetros:**

Circuitos	Circuito	Conductores	Tubería	
Cantidad	Nombre	Cantidad	Tipo	Diámetro
<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="500 Kcmil"/>	<input type="text" value="PVC-A"/>
			<input type="text" value="4 Plgs."/>	

	Amperios	Pérdidas totales	Amperios	Pérdidas totales	Amperios	Pérdidas totales
		Vatios/Metro		Vatios/Metro		Vatios/Metro
1)	78.4	16.53	5) 88.9	13.38	9) 199.8	19.41
2)	150.1	15.99	6) 152.8	16.74		
3)	143.9	23.35	7) 60.8	13.27		
4)	137.7	13.45	8) 181.7	13.18		

>>

Gráfico N° 26

## MODULO 4 – CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS



Las aplicaciones de este módulo, generan por separado las distintas interfaces de cálculo.

## MODULO 4 – CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS

La aplicación de este módulo se refiere al cálculo de caída de voltaje y pérdidas que se producen en la calificación de un conductor para el servicio de cargas en sistemas de Baja Tensión, sean de Corriente Directa, Corriente Alterna Monofásica y Corriente Alterna Trifásica.

El procedimiento que se sigue es de manera específica para el tipo de montaje de los conductores que se constituirán como Alimentador de la Carga.

Los tipos de Montaje son:

Conductores al aire , Conductores en tubería al aire

Conductores enterrados. Conductores en tubería enterrada

Las cargas trifásicas son referidas como puramente trifásicas, de ahí que el programa calcula los conductores de alimentación y el conductor de aterrizamiento para la protección del sistema.

En caso de que la carga no fuera trifásica pura, y se requiera del conductor Neutro, la Norma hoy en día recomienda dimensionar al neutro por lo menos al 100 % de la capacidad del conductor alimentador e inclusive llega a tomar valores del 173 % especialmente cuando en el sistema existen cargas no lineales por ejemplo : Variadores de Frecuencia ( Drives ), Equipos de Estado Sólido ( Computadores, Rectificadores ) debido a la presencia de armónicas triples ( 3°, 9°, 15°, etc. ).las cuales retornan a la fuente a través del neutro del sistema.

## MODULO 4.1 – CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE DIRECTA

La aplicación de este módulo se refiere al cálculo de caída de voltaje y pérdidas que se producen en la calificación de un conductor para el servicio de cargas en sistemas de Baja Tensión para Corriente Directa también conocida como Corriente Continua.

Para cada tipo de Montaje, se exhiben las configuraciones mas comunes y empleadas en instalaciones eléctricas, esto con el fin de que el procedimiento de cálculo de caída de voltaje y pérdidas en la **determinación del conductor idóneo** para la alimentación de una determinada carga responda de manera específica a las condiciones de montaje y parámetros del medio ambiente a la que estará expuesta la instalación.

La Protección del Sistema expresada como porcentaje de la carga que se va a servir, es determinante en el cálculo del conductor de aterrizamiento con el fin de garantizar la fiabilidad y operación de la protección ante el evento de que una falla ( Cortocircuito a tierra ) se produjera.

El factor de seguridad ( 125 % ) responde a la normativa que recomienda que todo conductor, en lo posible, no sea utilizado al 100 % de su capacidad límite de conducción.

En los gráficos N° 27, N° 28, N° 29 y N° 30 podrá apreciarse de manera secuencial los ingresos de parámetros y variables para el cálculo de un alimentador, conductor de aterrizamiento y los resultados que se obtienen ( Conductor Calificado, Calibre Anterior y Calibre Posterior ) para el servicio de una carga de corriente directa en la que el medio de montaje elegido para los conductores es en tubería al aire.

# MODULO 4.1 – CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE DIRECTA

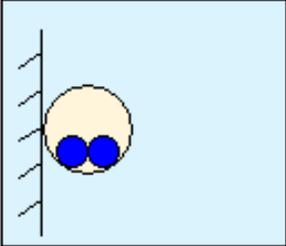
**SOLETRICAL - CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE DIRECTA**

Tipo de Instalación Elegida : Conductores Aislados de Cobre - En Tubería al Aire Libre

INGRESO DE VARIABLES		PARAMETROS DE LA INSTALACION	
Material	Cobre Aislado	Tipo de Montaje	B
Notación del Conductor	AWG	Unidades :	M / cm. °C
Temperatura del Conductor	75 °C	Temperatura Ambiente	<input checked="" type="radio"/> Valor por defecto 30 °C <input type="radio"/> Otro valor
Clase	THW	<input checked="" type="checkbox"/> Factor de Seguridad	125 %
Protección del Sistema	100 %		
Velocidad del Viento	Sin viento M/Seg		0
Radiación Solar	Sin radiación W/m2		0
Tipo de Tubería	EMT		

Si está listo? , favor hacer clic en la solapa de Ingreso de Variables

Calculador de Diagrama de Circuito



Calcular  
Vista previa  
Nuevo Cálculo  
Volver al menú  
Salir

Gráfico N° 27

# MODULO 4.1 – CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE DIRECTA

**SOLETRICAL - CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE DIRECTA**

Tipo de Instalación Elegida : **Conductores Aislados de Cobre - En Tubería al Aire Libre**

**INGRESO DE VARIABLES**

Voltaje de Servicio  Voltios

Eficiencia  %

Máxima Caída de Voltaje

Valor por Defecto  %

Otro Valor  Voltios

**PARAMETROS DE LA INSTALACION**

**CARGA - INGRESO DE DATOS**

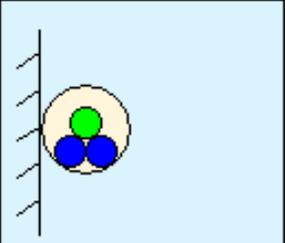
Potencia

KW

HP

Intensidad  Amps

Recorrido de Línea  Metros



Calcular

Vista previa

Nuevo Cálculo

Volver al menú

Salir

Clase : THW

Factor de Seguridad : 125 %

Conductor calificado ▼

2/0 AWG >> Reserva Adicional : 3.5 %

Conductor calificado : 2/0 AWG

Caida de voltaje : 5.1 Voltios

Caida de voltaje en porcentaje : 2.32 %

Pérdidas en vatios : 630.33 Vatios

Pérdidas en porcentaje : 2.52 %

Conductor de tierra calculado : 6 AWG

Conductor de tierra corregido : 4 AWG

Tubería seleccionada : EMT

Diámetro mínimo : 1 1/2 Plgs. ( 41 m.m. )

**Gráfico N° 28 – Resultados para el Conductor Calificado**

# MODULO 4.1 – CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE DIRECTA

**SOLETRICAL - CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE DIRECTA**

Tipo de Instalación Elegida : Conductores Aislados de Cobre - En Tubería al Aire Libre

**INGRESO DE VARIABLES**

Voltaje de Servicio  Voltios

Eficiencia  %

Máxima Caída de Voltaje

Valor por Defecto  %

Otro Valor  Voltios

**PARAMETROS DE LA INSTALACION**

**CARGA - INGRESO DE DATOS**

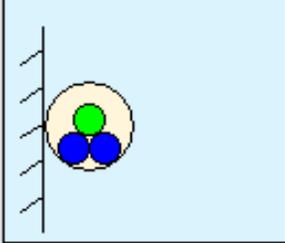
Potencia

KW

HP

Intensidad  Amps

Recorrido de Línea  Metros



Calibre anterior

Clase : THW

Factor de Seguridad : **102.48 %**

Margen de Reserva : 0 %

Calcular

**Vista previa**

Nuevo Cálculo

Volver al menú

Salir

<b>● Conductor Precalificado :</b>	<b>1/0 AWG</b>	Conductor de tierra calculado : 6 AWG
Caída de voltaje :	6.43 Voltios	<b>●</b> Conductor de tierra corregido : 4 AWG
Caída de voltaje en porcentaje :	2.92 %	
Pérdidas en vatios :	794.66 Vatios	Tubería seleccionada : EMT
Pérdidas en porcentaje :	3.18 %	Diámetro mínimo : 1 1/2 Plgs. ( 41 m.m. )

Gráfico N° 29 – Resultados para el Conductor – Calibre Anterior

# MODULO 4.1 – CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE DIRECTA

**SOLETRICAL - CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE DIRECTA**

Tipo de Instalación Elegida : Conductores Aislados de Cobre - En Tubería al Aire Libre

**INGRESO DE VARIABLES**

Voltaje de Servicio  Voltios

Eficiencia  %

Máxima Caída de Voltaje

Valor por Defecto  %

Otro Valor  Voltios

**PARAMETROS DE LA INSTALACION**

**CARGA - INGRESO DE DATOS**

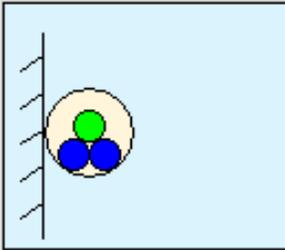
Potencia

KW

HP

Intensidad  Amps

Recorrido de Línea  Metros



Calibre posterior

Clase : THW

Factor de Seguridad : 125 %

>> Reserva Adicional : 30.43 %

Calcular

**Vista previa**

Nuevo Cálculo

Volver al menú

Salir

**● Conductor calificado : 3/0 AWG**

Caida de voltaje : **4.05 Voltios**

Caida de voltaje en porcentaje : **1.84 %**

Pérdidas en vatios : **499.90 Vatios**

Pérdidas en porcentaje : **2 %**

**● Conductor de tierra calculado : 6 AWG**

**● Conductor de tierra corregido : 4 AWG**

Tubería seleccionada : EMT

Diámetro mínimo : 2 Plgs. ( 53 m.m. )

Gráfico N° 30 – Resultados para el Conductor – Calibre Posterior

## MODULO 4.2 – CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE ALTERNA MONOFASICA

La aplicación de este módulo se refiere al cálculo de caída de voltaje y pérdidas que se producen en la calificación de un conductor para el servicio de cargas en sistemas de Baja Tensión - Corriente Alterna Monofásica para frecuencias de 50 y 60 Hertz.

Para cada tipo de Montaje, se exhiben las configuraciones mas comunes y empleadas en instalaciones eléctricas, esto con el fin de que el procedimiento de cálculo de caída de voltaje y pérdidas en la **determinación del conductor idóneo** para la alimentación de una determinada carga responda de manera específica a las condiciones de montaje y parámetros del medio ambiente a la que estará expuesta la instalación.

La Protección del Sistema expresada como porcentaje de la carga que se va a servir, es determinante en el cálculo del conductor de aterrizamiento con el fin de garantizar la fiabilidad y operación de la protección ante el evento de que una falla ( Cortocircuito a tierra ) se produjera.

El factor de seguridad ( 125 % ) responde a la normativa que recomienda que todo conductor, en lo posible, no sea utilizado al 100 % de su capacidad límite de conducción.

En los gráficos N° 31, N° 32, N° 33 y N° 34 podrá apreciarse de manera secuencial los ingresos de parámetros y variables para el cálculo de un alimentador, conductor de aterrizamiento y los resultados que se obtienen ( Conductor Calificado, Calibre Anterior y Calibre Posterior ) para el servicio de una carga de corriente alterna monofásica en la que el medio de montaje elegido para los conductores es al aire.

# MODULO 4.2 – CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE ALTERNA MONOFASICA

**SOLETRICAL - CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE ALTERNA MONOFASICA**

Tipo de Instalación Elegida : Conductores Desnudos de Aluminio - Al Aire Libre

INGRESO DE VARIABLES		PARAMETROS DE LA INSTALACION	
Material	Aluminio ▾ Desnudo ▾	Tipo de Montaje	A ▾
Notación del Conductor	AWG ▾	Unidades :	M / cm. ▾ °C ▾
Temperatura del Conductor	75 ▾ °C	Temperatura Ambiente	<input type="radio"/> Valor por defecto <input checked="" type="radio"/> Otro valor 35 °C
Clase	ASC ▾	<input checked="" type="checkbox"/> Factor de Seguridad 125 %	
Frecuencia	60 ▾ Hertz		
Protección del Sistema	100 ▾ %		
Velocidad del Viento	Sin viento ▾ M/Seg ▾		0
Radiación Solar	Otro valor ▾ W/m2 ▾		500

Separaciones no menores a :  
10 cms ( 4 pulgadas )

Calcula  
Vista previa  
Nuevo Cálculo  
Volver al menú  
Salir

Si está listo? , favor hacer clic en la solapa de Ingreso de Variables

Gráfico N° 31

# MODULO 4.2 – CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE ALTERNA MONOFASICA

**SOLETRICAL - CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE ALTERNA MONOFASICA**

Tipo de Instalación Elegida : Conductores Desnudos de Aluminio - Al Aire Libre

**INGRESO DE VARIABLES**

Voltaje de Servicio  Voltios

Factor de Potencia   $\cos \phi$

Eficiencia  %

**Máxima Caída de Voltaje**

Valor por Defecto  %

Otro Valor  Voltios

**PARAMETROS DE LA INSTALACION**

**CARGA - INGRESO DE DATOS**

Potencia

KW

HP

KVA

Intensidad  Amps

Recorrido de Línea  Metros



Separaciones no menores a :  
10 cms ( 4 pulgadas )

Calcular

**Vista previa**

Nuevo Cálculo

Volver al menú

Salir

Clase : ASC      Factor de Seguridad : 125 %

Conductor calificado       >> Reserva Adicional : 15.8 %

<input checked="" type="radio"/> Conductor calificado :	3/0 AWG	<input checked="" type="radio"/> Conductor de tierra calculado :	6 AWG
Caida de voltaje :	3.32 Voltios	<input checked="" type="radio"/> Conductor de tierra corregido :	2 AWG
Caida de voltaje en porcentaje :	1.38 %		
Pérdidas en vatios :	210.48 Vatios		
Pérdidas en porcentaje :	1.65 %		

Gráfico N° 32 – Resultados para el Conductor Calificado

## MODULO 4.2 – CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE ALTERNA MONOFASICA

**SOLETRICAL - CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE ALTERNA MONOFASICA**

Tipo de Instalación Elegida : Conductores Desnudos de Aluminio - Al Aire Libre

**INGRESO DE VARIABLES**

Voltaje de Servicio  Voltios

Factor de Potencia  cos  $\phi$

Eficiencia  %

Máxima Caída de Voltaje

Valor por Defecto  %

Otro Valor  Voltios

**PARAMETROS DE LA INSTALACION**

**CARGA - INGRESO DE DATOS**

Potencia

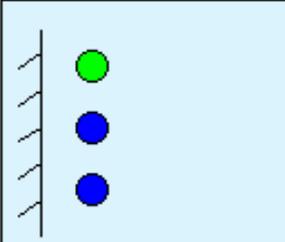
KW

HP

KVA

Intensidad  Amps

Recorrido de Línea  Metros



Separaciones no menores a :  
10 cms ( 4 pulgadas )

Calcular

Vista previa

Nuevo Cálculo

Volver al menú

Salir

Clase : ASC      **Factor de Seguridad : 119.87 %**

Calibre anterior  >> Margen de Reserva : 0 %

<input checked="" type="radio"/> <b>Conductor Precalificado :</b> 2/0 AWG	Conductor de tierra calculado : 6 AWG
Caida de voltaje : 4 Voltios	<input checked="" type="radio"/> Conductor de tierra corregido : 2 AWG
Caida de voltaje en porcentaje : 1.67 %	
Pérdidas en vatios : 397.76 Vatios	
Pérdidas en porcentaje : 3.12 %	

Gráfico N° 33 – Resultados para el Conductor – Calibre Anterior

# MODULO 4.2 – CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE ALTERNA MONOFASICA

**SOLETRICAL - CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE ALTERNA MONOFASICA**

Tipo de Instalación Elegida : Conductores Desnudos de Aluminio - Al Aire Libre

**INGRESO DE VARIABLES**

Voltaje de Servicio  Voltios

Factor de Potencia  cos  $\phi$

Eficiencia  %

Máxima Caída de Voltaje

Valor por Defecto  %

Otro Valor  Voltios

**PARAMETROS DE LA INSTALACION**

**CARGA - INGRESO DE DATOS**

Potencia

KW

HP

KVA

Intensidad  Amps

Recorrido de Línea  Metros

Separaciones no menores a :  
10 cms ( 4 pulgadas )

Clase : ASC

Factor de Seguridad : 125 %

Calibre posterior

>> Reserva Adicional : 38.57 %

Conductor calificado : **4/0 AWG**

Caida de voltaje : **2.77 Voltios**

Caida de voltaje en porcentaje : **1.15 %**

Pérdidas en vatios : **166.91 Vatios**

Pérdidas en porcentaje : **1.31 %**

Conductor de tierra calculado : 6 AWG

Conductor de tierra corregido : 2 AWG

Calcular

Vista previa

Nuevo Cálculo

Volver al menú

Salir

Gráfico N° 34 – Resultados para el Conductor – Calibre Posterior

## MODULO 4.3 – CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE ALTERNA TRIFASICA

La aplicación de este módulo se refiere al cálculo de caída de voltaje y pérdidas que se producen en la calificación de un conductor para el servicio de cargas en sistemas de Baja Tensión - Corriente Alterna Trifásica para frecuencias de 50 y 60 Hertz.

Para cada tipo de Montaje, se exhiben las configuraciones mas comunes y empleadas en instalaciones eléctricas, esto con el fin de que el procedimiento de cálculo de caída de voltaje y pérdidas en la **determinación del conductor idóneo** para la alimentación de una determinada carga responda de manera específica a las condiciones de montaje y parámetros del medio ambiente a la que estará expuesta la instalación.

La Protección del Sistema expresada como porcentaje de la carga que se va a servir, es determinante en el cálculo del conductor de aterrizamiento con el fin de garantizar la fiabilidad y operación de la protección ante el evento de que una falla ( Cortocircuito a tierra ) se produjera.

El factor de seguridad ( 125 % ) responde a la normativa que recomienda que todo conductor, en lo posible, no sea utilizado al 100 % de su capacidad límite de conducción.

En los gráficos N° 35, N° 36, N° 37 y N° 38 podrá apreciarse de manera secuencial los ingresos de parámetros y variables para el cálculo de un alimentador, conductor de aterrizamiento y los resultados que se obtienen ( Conductor Calificado, Calibre Anterior y Calibre Posterior ) para el servicio de una carga de corriente alterna monofásica en la que el medio de montaje elegido para los conductores es en tubería enterrada.

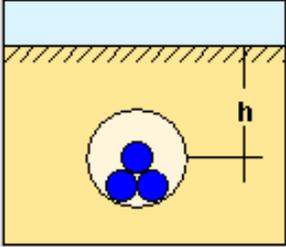
## MODULO 4.3 – CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE ALTERNA TRIFASICA

**SOLETRICAL - CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE ALTERNA TRIFASICA**

Tipo de Instalación Elegida : Conductores Aislados de Cobre - En Tubería Enterrada

INGRESO DE VARIABLES	PARAMETROS DE LA INSTALACION
Material: <b>Cobre</b> (Aislado)	Tipo de Montaje: <b>A</b>
Notación del Conductor: <b>AWG</b>	Unidades: <b>M / cm.</b> (°C)
Temperatura del Conductor: <b>90</b> °C	Temperatura del Suelo: <input type="radio"/> Valor por defecto <input checked="" type="radio"/> Otro valor: <b>28</b> °C
Clase: <b>THHN</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Factor de Seguridad <b>125</b> %
Frecuencia: <b>60</b> Hertz	
Protección del Sistema: <b>125</b> %	
Resistividad del Suelo: <b>Moderado</b> (°C-m / Watt) <b>0.9</b>	
Tipo de Tubería: <b>PVC-SCH 40</b>	

Si está listo? , favor hacer clic en la solapa de Ingreso de Variables



Calcular  
Vista previa  
Nuevo Cálculo  
Volver al menú  
Salir

Gráfico N° 35

# MODULO 4.3 – CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE ALTERNA TRIFASICA

**SOLETRICAL - CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE ALTERNA TRIFASICA**

Tipo de Instalación Elegida : Conductores Aislados de Cobre - En Tubería Enterrada

**INGRESO DE VARIABLES**

Voltaje de Servicio  Voltios

Factor de Potencia   $\cos \phi$

Eficiencia  %

Máxima Caída de Voltaje

Valor por Defecto  %

Otro Valor  Voltios

**PARAMETROS DE LA INSTALACION**

**CARGA - INGRESO DE DATOS**

Potencia

KW

HP

KVA

Intensidad  Amps

Profundidad  Centímetros

Recorrido de Línea  Metros

Calcular

Vista previa

Nuevo Cálculo

Volver al menú

Salir

Clase : THHN      Factor de Seguridad : 125 %

Conductor calificado       >> Reserva Adicional : 11 %

<p><span style="color: blue;">●</span> Conductor calificado : 6 AWG</p> <p>Caída de voltaje : 10.38 Voltios</p> <p>Caída de voltaje en porcentaje : 2.16 %</p> <p>Pérdidas en vatios : 1,087.64 Vatios</p> <p>Pérdidas en porcentaje : 2.92 %</p>	<p><span style="color: green;">●</span> Conductor de tierra calculado : 8 AWG</p> <p>Tubería seleccionada : PVC-SCH.40</p> <p>Diámetro mínimo : 3/4 Plg. ( 21 m.m. )</p>
---	--

Gráfico N° 36 – Resultados para el Conductor Calificado

# MODULO 4.3 – CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE ALTERNA TRIFASICA

**SOLETRICAL - CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE ALTERNA TRIFASICA**

Tipo de Instalación Elegida : Conductores Aislados de Cobre - En Tubería Enterrada

INGRESO DE VARIABLES		PARAMETROS DE LA INSTALACION	
Voltaje de Servicio	480 Voltios	<b>CARGA - INGRESO DE DATOS</b>	
Factor de Potencia	0.9 $\cos \phi$	<input checked="" type="radio"/> Potencia	
Eficiencia	90 %	<input type="radio"/> KW	37.28
		<input checked="" type="radio"/> HP	50
		<input type="radio"/> KVA	41.43
		<input type="radio"/> Intensidad	55.37 Amps
<b>Máxima Caída de Voltaje</b>		Profundidad	60 Centímetros
<input checked="" type="radio"/> Valor por Defecto	3 %	Recorrido de Línea	70 Metros
<input type="radio"/> Otro Valor	14.4 Voltios		

Calcular

**Vista previa**

Nuevo Cálculo

Volver al menú

Salir

Clase : THHN    **Factor de Seguridad Irrelevante**

Calibre anterior    8 AWG    >> Margen de Reserva : 0 %

<p><b>● Conductor No calificado :</b>    8 AWG</p> <p>Caida de voltaje :    <b>16.34 Voltios</b></p> <p>Caida de voltaje en porcentaje :    <b>3.4 %</b></p> <p>Pérdidas en vatios :    1,723.18 Vatios</p> <p>Pérdidas en porcentaje :    4.62 %</p>	<p><b>● Conductor de tierra calculado :</b> 8 AWG</p> <p>Tubería seleccionada : PVC-SCH.40</p> <p>Diámetro mínimo : 3/4 Plg. ( 21 m.m. )</p>
---	--

Gráfico N° 37 – Resultados para el Conductor – Calibre Anterior

# MODULO 4.3 – CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE ALTERNA TRIFASICA

**SOLETRICAL - CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CORRIENTE ALTERNA TRIFASICA**

Tipo de Instalación Elegida : Conductores Aislados de Cobre - En Tubería Enterrada

**INGRESO DE VARIABLES**

Voltaje de Servicio  Voltios

Factor de Potencia   $\cos \phi$

Eficiencia  %

Máxima Caída de Voltaje

Valor por Defecto  %

Otro Valor  Voltios

**PARAMETROS DE LA INSTALACION**

**CARGA - INGRESO DE DATOS**

Potencia

KW

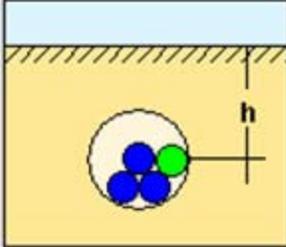
HP

KVA

Intensidad  Amps

Profundidad  Centímetros

Recorrido de Línea  Metros



Calcular

**Vista previa**

Nuevo Cálculo

Volver al menú

Salir

Clase : THHN      Factor de Seguridad : 125 %

Calibre posterior       >> Reserva Adicional : 45.87 %

<p><b>● Conductor calificado :</b>      <b>4 AWG</b></p> <p>Caida de voltaje :      <b>6.57 Voltios</b></p> <p>Caida de voltaje en porcentaje :      <b>1.37 %</b></p> <p>Pérdidas en vatios :      <b>682.31 Vatios</b></p> <p>Pérdidas en porcentaje :      <b>1.83 %</b></p>	<p><b>● Conductor de tierra calculado :</b>      <b>8 AWG</b></p> <p>Tubería seleccionada : <b>PVC-SCH.40</b></p> <p>Diámetro mínimo : <b>1 Plg. ( 27 m.m. )</b></p>
---	--

Gráfico N° 38 – Resultados para el Conductor – Calibre Posterior

# BIBLIOGRAFIA

National Electrical Code NEC – 2005

IEC Standards 228, 287, 1059

Análisis de Sistemas de Potencia – John J. Grainger, William D. Stevenson Jr.

Electric Power Systems – B.M. Weedy

Rating of Electric Power Cables – George J. Anders

Estándar Eléctrico Sudafricano – 2000

Fundamentos de Transferencia de Calor – Frank P. Incropera, David P. De Witt

Transferencia de Calor – J.P. Holman

Código Eléctrico Canadiense – 2005

IEEE - Estandards 141, 142, 241, 242, 519

Electrical Engineering Handbook - Siemens

National Electrical Safety Code – 2002

Manual de Instalaciones Eléctricas - Pirelli

Manual AEG – Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft

IEEE – Standard 835 – Power cable ampacity tables

Advanced computer programs for power cable ampacity – Andres, G.J.Moshref

Neher, J.H, and McGrath – AIEEE transaction, Vol 76

Thermal Design of Underground Systems – Weedy, B.M.

Current ratings of cables buried in partially dried out soil – CIGRE

ANSI/IEEE Standard 575