

INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA SEGÚN REGLAMENTACIÓN AEA 90364

Ing. Carlos A. Galizia

www.ingenierogalizia.com.ar
cgalizia@gmail.com
cgalizia@fibertel.com.ar

www.samet.com.ar

samet
Líder en Bandejas Portacables

Unimatray
RECAMBIOS

A cargo del Ing. Carlos A. Galizia
Ing. Electromecánico or. electricidad de la FIUBA

Matrícula COPIME N° 3476 / APSE Registro N° 102

Ex docente de la UBA, UTN y de la UADE

cgalizia@fibertel.com.ar; cgalizia@gmail.com
www.ingenierogalizia.com.ar; www.seguridadelectronica.com.ar
www.riesgoelectrico.com.ar

**Ex Secretario del Comité de Estudios CE 10 de la
AEA de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles**

samet
Líder en Bandejas Portacables

Unimatray
RECAMBIOS

2º Premio en el Congreso Técnico Científico BIEL 2009

**Ex Representante Técnico de la AEA en los Comités
de Normas de IRAM**

Ex Coordinador del Comité de Estudios CE 12:
Instalaciones Eléctricas en Atmósferas Explosivas

Ex Integrante del Comité de Estudios CE 00:
Normas de Concepto

Ex Integrante del Comité de Estudios CE 32:
Centros de Transformación y Suministros en MT

**Ex Miembro del Comité de Normalización de la
AEA**

samet
Líder en Bandejas Portacables

Unimatray
RECAMBIOS

Dudas y preguntas frecuentes de los especialistas

¿Qué tipo de puestas a tierra existen?

¿Servicio?, ¿protección?, ¿electrónica?,
¿limpia?, ¿sin ruidos?, ¿funcional?,
¿pararrayos?, ¿tierra de máquinas?

¿Cuáles son sus posibles aplicaciones?

samet
Líder en Bandejas Portacables

Unimatray
RECAMBIOS

¿Qué tipo de conductores relacionados
con tierra existen?

PE de protección, EQP de equipoten-
cialidad, FE funcionales, de puesta a
tierra, de bajada de pararrayos, de
conexión de DPS a tierra

samet
Líder en Bandejas Portacables

Unimatray
RECAMBIOS

la puesta a tierra de servicio, ¿existe? sí

¿y cuáles son sus aplicaciones?

la PaT de protección, ¿existe? sí

¿y cuáles son sus aplicaciones?

¿Qué son los esquemas de conexión a
tierra (ECT) TT, TN-C, TN-S, IT?

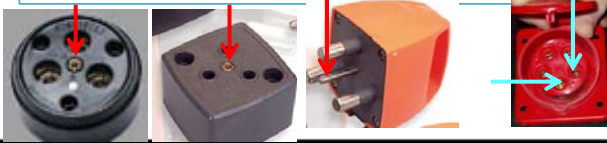
samet
Líder en Bandejas Portacables

Unimatray
RECAMBIOS

¿Qué color tendrán los PE y los EQP?

¿Qué sección tendrán los PE y los EQP?

¿El neutro es lo mismo que la tierra?



samet
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
RECORRIDOS

¿existe la puesta a tierra limpia, sin ruidos o electrónica? **no debería existir** pero para muchos SÍ existe;

¿es correcto que existan? No

¿cuáles son sus "supuestas" aplicaciones?

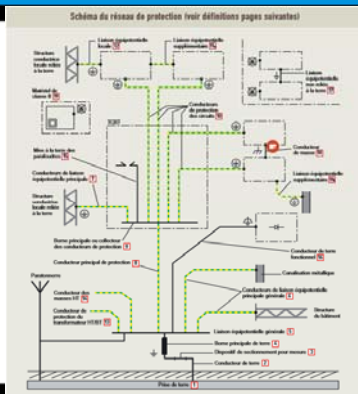
¿cómo se identifica el borne? FE y



samet
Líder en Bandejas Portacables

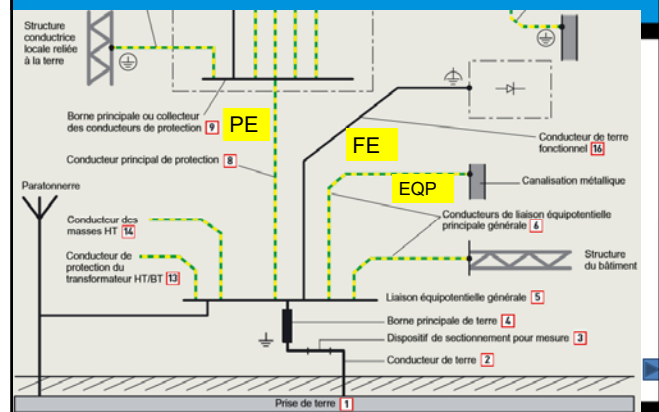
Smarttray
RECORRIDOS

Schéma du réseau de protection (voir définitions pages suivantes)



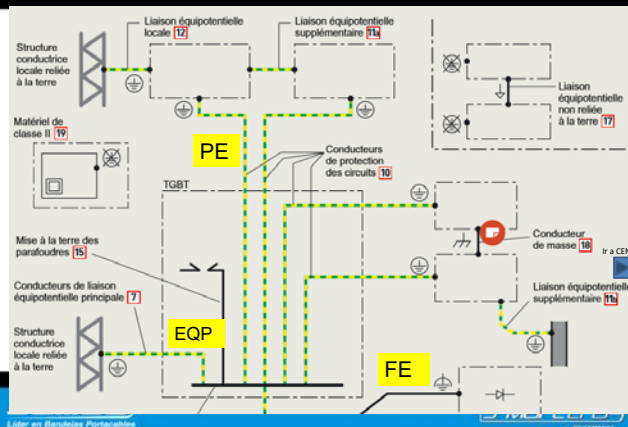
samet
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
RECORRIDOS



samet
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
RECORRIDOS



samet
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
RECORRIDOS

Las bandejas ¿se deben poner a tierra? **SÍ**

¿Con qué fin **Por Equipotencialidad a tierra**

¡Las bandejas son masas extrañas!! En las instalaciones de BT se usan IRAM 2178, 2268 y 62266

¿Qué son los conductores de equipotencialidad?

¿Qué cables y conductores se pueden instalar en las bandejas, para transmitir potencia?

Las instalaciones de **pat** y la **Rpat** exigida en instalaciones de BT alimentadas desde la red pública;

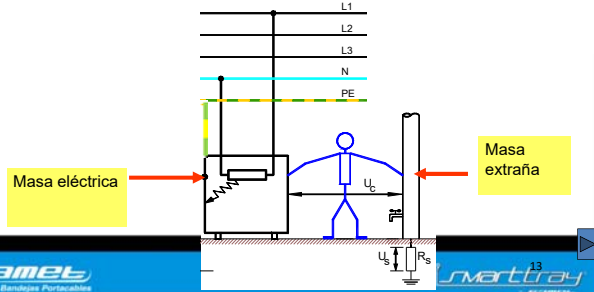
¿Es de vital importancia una muy baja Rpat?

samet
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
RECORRIDOS

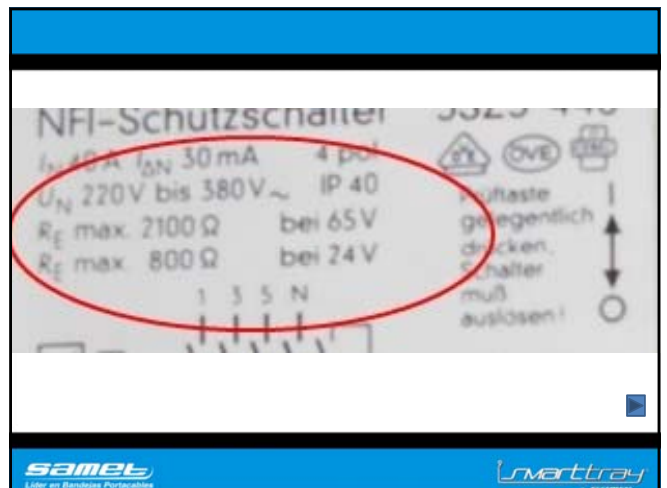
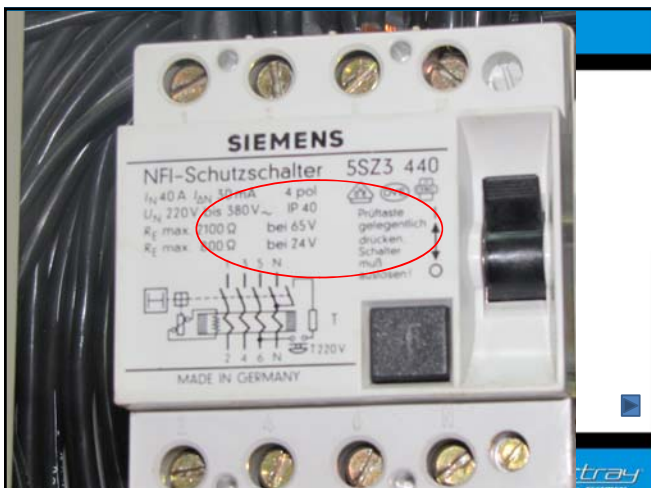
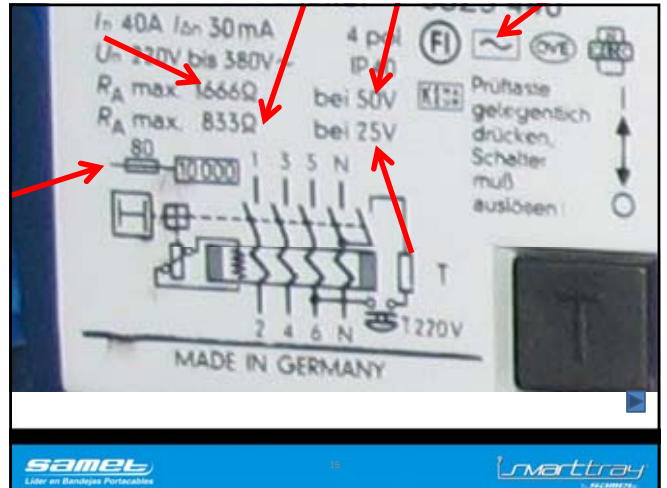
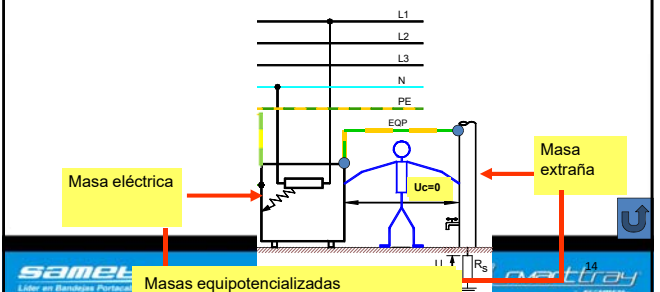
Masa Extraña (en una instalación); ELEMENTO CONDUCTOR EXTRAÑO (ajeno a la Inst. Eléctrica) (VEI 195-06-11)

Parte Conductora que **no forma parte de una instalación eléctrica** y que puede **introducir un potencial eléctrico**, generalmente el potencial eléctrico de la **tierra del lugar (tierra local)**.



¿Porqué es importante definir y diferenciar a las Masas Eléctricas y a las Masas Extrañas?

Por la necesidad de obtener equipotencialidad: si las dos masas de la figura se equipotencializan la $U_c=0$ y el peligro desaparece



Resistencia de puesta a tierra en ECT TT

Con los 40 Ω máximos permitidos con ID de $I_{\Delta n} \leq 300$ mA que tensiones de contacto se presentarían?

Con $I_{\Delta n} = 300$ mA $U_t = 0,3 \text{ A} \times 40 \Omega = 12 \text{ V}$

Con $I_{\Delta n} = 100$ mA $U_t = 0,1 \text{ A} \times 40 \Omega = 4 \text{ V}$

Con $I_{\Delta n} = 30$ mA $U_t = 0,03 \text{ A} \times 40 \Omega = 1,2 \text{ V}$

Como se ve, muy lejos de los 24 V máximos permitidos para la U_L

samet
Líder en Bandejas Portacables

Unimatray
RECAMBIOS

RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS ELÉCTRICAS en ECT TT Y SELECTIVIDAD

Siguiendo el razonamiento anterior en la RAEA se indica en una tabla, la Rpat máxima permitida en el ECT TT para no superar 12 V en lugar de 24 V como tensión límite de contacto U_L para $I_{\Delta n}$ mayores (ver tabla siguiente)

samet
Líder en Bandejas Portacables

Unimatray
RECAMBIOS

Corriente diferencial máxima asignada del DD $I_{\Delta n}$		Columna 1 Valor máximo de la Rpat de las masas (R_a) para $U_L = 50 \text{ V}$	Columna 2 Valor máximo de la Rpat de las masas (R_a) para $U_L = 24 \text{ V}$	Col.3 Valor máx. de la Rpat de las masas (R_a) permitido por la RAEA
Sensibilidad Baja	20 A	$R_a \leq 2,5 \Omega$	$R_a \leq 1,2 \Omega$	$R_a \leq 0,6 \Omega$
	10 A	$R_a \leq 5 \Omega$	$R_a \leq 2,4 \Omega$	$R_a \leq 1,2 \Omega$
	5 A	$R_a \leq 10 \Omega$	$R_a \leq 4,8 \Omega$	$R_a \leq 2,4 \Omega$
	3 A	$R_a \leq 17 \Omega$	$R_a \leq 8 \Omega$	$R_a \leq 4 \Omega$
Sensibilidad media	1 A	$R_a \leq 50 \Omega$	$R_a \leq 24 \Omega$	$R_a \leq 12 \Omega$
	500 mA	$R_a \leq 100 \Omega$	$R_a \leq 48 \Omega$	$R_a \leq 24 \Omega$
	300 mA	$R_a \leq 167 \Omega$	$R_a \leq 80 \Omega$	$R_a \leq 40 \Omega$
	100 mA	$R_a \leq 500 \Omega$	$R_a \leq 240 \Omega$	$R_a \leq 40 \Omega$
Sensibilidad Alta	Hasta 30 mA inclusive	$500 \Omega < R_a \leq 1666 \Omega$	$R_a \leq 800 \Omega$	$R_a \leq 40 \Omega$

Errores en la interpretación, en la evaluación de las instalaciones de pat y la verdadera importancia de las inst. de pat;

¿Cuál es la importancia de las inst. de pat en la seguridad eléctrica?, ¿qué relación tiene la inst. de pat con las protecciones?

Los errores más comunes en la interpretación del empleo de los DP: p.ej. "para que quiero un ID, si tengo pat" o "para que quiero un ID, si tengo pat y TM, IA o fusibles";

samet
Líder en Bandejas Portacables

Unimatray
RECAMBIOS

Tierras de la alimentación (tierras de servicio) y de la instalación (tierras de protección) ¿separadas o vinculadas?

Las tierras electrónicas o funcionales o limpias, si existen, ¿se deben vincular entre sí o con las otras?

Las tierras de descargas atmosféricas ¿se deben vincular entre sí y con la tierra del sistema eléctrico?

¿Deben ponerse a tierra con jabalina propia las máquinas y los tableros?

samet
Líder en Bandejas Portacables

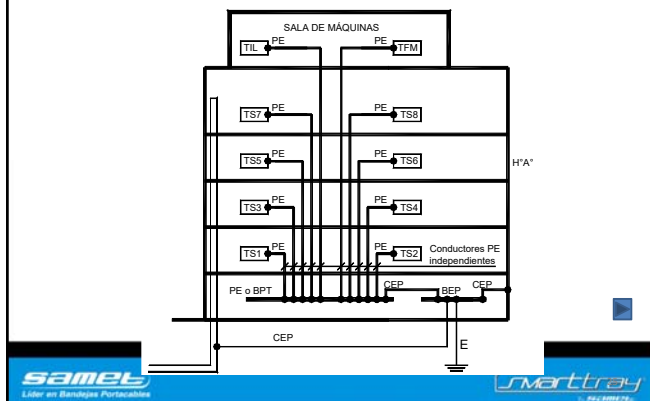
Unimatray
RECAMBIOS

Los conductores PE en los edificios de propiedad horizontal y diferencias con los empleados en una industria;

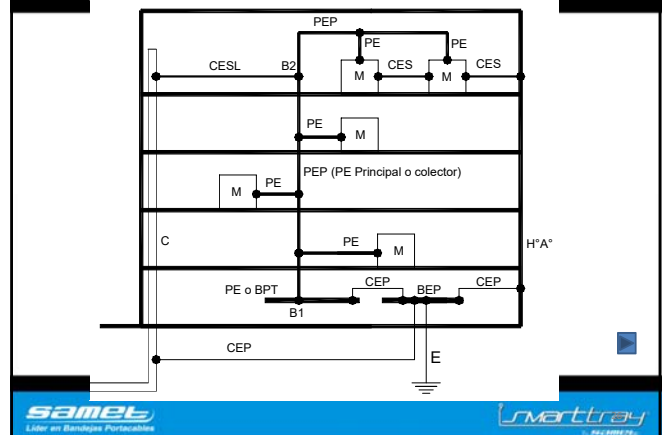
samet
Líder en Bandejas Portacables

Unimatray
RECAMBIOS

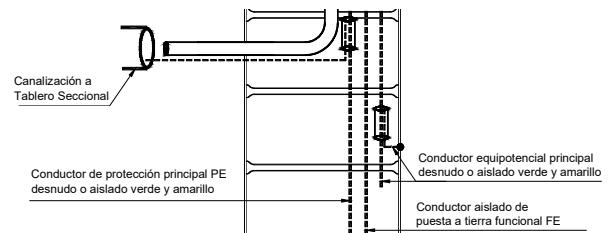
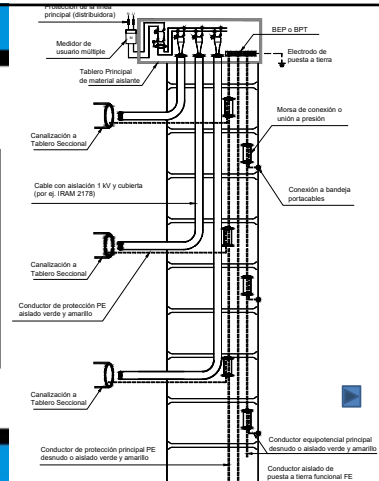
Equipotencialidad. Ejemplo de inmueble con varios usuarios (conductores PE independientes)



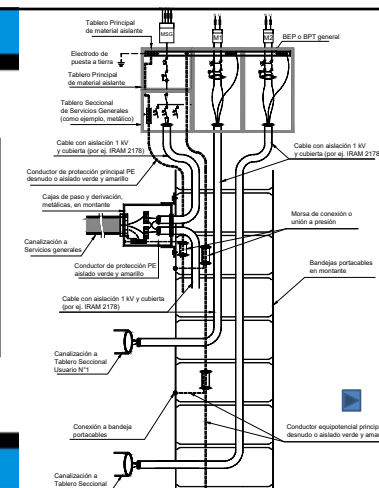
Equipotencialidad (un mismo usuario)



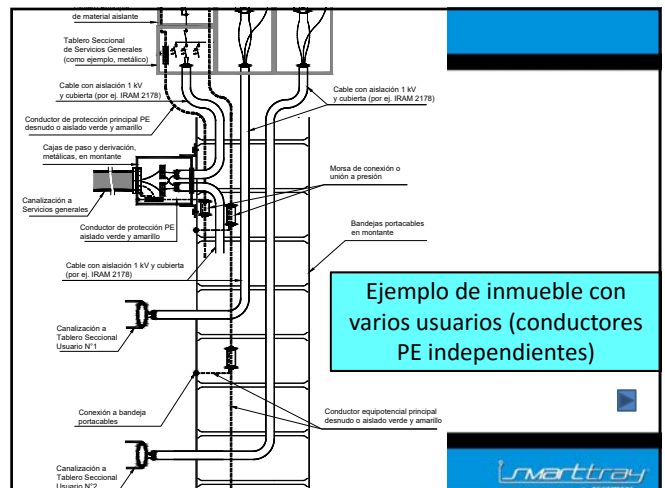
- Ejemplo de una instalación con un sólo usuario y los conductores de protección PE y de equipotencialidad

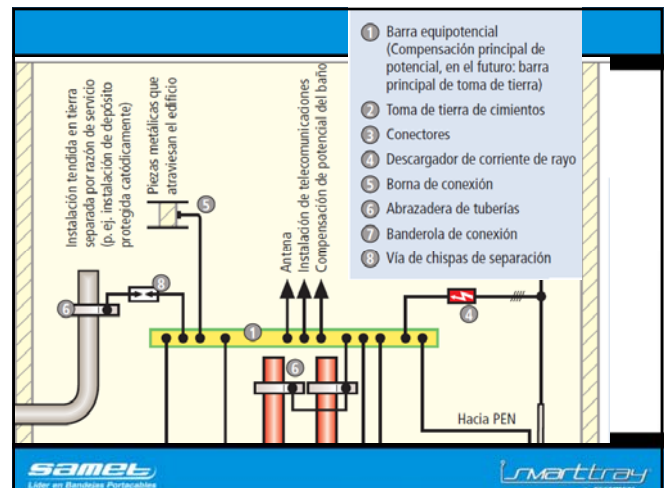
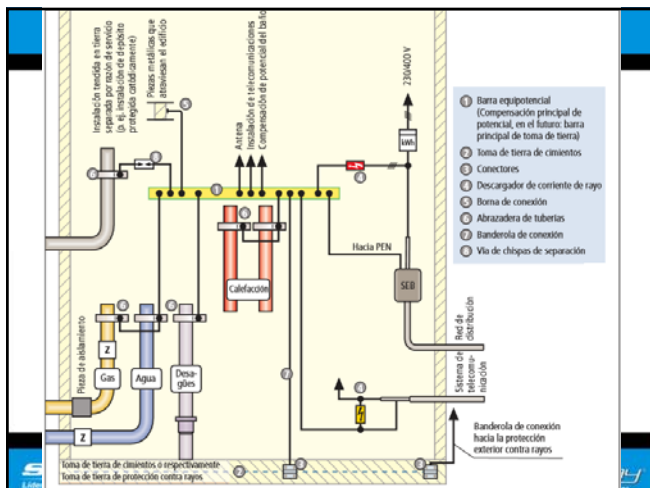
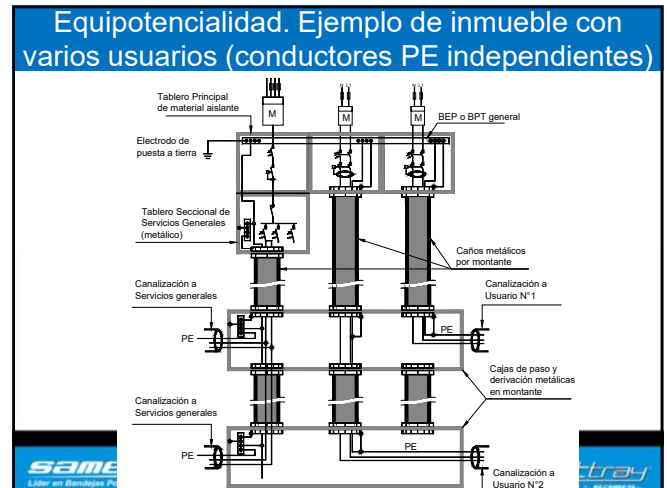
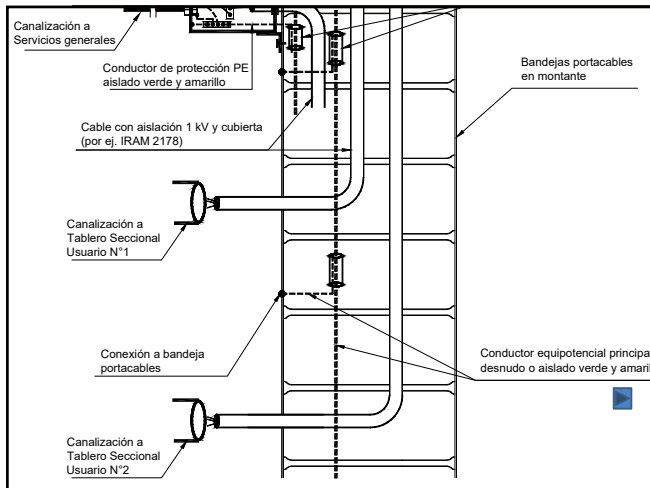
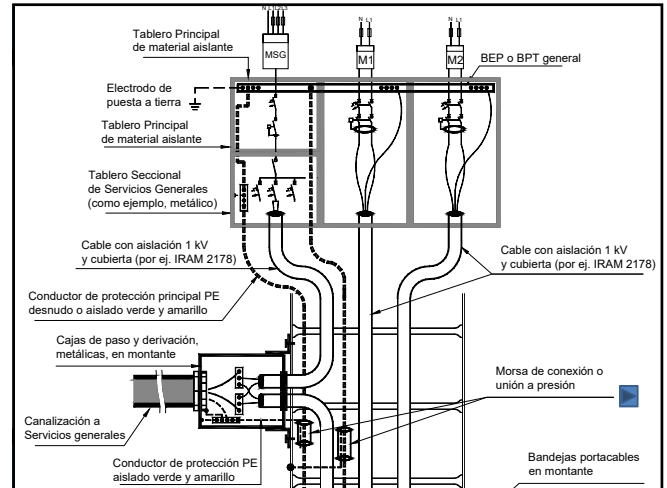
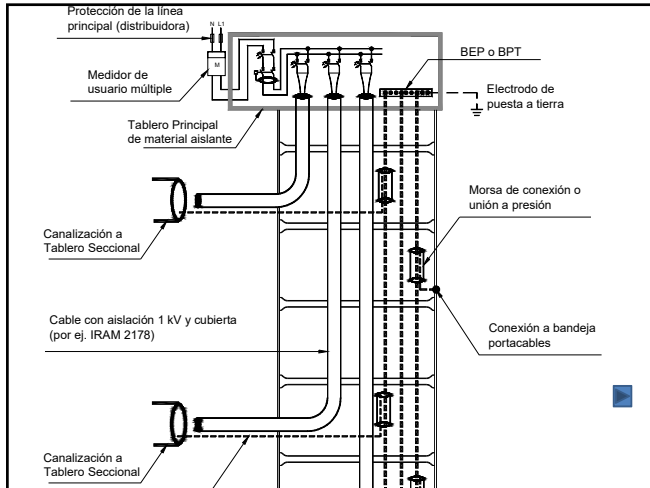


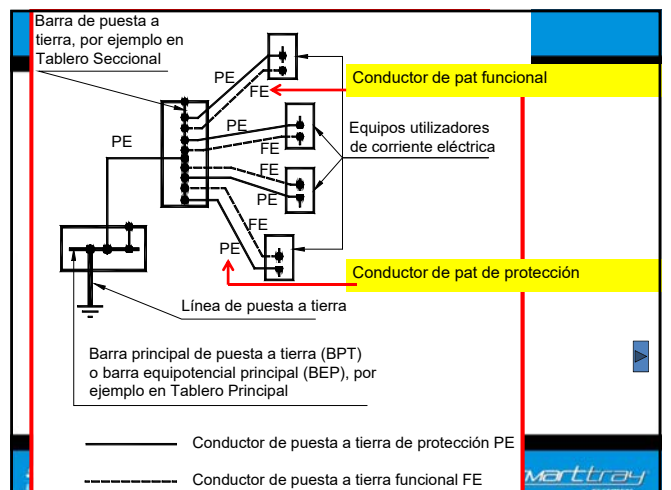
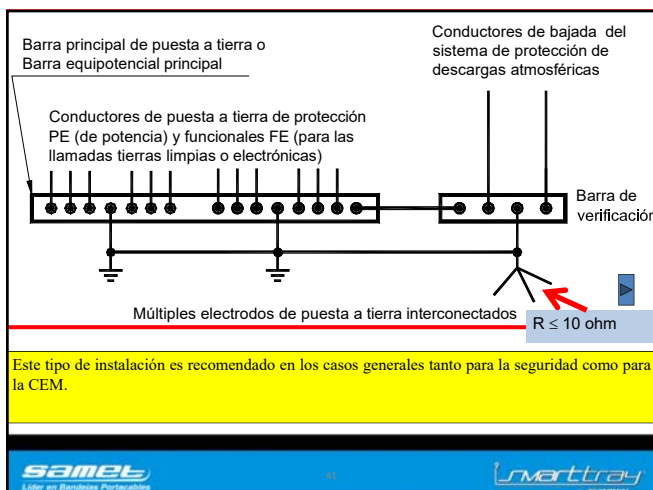
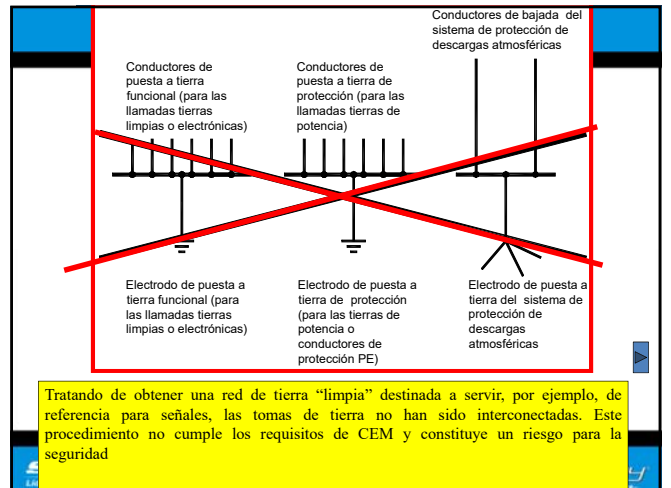
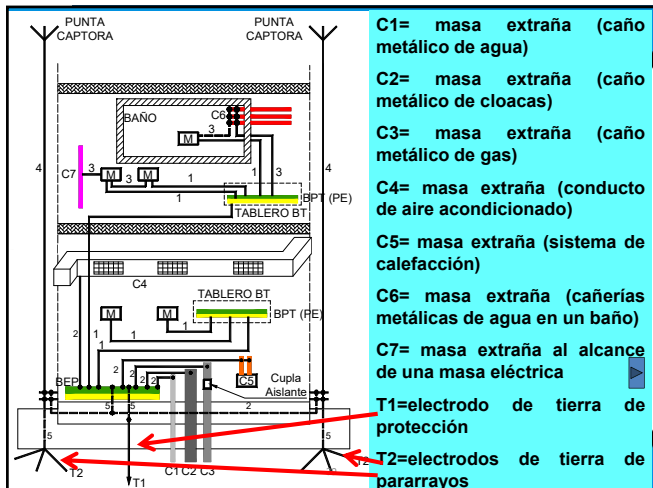
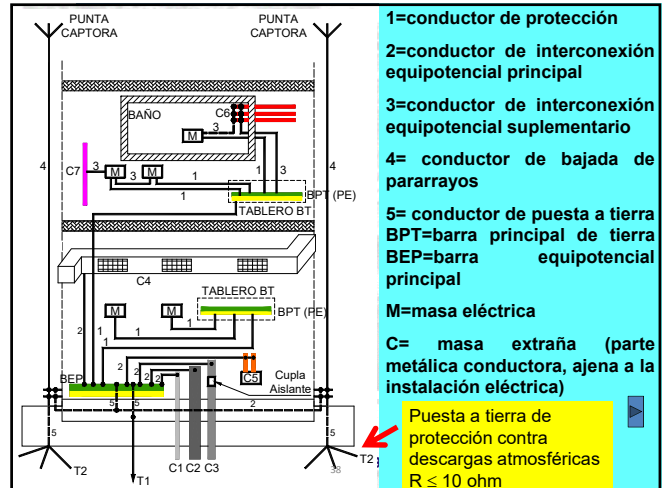
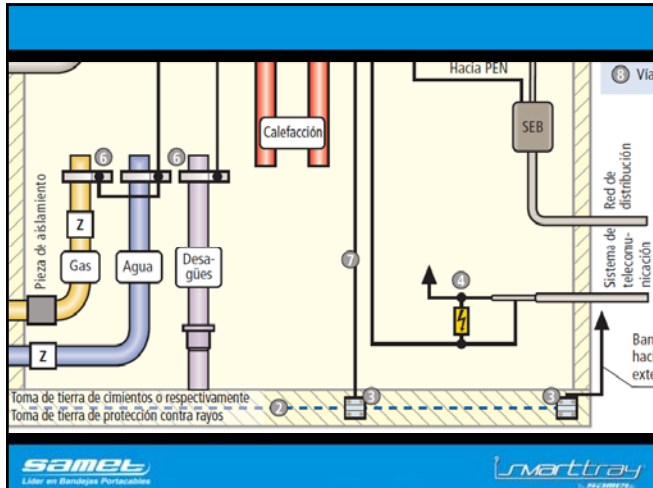
- Ejemplo de una instalación con varios usuarios (conductores de protección PE independientes)

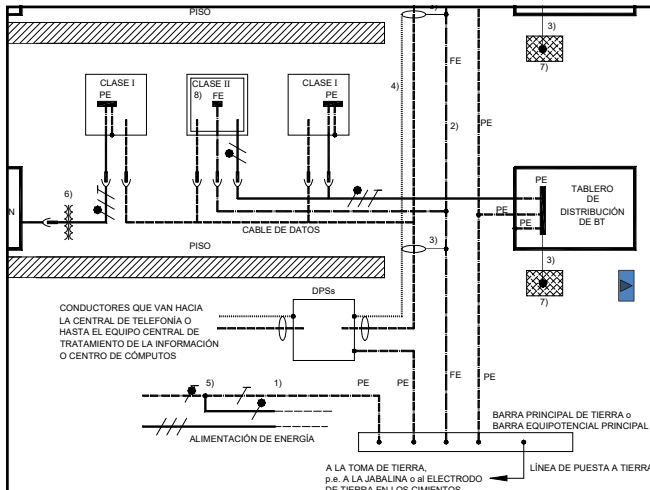
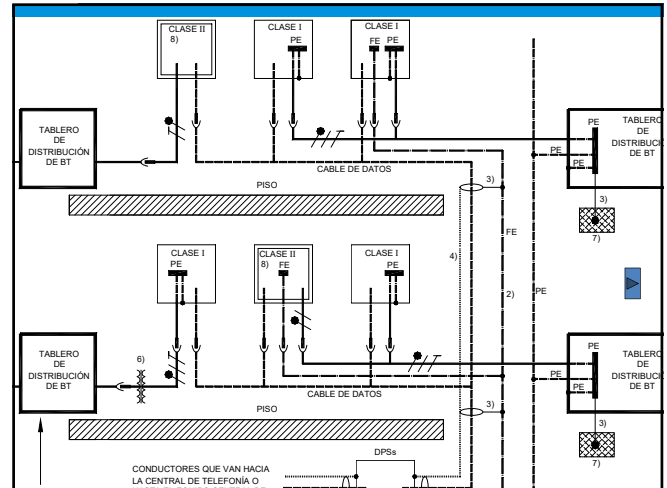
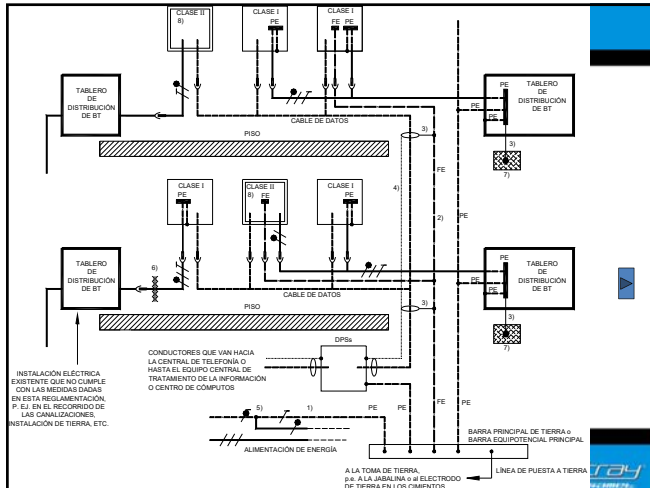


Ejemplo de inmueble con varios usuarios (conductores PE independientes)









SIGNIFICADO DE LAS LEYENDAS Y SÍMBOLOS

	Símbolo para el conductor PE
	Símbolo para el conductor neutro
	Símbolo para el conductor de línea
	Símbolo para el conductor PEN
	Punto de conexión de los conductores puestos a tierra por razones de protección o funcionales
FE	Conductor de puesta a tierra funcional (opcional) empleado e interconectado con tierra según las instrucciones del operador
PE	Conductor de protección
DPSs	Dispositivo de protección c/ las sobretensiones

Referencia	Descripción de la medida representada
1)ª	Cables y cañerías y conductos metálicos ingresando al edificio por el mismo lugar
2)ª	Recorrido común de las canalizaciones con adecuada separación y evitando los lazos
3)ª	Interconexiones tan cortas como sea posible y empleo de conductores puestos a tierra paralelos a los cables (PEC parallel earthing conductor)
4)ª	Cables de señal (bajas corrientes) blindados o apantallados y/o pares de conductores retorcidos
5)ª	Evitar el esquema TN-C aguas abajo del punto de entrada de la alimentación
6)ª	Empleo de transformadores separadores
7)ª	Interconexión equipotencial local horizontal (malla), si ella existiera
8)ª	Empleo de equipos Clase II

Conductores de protección

543.1.3: La sección de cualquier conductor de protección (PE), que no forme parte del cable de alimentación o que no comparta una envoltura común con otros conductores de línea, deberá tener un valor mínimo de:

- 2,5 mm² de cobre y 16 mm² de aluminio si poseen una protección mecánica.
- 4 mm² de cobre y 16 mm² de aluminio, si no poseen protección mecánica.

Conductores de protección

TABLA 54.3 Sección mínima de los conductores de protección

Sección de los conductores de línea de la instalación (mm²)	S mínima del conductor de protección en mm²	
	Si el PE es del mismo material que el conductor de línea	Si (k2) del PE no es del mismo material (k1) que el conductor de línea
$S \leq 16$	S	$\frac{k_1}{k_2} \times S$
$16 < S \leq 35$	16	$\frac{k_1}{k_2} \times 16$
$S > 35$	$S/2$	$\frac{k_1}{k_2} \times \frac{S}{2}$

En el ECT TT no se requeriría una S superior a 25 mm² de Cu o 35 mm² de Al

samet
Líder en Bandejas Portacables

smatray
RECAMBIOS

Las secciones de los conductores de protección pueden determinarse por la siguiente fórmula aplicable únicamente para los tiempos de desconexión que no excedan de 5 s:

donde

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

S es el área de la sección transversal en mm²;
I es el valor eficaz en amperios de la corriente de falla esperada, para un defecto de Z despreciable, que puede circular a través del dispositivo de protección;

samet
Líder en Bandejas Portacables

smatray
RECAMBIOS

t es el tiempo de operación en segundos del dispositivo de protección para una desconexión automática;
k es el factor dependiente del material del conductor de protección, de la aislación y de las T° iniciales y finales (el factor k, se tabula en el Reglamento AEA). Hay que tener en cuenta el efecto limitador de corriente de las Z del circuito y la limitación de $I^2 t$ del dispositivo de protección.

samet
Líder en Bandejas Portacables

smatray
RECAMBIOS

SECCIÓN DE CONDUCTORES EQUIPOTENCIALES PRINCIPALES

$$S_{CEQP} \geq \frac{S_{PEMAYOR}}{2}$$

CON:

$$S_{min} = 6mm^2$$

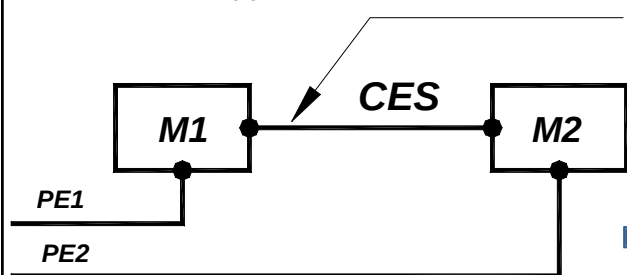
$$S_{max} = 25mm^2$$

samet
Líder en Bandejas Portacables

smatray
RECAMBIOS

SECCIÓN DE CONDUCTORES EQUIPOTENCIALES SUPLEMENTARIOS

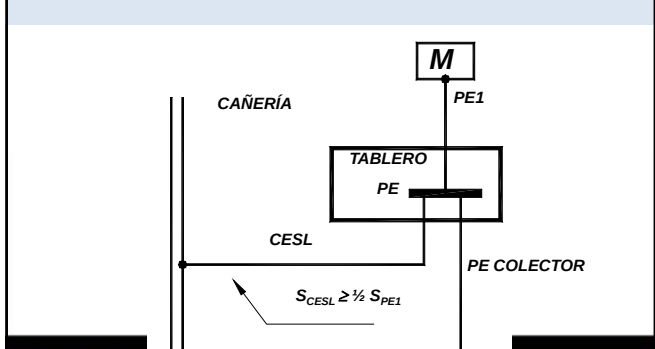
$$S_{CES} \geq \text{LA MENOR DE } S_{PE1} \text{ o } S_{PE2}$$



samet
Líder en Bandejas Portacables

smatray
RECAMBIOS

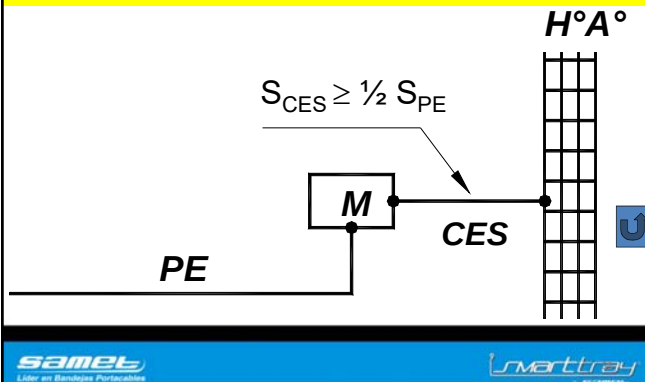
SECCIÓN DE CONDUCTORES EQUIPOTENCIALES SUPLEMENTARIOS LOCALES



samet
Líder en Bandejas Portacables

smatray
RECAMBIOS

SECCIÓN DE CONDUCTORES EQUIPOTENCIALES SUPLEMENTARIOS



EN EL 2015, LA SRT PUSO EN VIGENCIA UNA NUEVA

RESOLUCIÓN SRT 900/2015

28-4-2015

TITULADA

PROTOCOLO de MEDICIÓN DEL VALOR DE PUESTA A TIERRA Y LA VERIFICACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LAS MASAS

ALLÍ SE PREGUNTABA ENTRE OTRAS CUESTIONES A RESPONDER POR EL PROFESIONAL ELÉCTRICO

¿CUÁL ES EL USO DE LA PUESTA A TIERRA?

En una planilla llamada "Datos de la Medición" se pregunta "Cuál es el uso habitual de la puesta a tierra" y se dan una serie de opciones:

- Toma de Tierra del N de Transformador
- Toma de Tierra de Seguridad de las Masas De Protección
- De protección de equipos electrónicos
- De informática
- De iluminación
- De Pararrayos / Otros

PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE LA PUESTA A TIERRA Y VERIFICACIÓN DE LAS MASAS				
Datos de la Medición				
Nº	Descripción de la condición del terreno al momento de la medición	Medida de resistencia	Continuidad de las masas	Uso de la puesta a tierra
(24)	Lecho seco / Arcilloso / Pantanoso / Lluvias recientes / Arenoso seco o húmedo / Otro			
(25)				Uso de la puesta a tierra Toma de Tierra del neutro de Transformador / Toma de Tierra de Seguridad de las Masas / De Protección de equipos Electrónicos / De Informática / De Iluminación / De Pararrayos / Otros.

ADEMÁS en la misma planilla mencionada
se pregunta

¿QUÉ ESQUEMA DE CONEXIÓN A
TIERRA (**ECT**) SE ESTÁ EMPLEANDO? ***y***
se indican como opciones a responder

samet
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
SOLUCIONES

samet
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
SOLUCIONES

DATOS DE LA MEDICIÓN

(25)

Uso de Puesta a Tierra
Toma de Tierra del neutro de
Transformador/ Toma de
Tierra de Seguridad de las
masas/ De protección de
equipos Electrónicos/ De
informática/ De iluminación/
De Pararrayos/ Otros

(26)

Esquema de conexión
a tierra utilizado: TT/
TN-S/ TN-C/ TN-C-S/
IT

samet
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
SOLUCIONES

MEDICIÓN DE LA PUESTA A TIERRA

(27)

Valor obtenido en la
medición expresado en ohm

(28)

Cumple
SI/NO

samet
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
SOLUCIONES

CONTINUIDAD DE LAS MASAS

(29)

El circuito de puesta a
tierra es continuo y
permanente
SI / NO

(30)

El circuito de
puesta a tierra tiene
la capacidad de
carga para conducir
la corriente de falla
y una resistencia
apropiada
SI/ NO

samet
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
SOLUCIONES

(31)

Para la protección
contra contactos
indirectos se utiliza:
dispositivo diferencial
(DD), interruptor
automático (IA) o
fusible (Fus)

(32)

El dispositivo de
protección empleado
¿Puede desconectar en
forma automática la
alimentación para lograr
la protección contra los
contactos indirectos?

samet
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
SOLUCIONES

A partir de esta última diapositiva nos debemos preguntar
¿Para qué fueron creados los interruptores diferenciales?

Para proteger los contactos indirectos.

Pero los ID de $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ además de proteger los cont. indirectos, protegen de los cont. directos y de los riesgos de incendio provocados por corrientes de falla y de fuga a tierra

samel
 Líder en Barridos Portátiles

57

Unatray
 RECAMBIO

Pero lo que hay que preguntarse ahora es
¿cuál ha sido el objetivo de la SRT para elaborar un protocolo de medición de puesta a tierra?

Fundamentalmente algo muy profundo y de enorme importancia: **velar por la seguridad de las personas frente al contacto indirecto, situación que no se logra con la sola medición de la Rpat.**

samel
 Líder en Barridos Portátiles

58

Unatray
 RECAMBIO

El protocolo resuelve todos los problemas que se venían manifestando con los procedimientos que regían antes de la Res.900

El protocolo tal como se ha planteado, abarca todos los temas que hasta ahora no se venían exigiendo, ya que hasta que entró en vigencia la Res.900 se suponía **ERRÓNEAMENTE**, que con la **tradicional medición de la Rpat** se resolvían los problemas de seguridad frente a los contactos indirectos lo cual es **TOTALMENTE FALSO**

El protocolo derriba un mito de muy antigua data y que todavía subsiste.

Ese mito nos hizo creer que con conectar a tierra una masa eléctrica (el ejemplo más visible lo tenemos en las columnas de AP) se protegía contra los contactos indirectos a las personas que tocaban esas masas, ya que se nos había hecho pensar que la tensión de contacto presunta (U_t) sería nula o muy baja:

ESO ERA y ES ABSOLUTAMENTE FALSO

Vamos a demostrar que la existencia de la **pat** y la medición de la **Rpat** **no genera seguridad por si sola: debe ir acompañada de un DP** que actúe como un “sensor” o que “vea” la **Id** (corriente de defecto o de falla de aislación) **y que actúe antes que la persona toque la masa eléctrica** que quedó bajo tensión y a la que se conectó el **PE** **para que por él circule la corriente de falla de retorno hasta la fuente**

samel
 Líder en Barridos Portátiles

59

Unatray
 RECAMBIO

Esto que acabamos de comentar es uno de los **tantos errores** existentes entre los especialistas que hoy miden **pat**, entre los que solicitan la medición y entre quienes recibe los informes de quienes midieron

samel
 Líder en Barridos Portátiles

60

Unatray
 RECAMBIO

No se puede seguir pensando que con
Poner a Tierra una masa eléctrica
habremos protegido a las personas y a los
animales domésticos y de cría del riesgo de
contacto indirecto. **ESO ES TOTALMENTE
FALSO**

SAMEL
Líder en Bandejas Portacables

73

Smarttray³
SEGURENZA

Lo que realmente va a salvar a esa persona (o
animal de cría) de la muerte es la desconexión
automática de la alimentación antes que la
tensión de contacto tome valores peligrosos

SAMEL
Líder en Bandejas Portacables

74

Smarttray⁴
SEGURENZA

Y eso requiere la conexión (por derivación)
del conductor de protección **PE** (que estará
conectado a tierra) con las **masas**,
coordinando el **PE** con un **DP** que detecte
la corriente de falla de aislación y abra el
circuito

SAMEL
Líder en Bandejas Portacables

75

Smarttray⁵
SEGURENZA

¿Qué pasaba en mi época de niño y en la de
muchos de los presentes, cuando en nuestras casas
había fusibles para la protección de los circuitos?
En esos años no había ITM, ni ID, ni conductores de
protección, ni puestas a tierra en nuestras casas

SAMEL
Líder en Bandejas Portacables

76

Smarttray⁶
SEGURENZA

¿Qué nos decían los mayores?
Que conectáramos el “chassis” o la estructura
metálica de la heladera a la canilla del lavadero
(o de la cocina) con un tramo de conductor “de
tierra” que acompañara al cable de conexión
por fuera.

SAMEL
Líder en Bandejas Portacables

77

Smarttray⁷
SEGURENZA

Nos habían hecho creer que
conectando el chasis a la canilla le
dábamos tierra y eso nos salvaba.

Pero eso era FALSO.

SAMEL
Líder en Bandejas Portacables

78

Smarttray⁸
SEGURENZA

¿Qué se buscaba realmente?

Debido a que la cañería de agua de la casa era metálica y se conectaba a la red de agua corriente de la calle también metálica, enterrada y de gran extensión, la heladera quedaba conectada a una instalación de tierra muy extensa y de muy baja resistencia

SAMEL
Líder en Bandejas Portacables

Unimatray⁹
SOLUCIONES

Esta **muy baja resistencia** de esa gran red de tierra permitía que ante una falla de aislación en la heladera, la corriente que circulaba por el conductor de línea y por el conductor de tierra fuera tan elevada que **fundía el fusible**

SAMEL
Líder en Bandejas Portacables

Unimatray³⁰
SOLUCIONES

Eso era lo buscado:

la **protección contra los contactos indirectos** por ***“la desconexión o corte automático de la alimentación”***

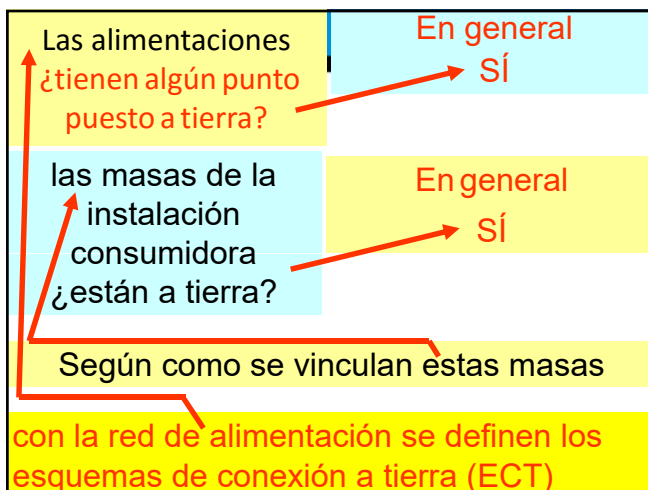
SAMEL
Líder en Bandejas Portacables

Unimatray³¹
SOLUCIONES

PARA COMPRENDER MEJOR TODOS ESTOS CONCEPTOS Y VER CUÁL ES LA VERDADERA IMPORTANCIA DEL VALOR DE LA **R_{pat}** y CUÁLES SON LAS **CORRIENTES DE FALLA** Y LAS **TENSIONES DE CONTACTO** RESULTANTES NOS TENEMOS QUE PREGUNTAR

SAMEL
Líder en Bandejas Portacables

Unimatray³²
SOLUCIONES

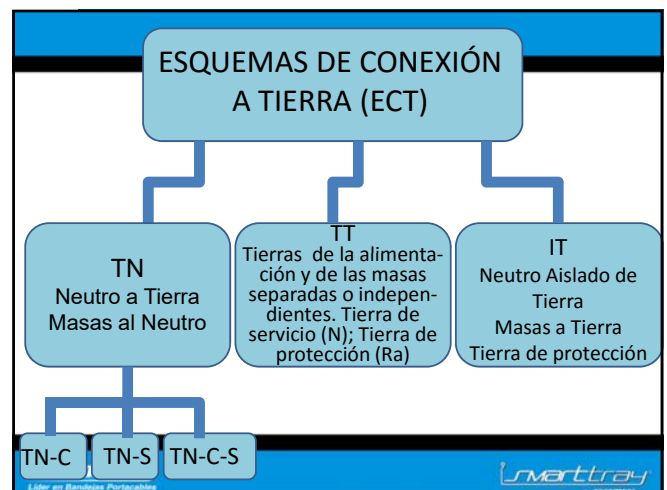
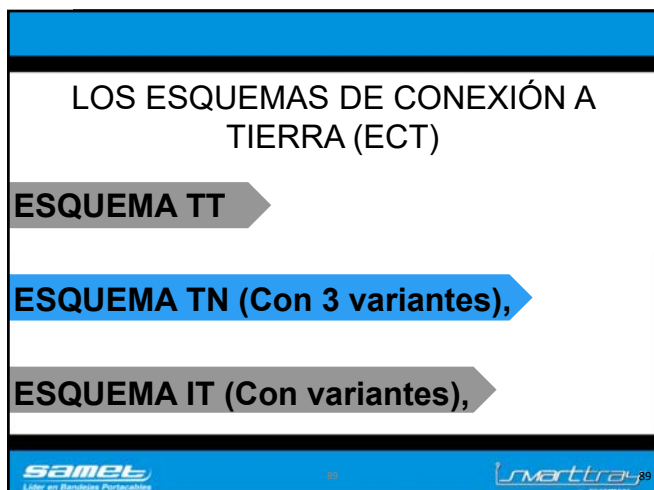
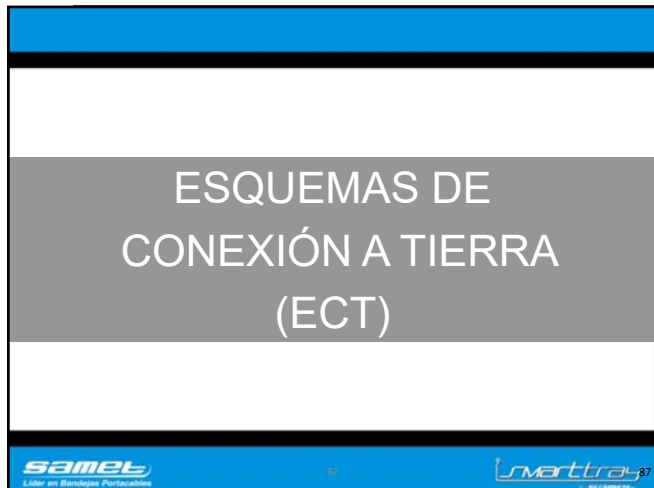
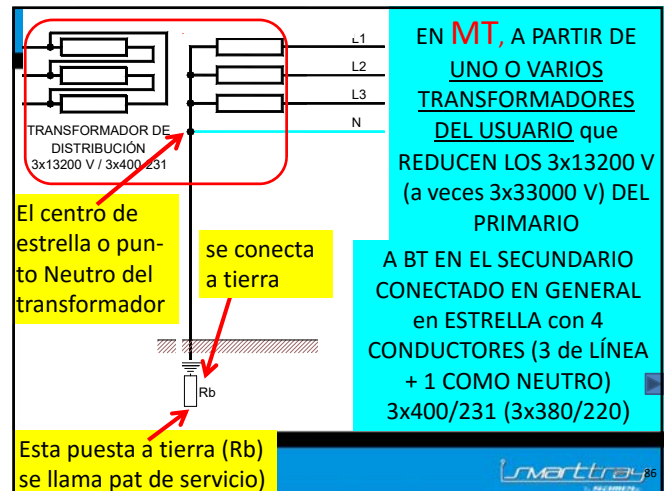
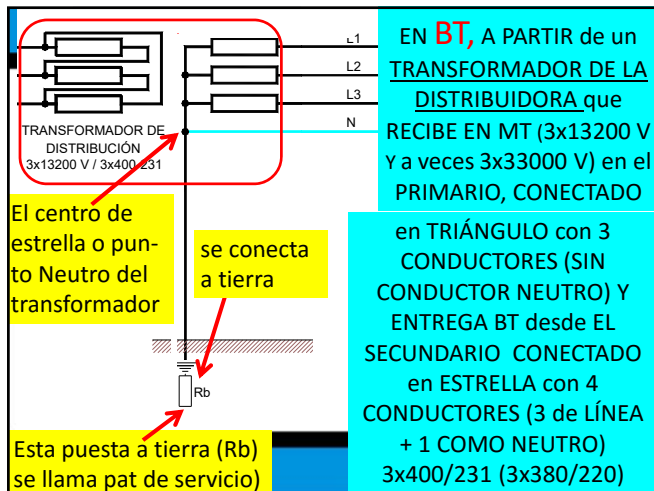


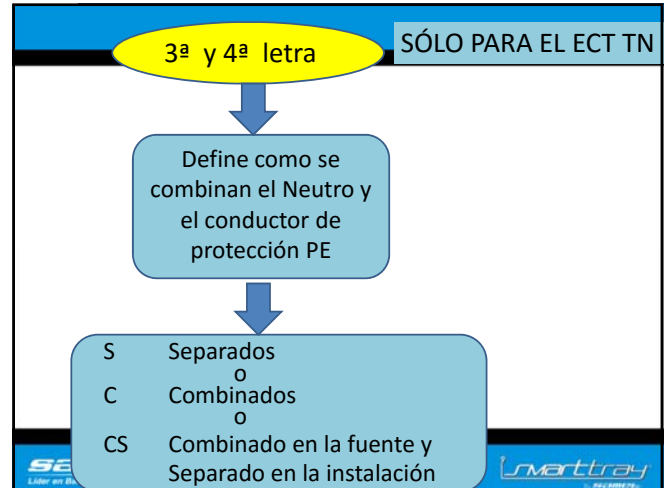
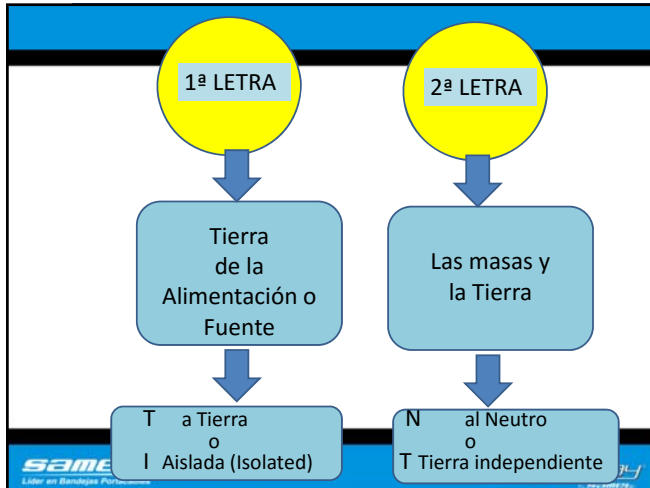
ESO NOS OBLIGA A COMPRENDER PREVIAMENTE CÓMO SE DISTRIBUYE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN NUESTRO PAÍS

LA ENERGÍA ELÉCTRICA POR LAS REDES PÚBLICAS EN LA REPÚBLICA ARGENTINA SE DISTRIBUYE DE LA SIGUIENTE FORMA (EN GENERAL)

SAMEL
Líder en Bandejas Portacables

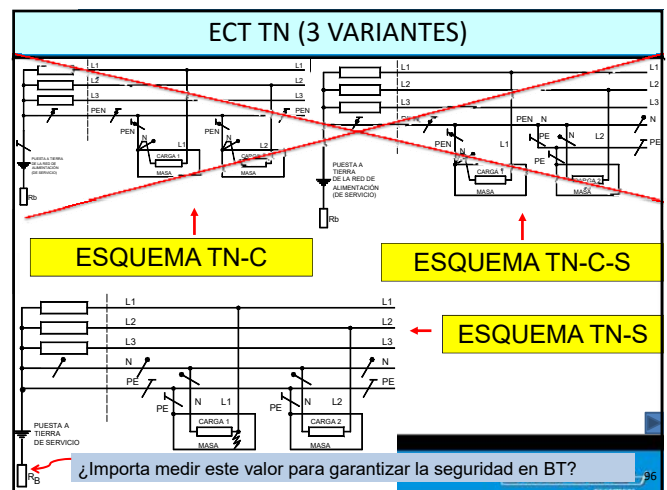
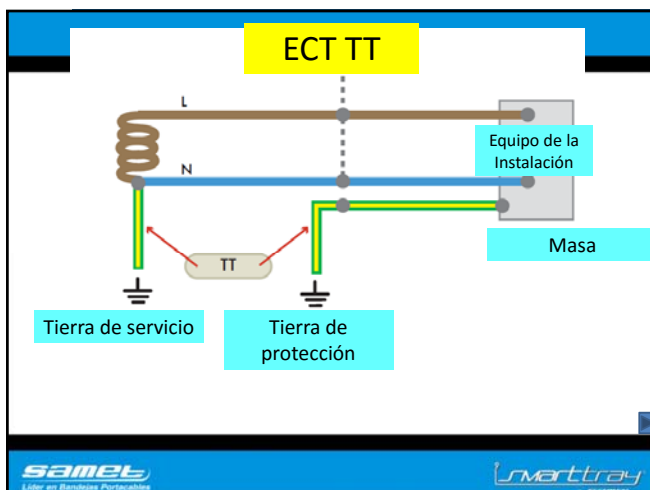
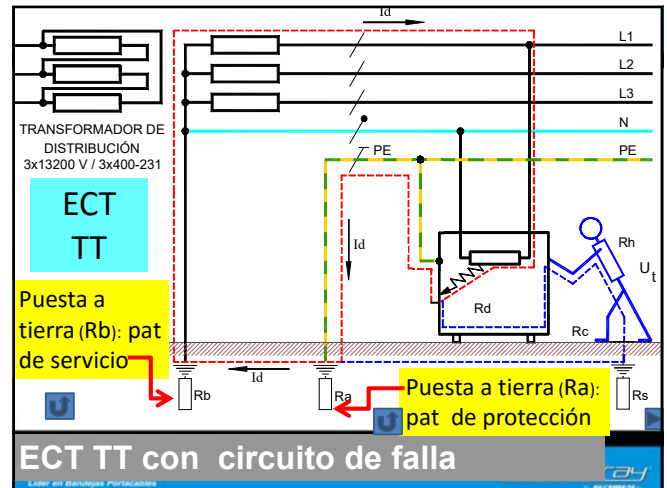
Unimatray³⁴
SOLUCIONES

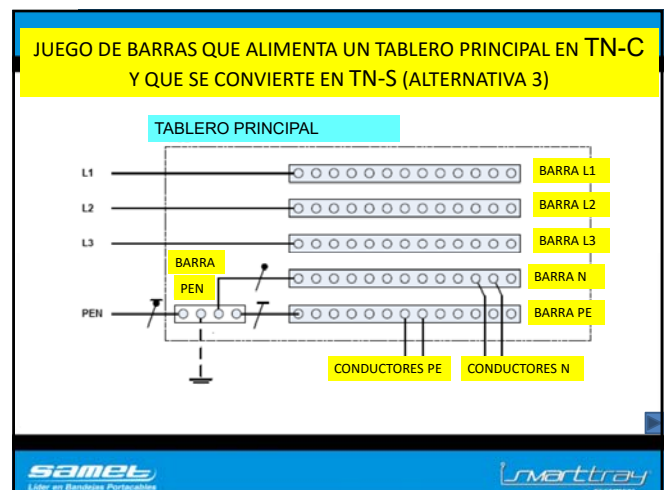
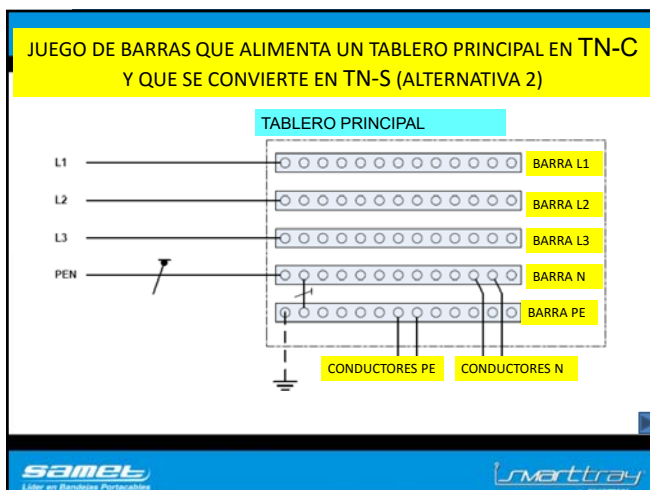
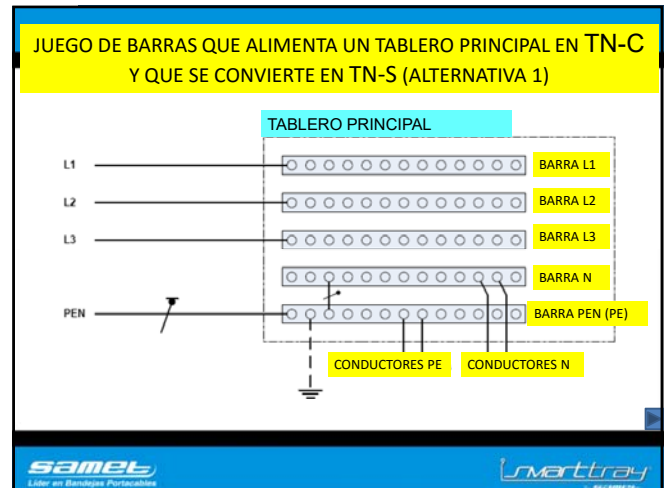
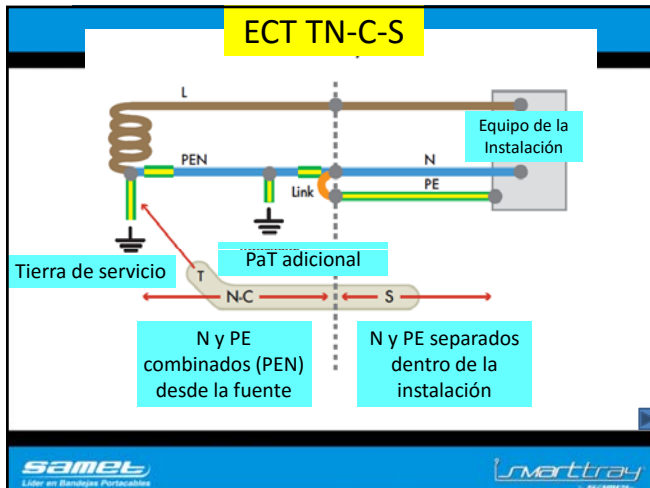
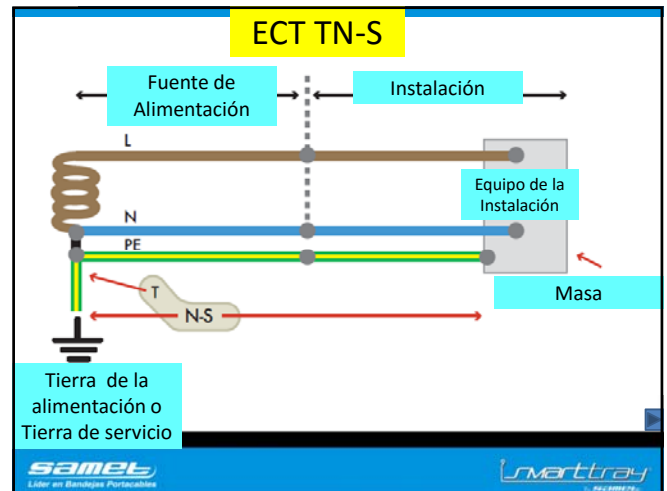
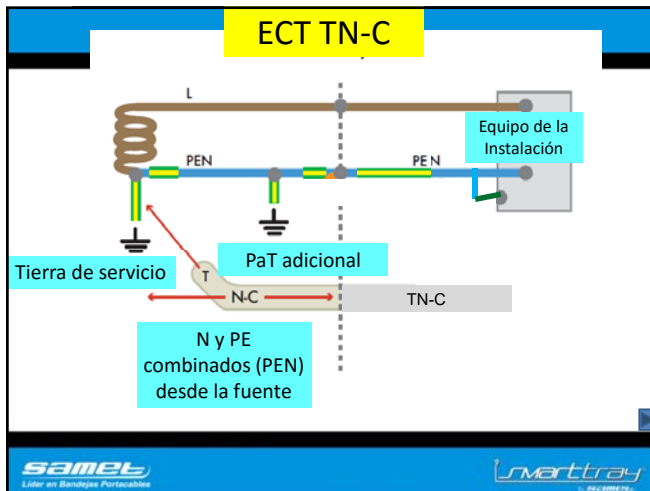


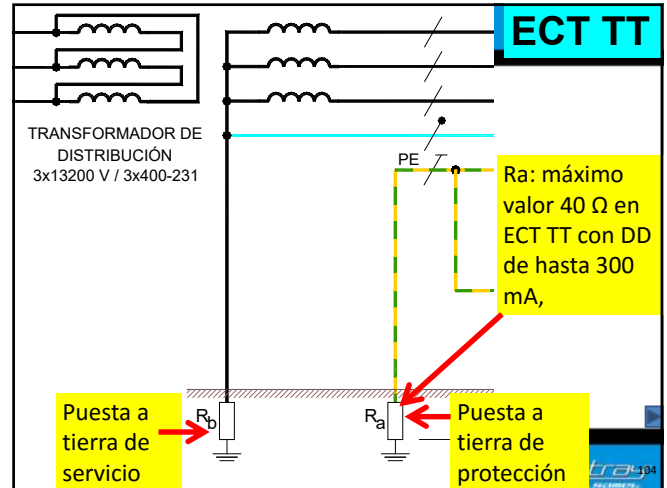
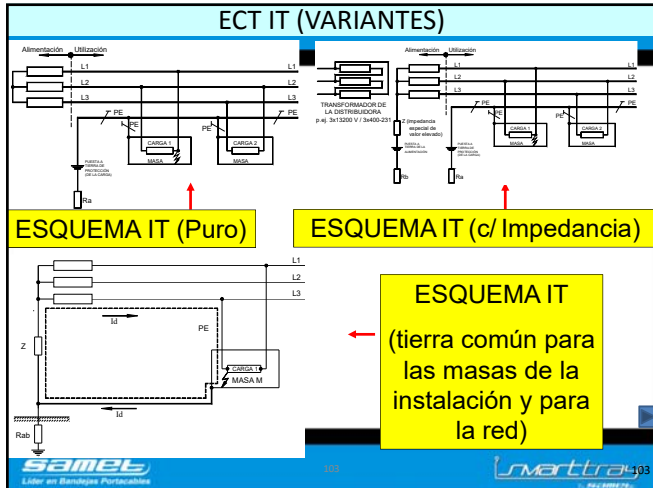


EL CONOCIMIENTO DEL **ECT EMPLEADO** NOS PERMITE DETERMINAR

- CUÁLES SON LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN PERMITIDOS CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS,
- CUÁLES SON LAS TENSIONES DE CONTACTO ESPERABLES y
- CUÁLES SON LOS TIEMPOS MÁXIMOS TOLERABLES PARA LA DESCONEXIÓN







¿Y la Rpat de protección en otros países?

En las viviendas de Francia 100 Ω con ID 500 mA o 500 Ω con ID de 30 mA

¿Y en Holanda? $\leq 166 \Omega$

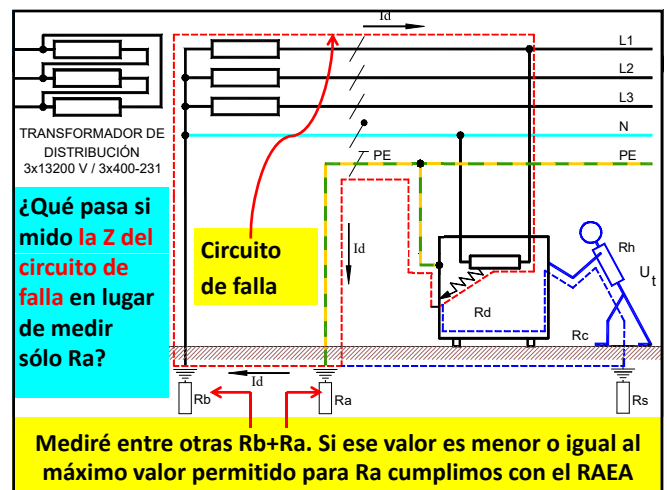
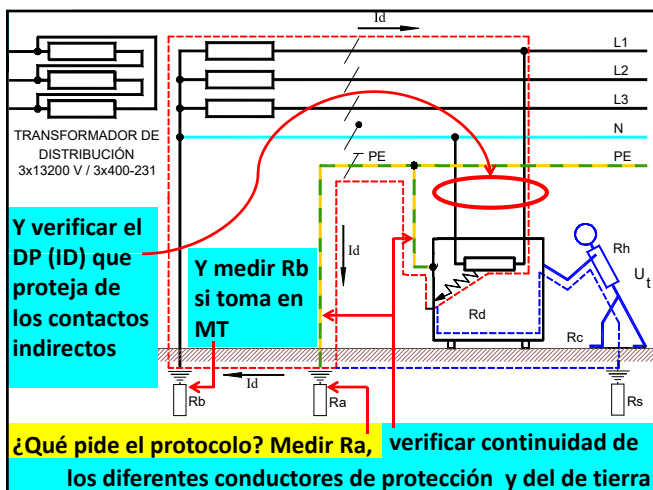
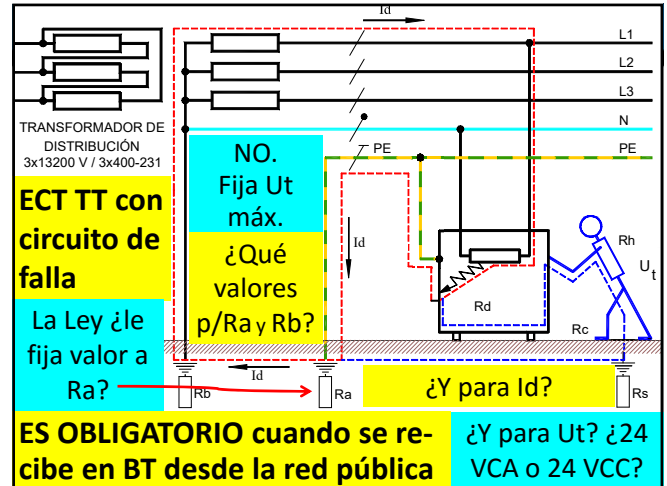
En Bélgica 30 Ω con ID de 300 mA; y 30 $\Omega \leq R_{pat} \leq 100 \Omega$ con ID 100 mA

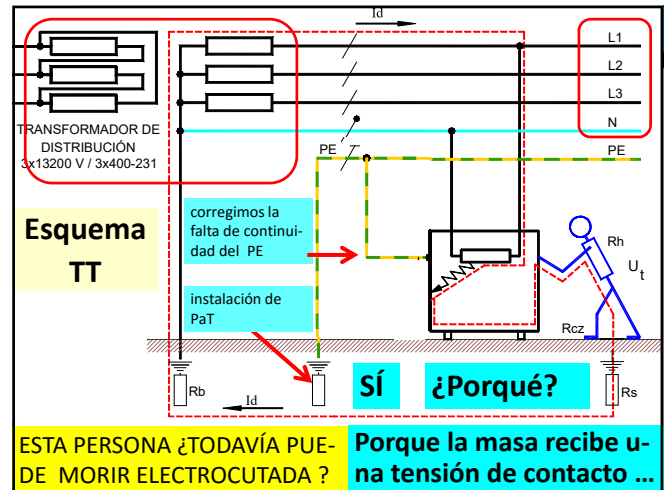
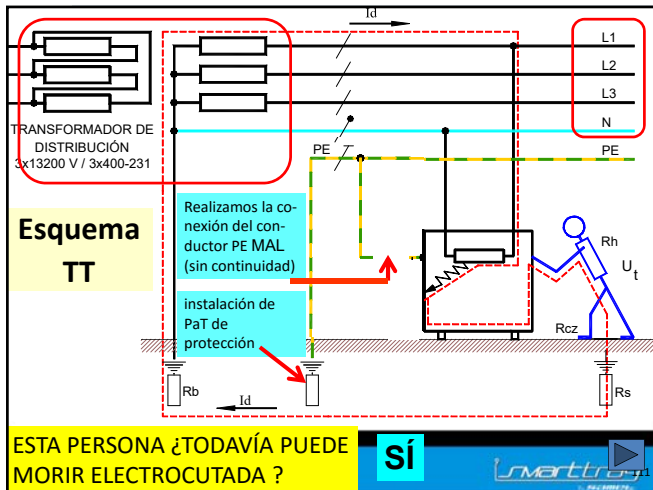
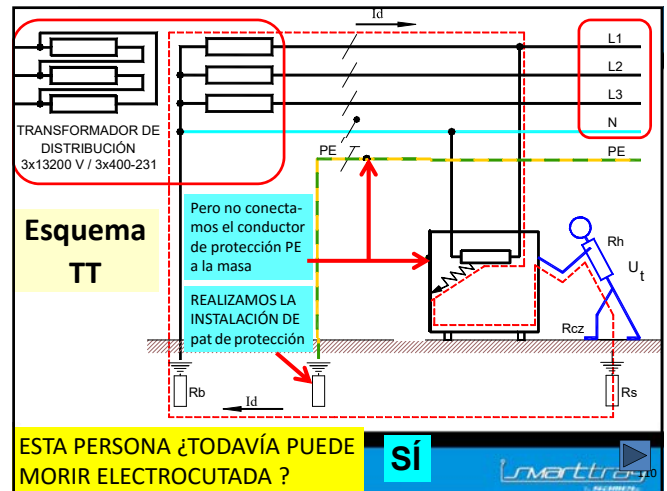
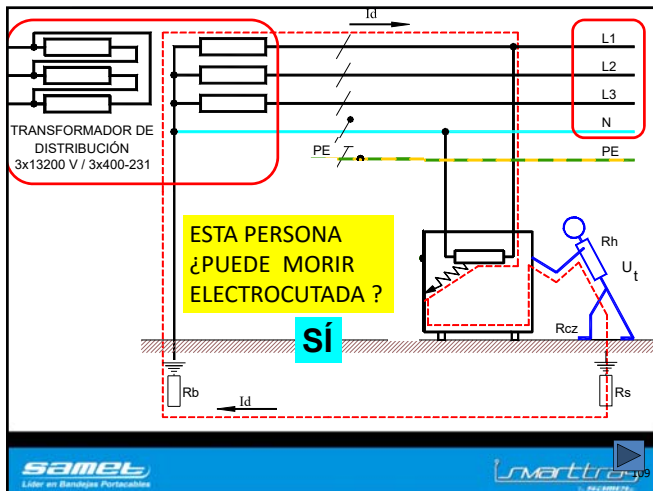
En España y en Italia no se fija valor para la Rpat; Solo se indica no superar la UL (50 V y 25 V CA o 120 V y 60 V CC)

¿Y en EEUU? 25 Ω pero OJO ES TN-S

SAMEL Líder en Bandejas Portacables

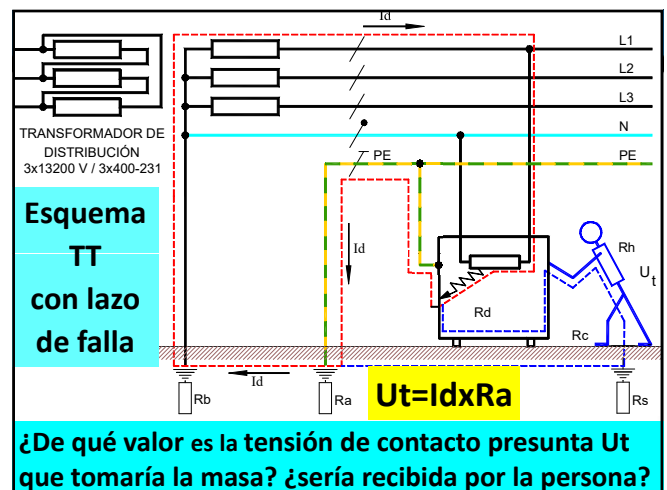
Unimatray





Porque la masa recibe una
tensión de contacto ...

PELIGROSA



¿Cómo se calcula la corriente de falla?

La corriente de defecto o falla surge de aplicar la ley de ohm al circuito de falla, es decir:

$$I_d = \frac{U_0}{Z_T + Z_{L1} + R_d + R_{PE} + R_a + R_b}$$

Se desprecian los 4 primeros términos del divisor por ser muy bajos y queda

$$I_d = \frac{U_0}{R_a + R_b}$$

SIMPLIFICANDO DESPRECIAMOS

Suponemos $R_b = 1 \Omega$ y $R_a = 10 \Omega$

$$I_d = \frac{U_0}{R_a + R_b} = \frac{220}{10 + 1} = 20 \text{ A}$$

$$U_t = I_d \times R_a = 20 \times 10 = 200 \text{ Vca}$$

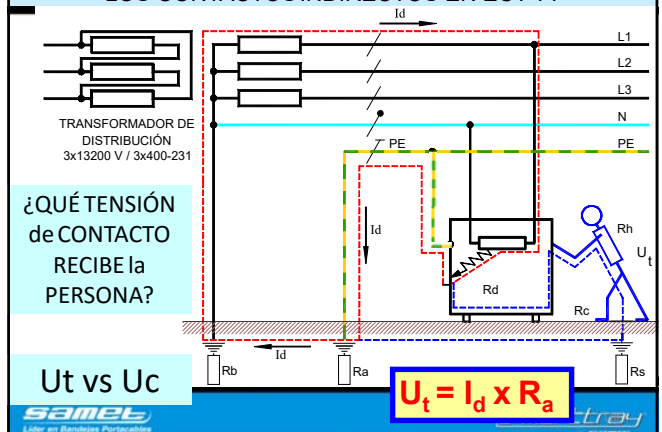
SIMPLIFICANDO DESPRECIAMOS

Si ahora suponemos $R_b = 1 \Omega$ y $R_a = 40 \Omega$

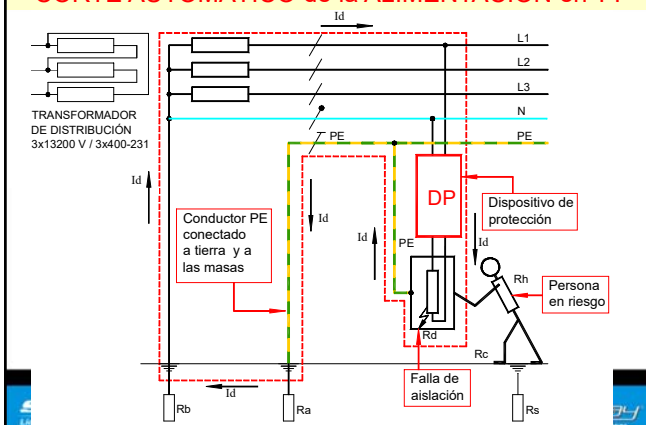
$$I_d = \frac{U_0}{R_a + R_b} = \frac{220}{40 + 1} = 5,37 \text{ A}$$

$$U_t = I_d \times R_a = 5,37 \times 40 = 215 \text{ Vca}$$

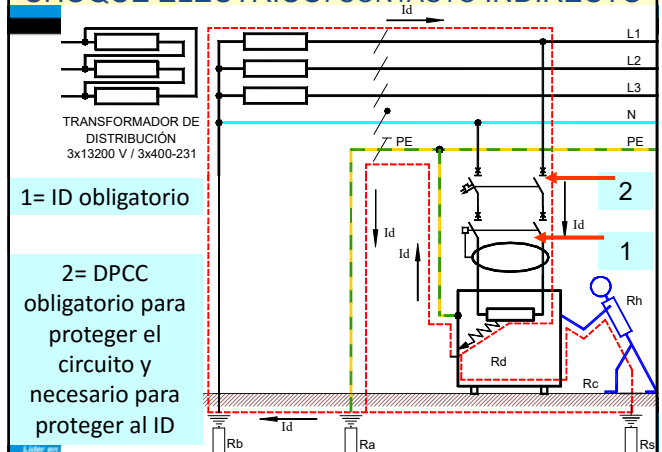
Choque Eléctrico: RESUMEN DE LA PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS EN ECT TT



PROTECCIÓN c/ los CONTACTOS INDIRECTOS por CORTE AUTOMÁTICO de la ALIMENTACIÓN en TT



CHOQUE ELÉCTRICO: CONTACTO INDIRECTO



CONCLUSIÓN PARA EL ECT TT

- 1) NO ALCANZA CON MEDIR LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA (para garantizar seguridad) AUNQUE SU VALOR ESTÉ DENTRO DEL MÁXIMO PERMITIDO (40Ω CON ID DE 300 mA)
- 2) NO ALCANZA CON COMPROBAR LA CONTINUIDAD DEL CONDUCTOR DE PROTECCIÓN PARA GARANTIZAR SEGURIDAD
- 3) SE DEBE VERIFICAR QUE EXISTA INSTALADO UN INTERRUPTOR o DISPOSITIVO DIFERENCIAL

samet
Líder en Bandejas Portacables

Unimatray
RECAMBIO

CONCLUSIÓN PARA EL ECT TT

- 1) ¿Porqué en el ECT TT no se pueden proteger los contactos indirectos con un PIA o un ITM o con un fusible?
- 2) Porqué la corriente de falla a tierra (por falla de aislación) no es lo suficientemente alta como para lograr la operación de aquellos DP
- 3) ¿Qué valores de corriente de falla se requieren para obtener la actuación de aquellas protecciones?

samet
Líder en Bandejas Portacables

Unimatray
RECAMBIO

¡¡¡ATENCIÓN!!!

¿Qué se debe medir en los ID de riel DIN?

Que no dispare con $0,5 I_{\Delta n}$

Si dispara como máximo en 300 ms con $I_{\Delta n}$

Si dispara como máximo en 150 ms con $2x I_{\Delta n}$

Si dispara como máximo en 40 ms con $5x I_{\Delta n}$

Y finalmente se verifica con que valor de I_{Δ} dispare y en que tiempo cuando se aumenta gradualmente la I_{Δ}

samet
Líder en Bandejas Portacables

Unimatray
RECAMBIO

¡¡¡ATENCIÓN!!!

En el ECT TT es tan importante medir la **Rpat** como la **continuidad del PE**, entre cada masa eléctrica y la barra equipotencial principal, entre cada masa extraña y la barra equipotencial principal, entre bornes de tierra de cada tomacorriente, etc.

samet
Líder en Bandejas Portacables

Unimatray
RECAMBIO

¡¡¡ATENCIÓN!!!

La continuidad puede medirse con un instrumento que entregue al menos 0,2 A con una tensión de entre 4 y 24 V en CC o en CA (IEC 61557-4)

samet
Líder en Bandejas Portacables

Unimatray
RECAMBIO

¡¡¡ATENCIÓN!!!

La medición de la **Rpat** se la puede medir con **telurímetro**.

También puede medirse (como se ha indicado) la impedancia del circuito de falla que incluye la **Rpat** (da valores mayores pero nos ubica dentro del rango seguro)

samet
Líder en Bandejas Portacables

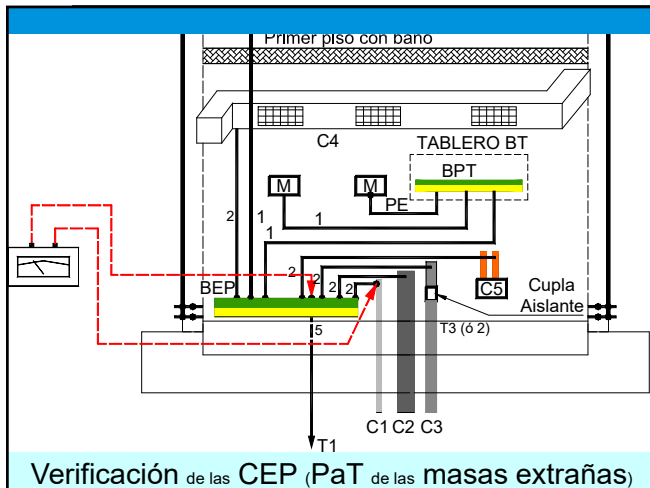
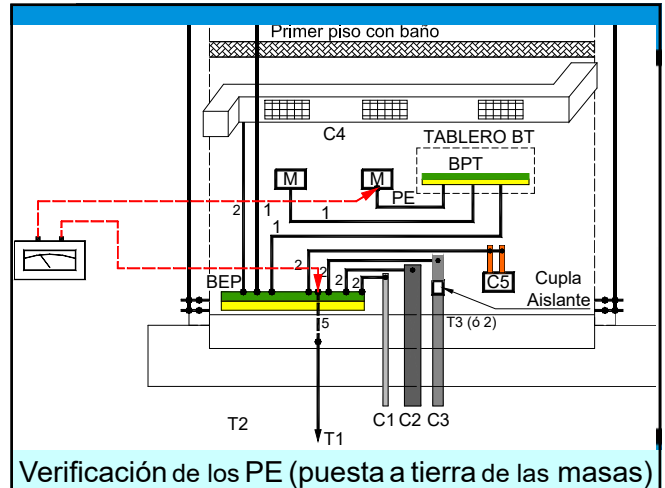
Unimatray
RECAMBIO

La medición de la R_{pat} de protección en forma específica se puede obviar ya que con los instrumentos modernos que hoy existen y que responden a la Norma IEC 61557 se puede medir la impedancia del lazo de falla que incluye la R_{pat} de servicio de la Distribuidora (Neutro) y la R_{pat} de protección, incluyendo los conductores.

Esta medición arroja valores mayores pero está permitido su empleo por la RAEA

SAMEL
Líder en Bandejas Portables

Unimatray
SOLUCIONES



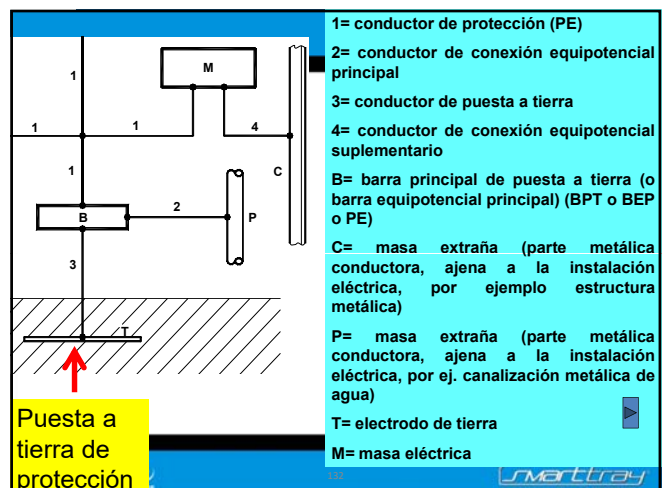
RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS ELÉCTRICAS en ECT TT Y SELECTIVIDAD

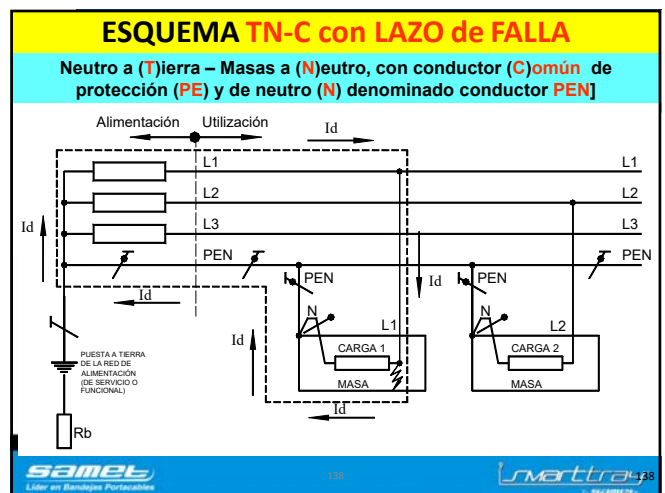
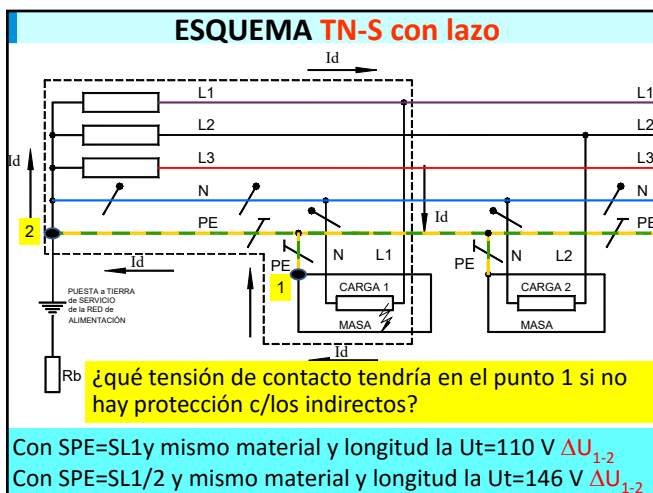
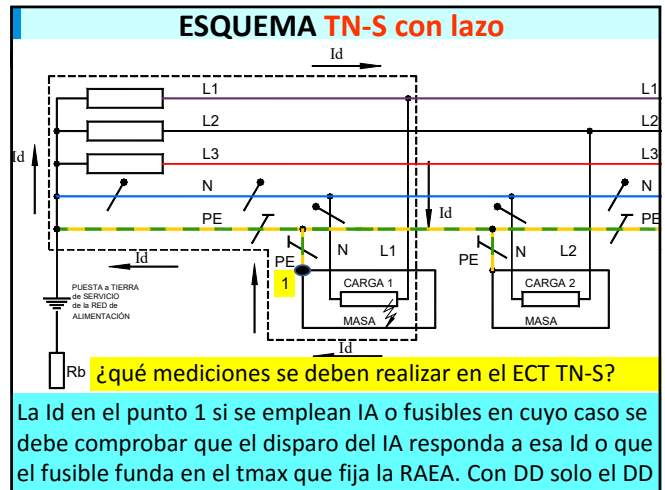
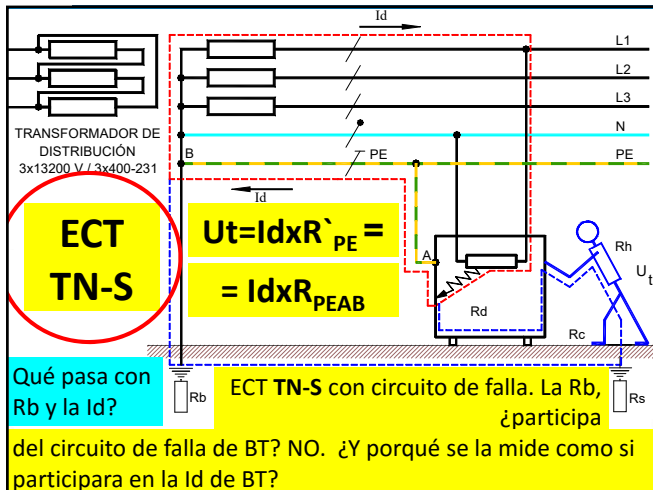
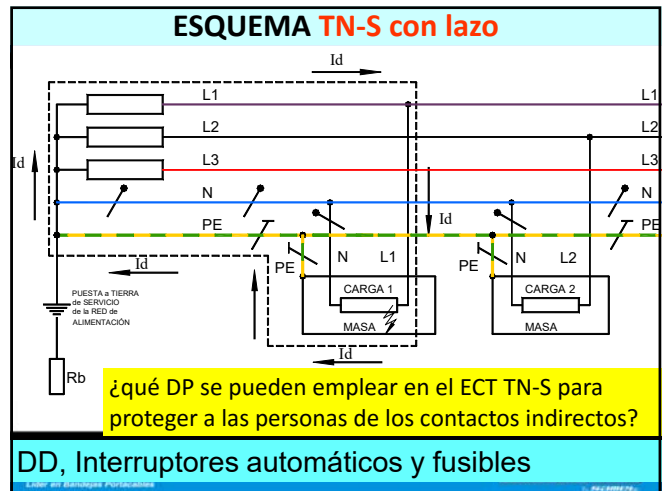
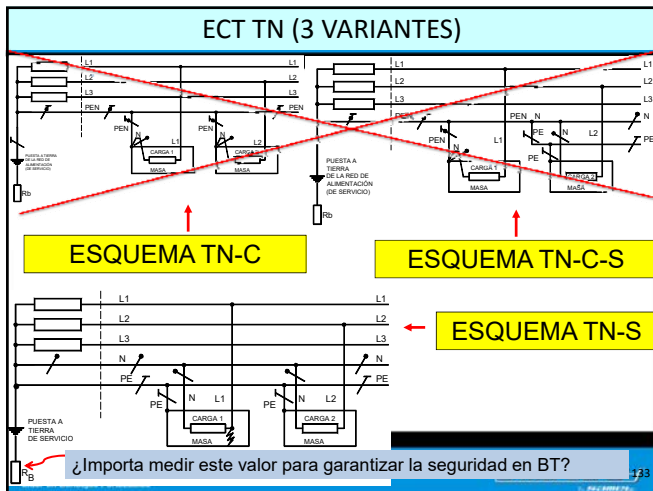
En la RAEA se indica en una tabla, la R_{pat} máxima permitida en el ECT TT para no superar **12 V** en lugar de **24 V** como tensión límite de contacto U_L para $I_{\Delta n}$ mayores (ver tabla siguiente)

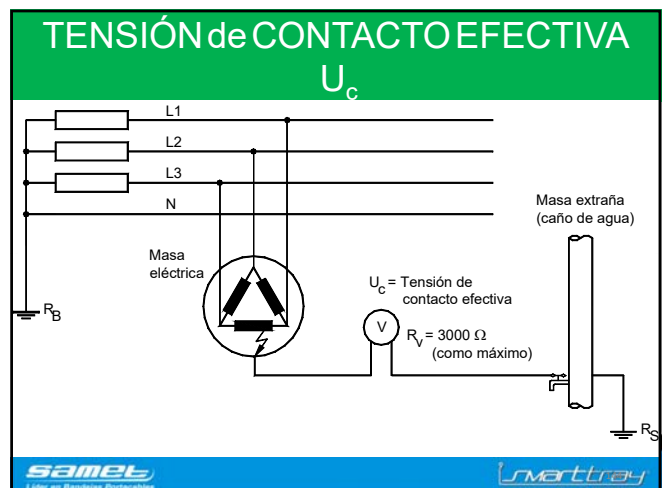
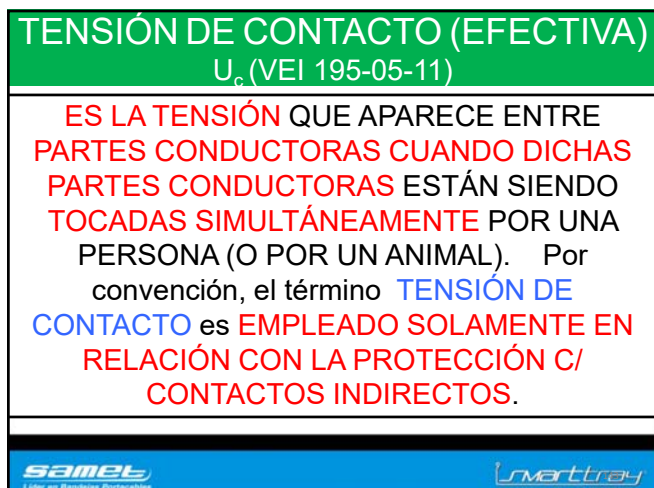
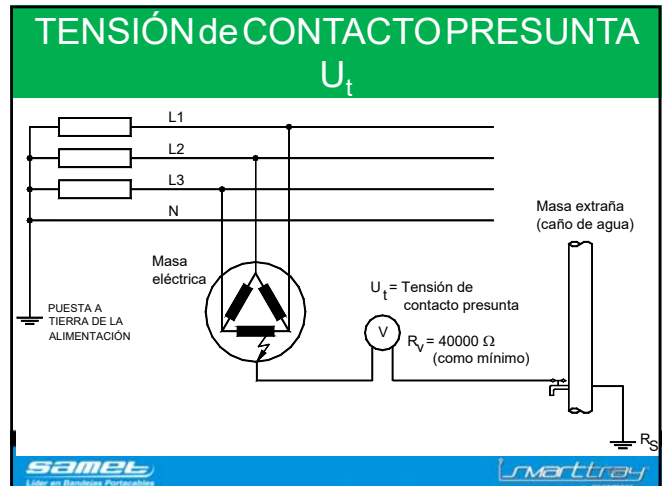
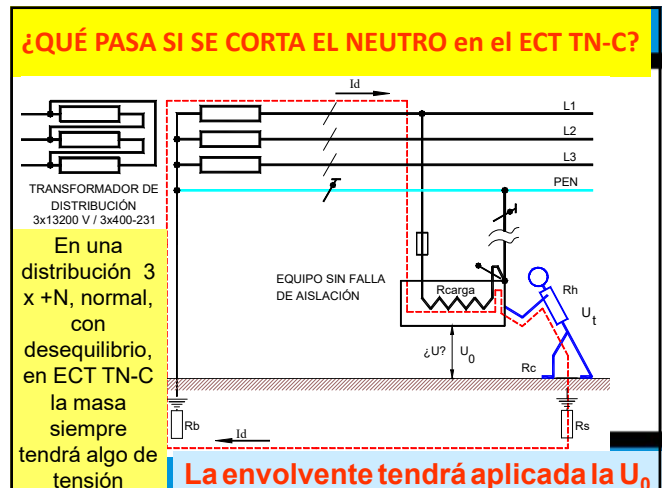
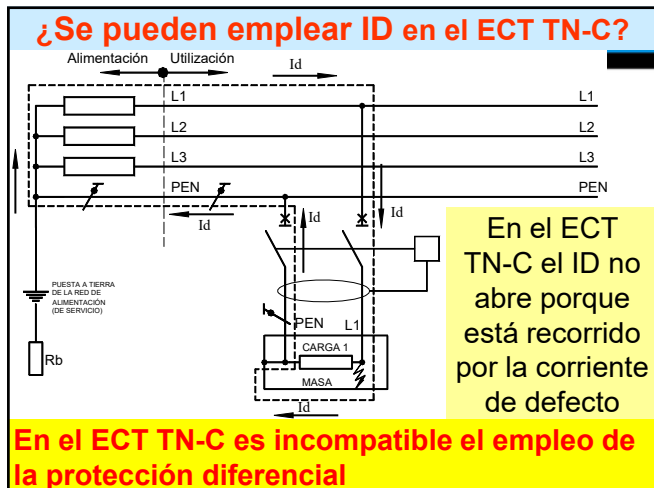
SAMEL
Líder en Bandejas Portables

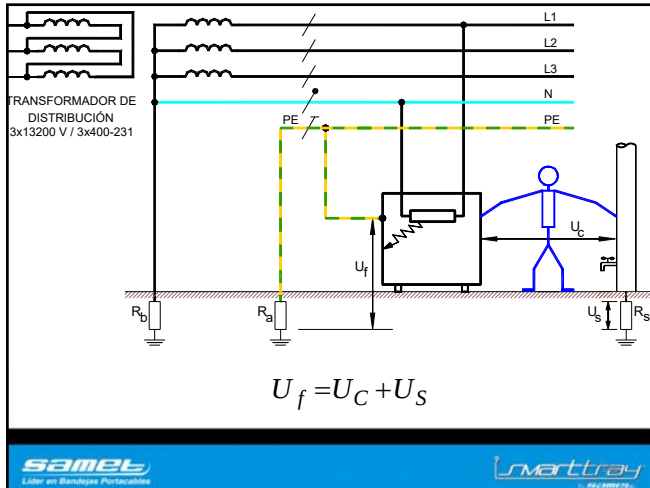
Unimatray
SOLUCIONES

Corriente diferencial máxima asignada del DD $I_{\Delta n}$		Columna 1 Valor máximo de la resistencia de la toma de tierra de las masas (R_a) para $U_L = 50 \text{ V}$	Columna 2 Valor máximo de la resistencia de la toma de tierra de las masas (R_a) para $U_L = 24 \text{ V}$	Columna 3 Valor máximo permitido de la resistencia de la toma de tierra de las masas (R_a)
Sensibilidad Baja	20 A	$R_a \leq 2,5 \Omega$	$R_a \leq 1,2 \Omega$	$R_a \leq 0,6 \Omega$
	10 A	$R_a \leq 5 \Omega$	$R_a \leq 2,4 \Omega$	$R_a \leq 1,2 \Omega$
	5 A	$R_a \leq 10 \Omega$	$R_a \leq 4,8 \Omega$	$R_a \leq 2,4 \Omega$
	3 A	$R_a \leq 17 \Omega$	$R_a \leq 8 \Omega$	$R_a \leq 4 \Omega$
Sensibilidad media	1 A	$R_a \leq 50 \Omega$	$R_a \leq 24 \Omega$	$R_a \leq 12 \Omega$
	500 mA	$R_a \leq 100 \Omega$	$R_a \leq 48 \Omega$	$R_a \leq 24 \Omega$
	300 mA	$R_a \leq 167 \Omega$	$R_a \leq 80 \Omega$	$R_a \leq 40 \Omega$
Sensibilidad Alta	100 mA	$R_a \leq 500 \Omega$	$R_a \leq 240 \Omega$	$R_a \leq 40 \Omega$
	Hasta 30 mA inclusive	$500 \Omega < R_a \leq 1666 \Omega$	$R_a \leq 800 \Omega$	$R_a \leq 40 \Omega$





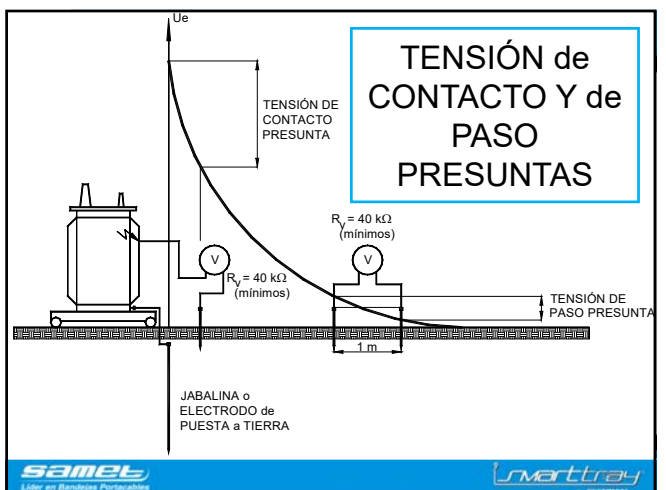
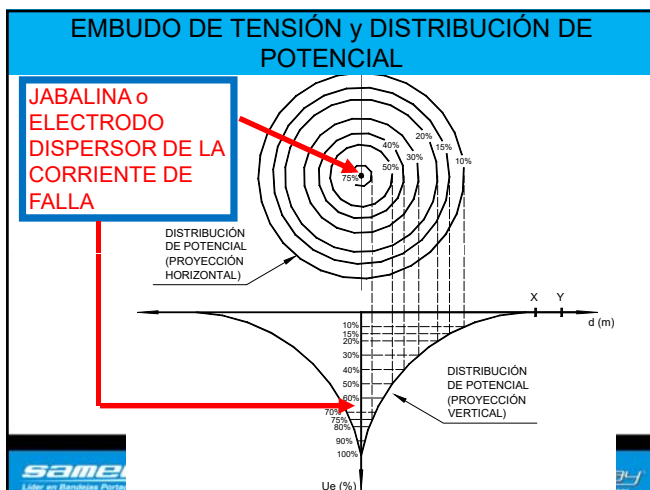
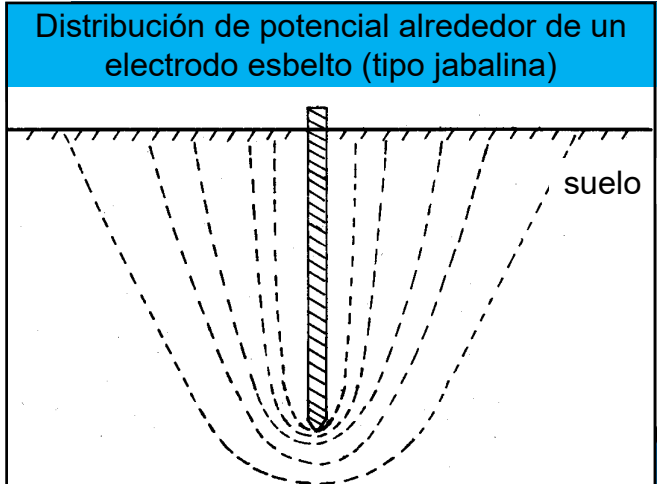
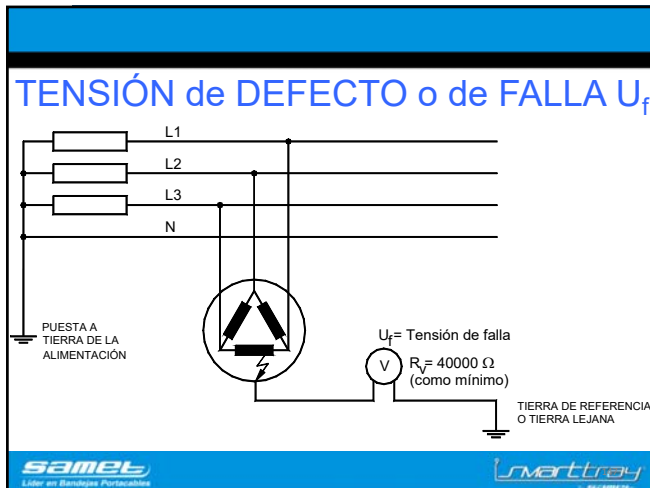


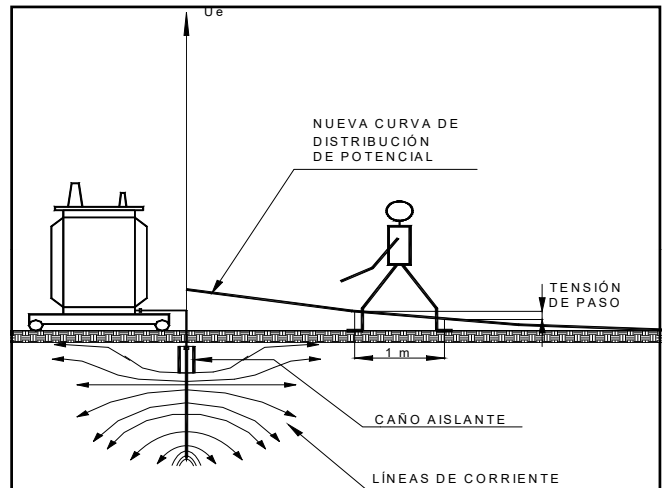
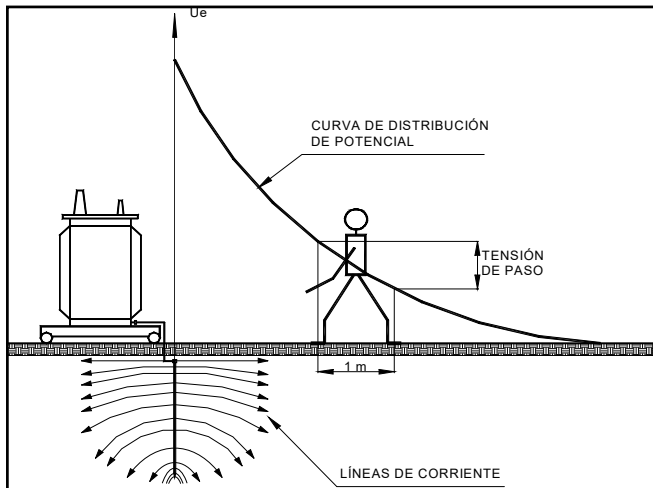
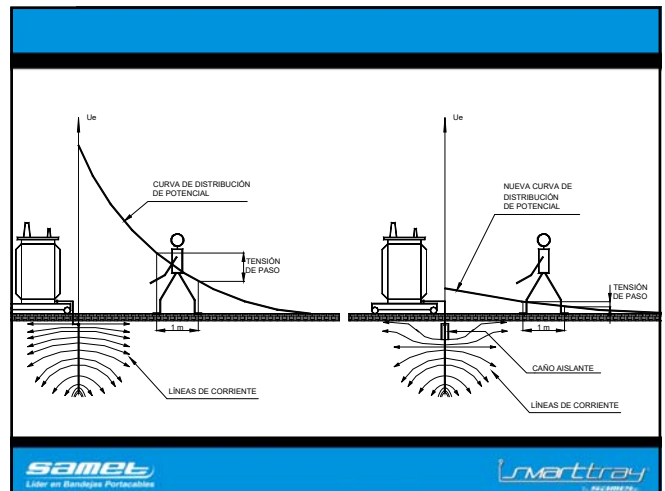
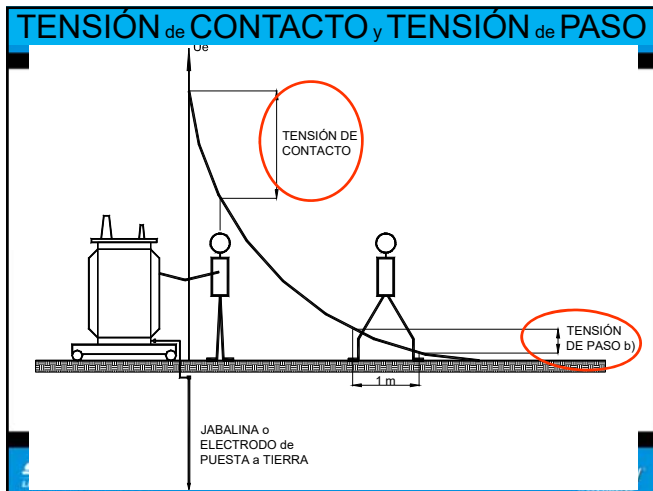


TENSIÓN de DEFECTO o de FALLA U_f (VEI 826-11-02)

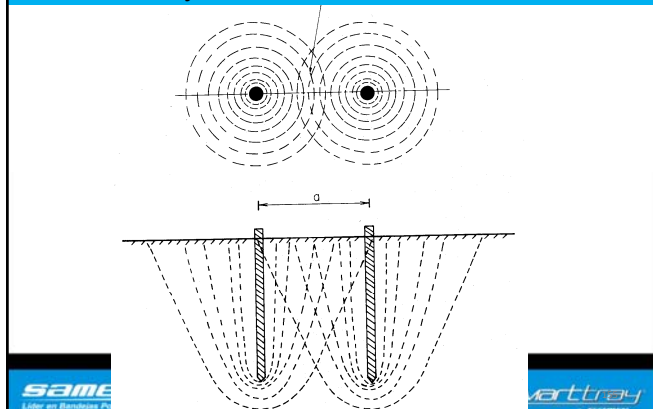
Es la **tensión** que aparece entre un punto dado de defecto o **falla** y la tierra de **referencia** como consecuencia de un defecto (o **falla**) de aislación.

La tensión de falla puede ser medida con un voltímetro de Ri mínima de 40.000 Ω (ohm)

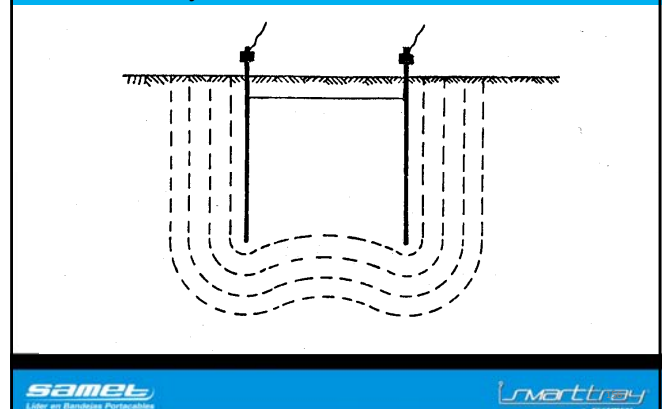


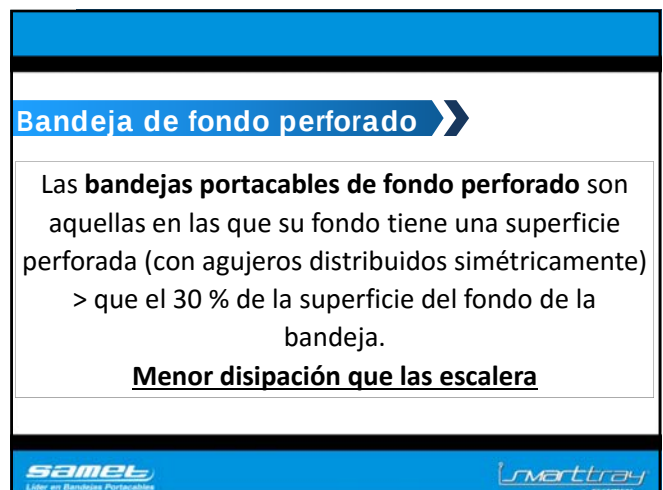
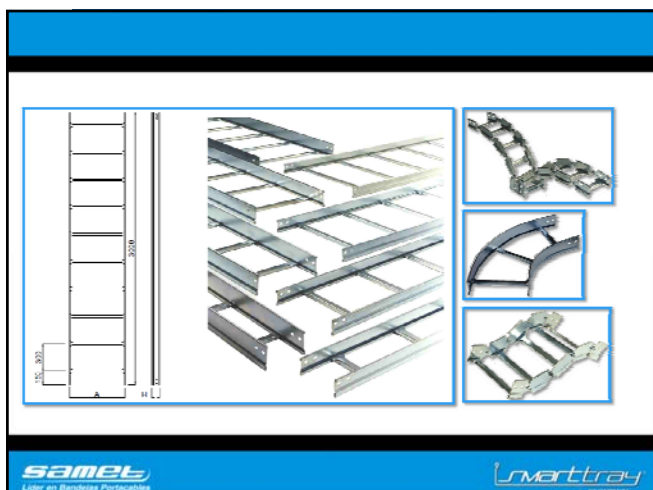
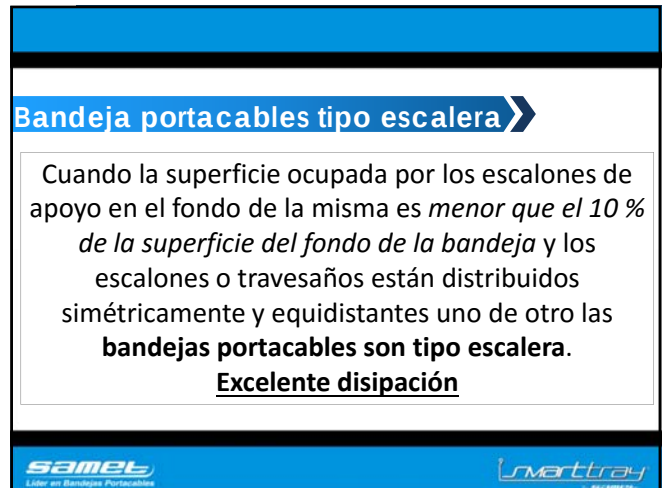
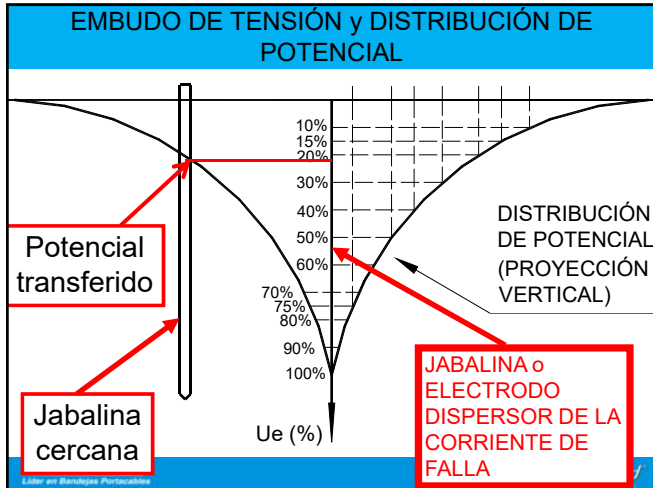


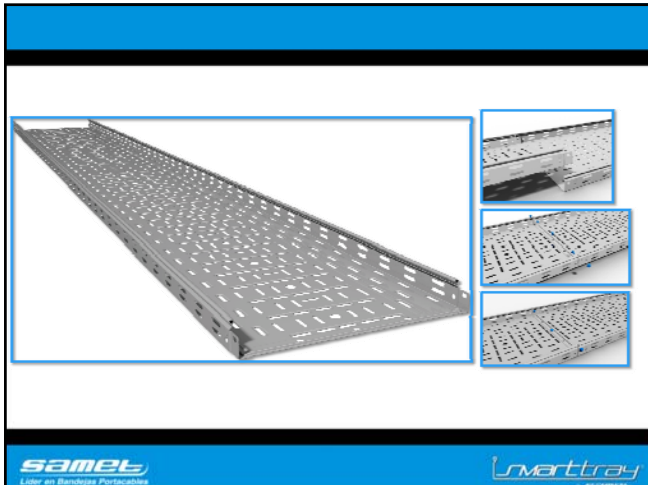
Electrodos en paralelo no aprovechados al 100% y Zona de interferencia



Electrodos en paralelo no aprovechados al 100% y Zona de interferencia

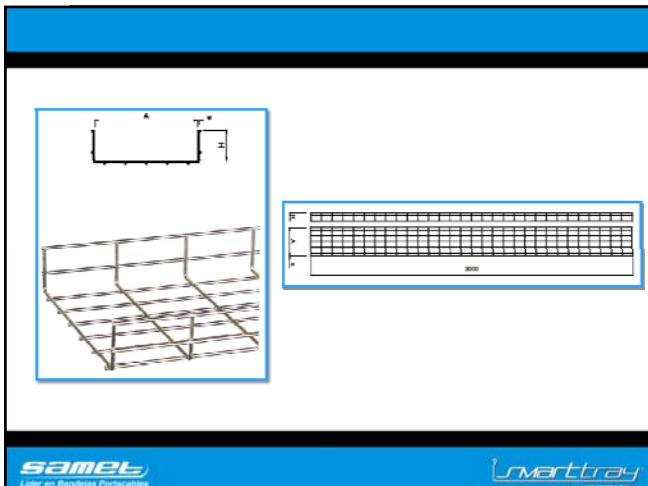






Bandeja de alambre >

Son **bandejas porta-cables construidas con** alambre de 4 y 4,5 mm de Ø. El RAEA limita a 16 mm² la sección máxima de los cables a emplear dentro de ellas.
Excelente disipación



Bandeja de fondo no perforado >

Las **bandejas portacables de fondo sólido o no perforado** son aquellas en las que su fondo tiene una superficie perforada menor o igual al 30 % de la superficie del fondo de la bandeja. **Peor disipación que otras bandejas**

Preguntas usuales

¿Que tipo de cables y conductores se pueden instalar en las bandejas portacables?

¿Se pueden apilar esos cables y conductores?

¿Es lo mismo hablar de cables y hablar de conductores?

¿Se pueden emplear conductores desnudos?

¿Cómo se calcula o se eligen las secciones de los conductores de los cables instalados en las bandejas portacables?

Las bandejas portacables ¿con qué objetivo se deben conectar a tierra?

¿De qué manera se debe realizar la conexión a tierra?

¿Esa conexión a tierra es para que la bandeja portacable conduzca la corriente de falla, o es sólo para igualar potenciales?

¿Los cables de datos, señales y en general de bajas corrientes pueden cohabitar con los de potencia?

samel
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
SOLUCIONES



¿Son masas eléctricas?

o

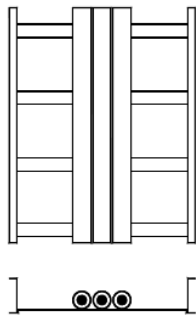
¿Son masas extrañas?

samel
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
SOLUCIONES

Pregunta:

¿Qué corriente pueden transportar 3 cables unipolares de 95 mm² de Cu aislados en PVC en contacto en un plano en bandeja escalera a 40°C?



Pueden transportar 239 A (método F).

samel
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
SOLUCIONES

Esos cables ¿podrán ser empleados en una bandeja sólida con la misma corriente?

No (método C) 194 A

¿O en una de chapa perforada con la misma corriente?

No (método C) 194 A

¿O en una de alambre?

Por la corriente **Sí** (método F) 239 A.

Por ser de alambre **No** (max. 4x16)

samel
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
SOLUCIONES

MÉTODOS DE SUSTENTACIÓN

Cualquiera sea el método de sustentación, las bandejas portacables, sus accesorios, y sus soportes deberán cumplir con los ensayos indicados en la Norma IEC 61537.

samel
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
SOLUCIONES

Además se deberá verificar en obra, que los soportes, c/ la máx. carga establecida para c/u de ellos en la IEC 61537 mencionada, no puedan ser arrancados de sus puntos de apoyo en pared de mampostería, de hormigón, etc.

samel
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
SOLUCIONES

IMPORTANTE!

No se permite emplear, para las fijaciones a paredes de cualquier tipo, tarugos o tacos de madera. Se deben adoptar precauciones cuando se trate de fijar a paredes de ladrillos huecos, debiéndose emplear elementos de fijación adecuados a ese efecto.

SAMEL
Líder en Bandejas Portables

Smarttray
SOLUCIONES

Se deben utilizar alguno de los tipos de ménsula del catálogo para fijación a la pared, viga o columna o también un perfil C a pared, viga o columna y ménsula a perfil C que se desplaza sobre el mismo, facilitando la nivelación del tendido, sobre todo en instalaciones de varios niveles

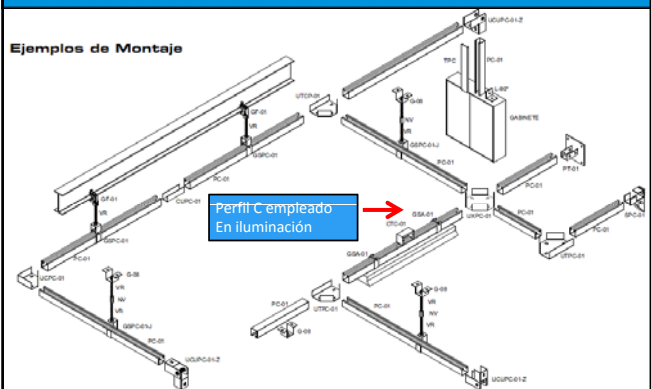
SAMEL
Líder en Bandejas Portables

Smarttray
SOLUCIONES

Es recomendable que el proyecto contemple la instalación de perfiles C de una longitud generosa (60 cm o más) montados sobre paredes, columnas o vigas, que permitan montar sobre c/u de ellos ménsulas para distintos servicios, debiendo ser la primera ménsula (la ubicada a mayor altura) la destinada para la bandeja portables.

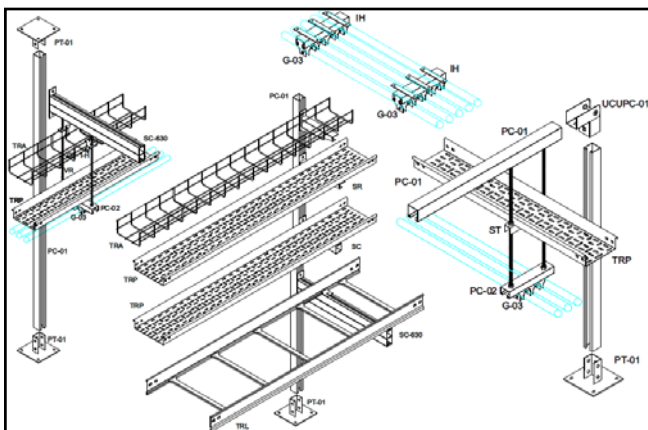
SAMEL
Líder en Bandejas Portables

Smarttray
SOLUCIONES

Ejemplos de Montaje

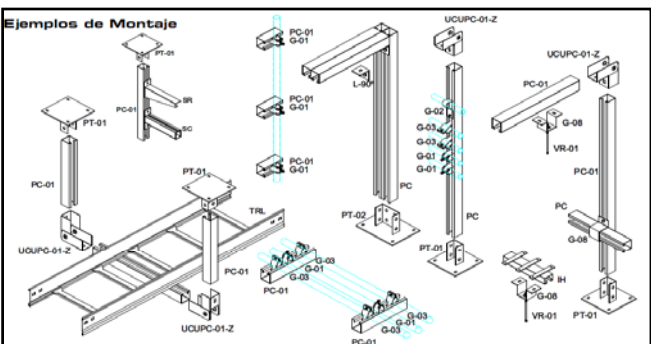
SAMEL
Líder en Bandejas Portables

Smarttray
SOLUCIONES



SAMEL
Líder en Bandejas Portables

Smarttray
SOLUCIONES

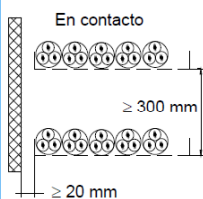
Ejemplos de Montaje

En los casos que deban ser suspendidas del techo pueden usarse grapas de suspensión c/ varilla roscada, fijarse al techo con una platabanda con perfil C y luego ménsulas

SAMEL
Líder en Bandejas Portables

Smarttray
SOLUCIONES

Si se emplearan varios planos de Bandejas Portacables, se deberá mantener, como mínimo, una distancia en altura entre ellas de 30 cm para poder adoptar los valores de corriente admisible dados por la RAEA para esos casos.



SAMEL
Líder en Bandejas Portacables

Imatray
RECAMBIOS

Las ménsulas que se podrán montar en los perfil C serían entre otras:

- Ménsulas p/ Bandejas Portacables,
- Ménsulas p/ el apoyo de caños eléctricos,
- Ménsulas p/ el apoyo de caños de agua, aire, vapor, etc.

En muchos casos se empleará el mismo perfil C para fijar sobre él, mediante una grapa adecuada, la cañería requerida.

SAMEL
Líder en Bandejas Portacables

Imatray
RECAMBIOS

Diferencias entre conductores y cables

En la RAEA se distingue entre **conductor desnudo**, **conductor aislado** y **cable**. Se entiende por **conductor desnudo** al **conductor sin aislación básica**, por **conductor aislado** al **conductor aislado con aislación básica**, y se entiende por **cable** al **conductor aislado y con una cubierta aislante**.

SAMEL
Líder en Bandejas Portacables

Imatray
RECAMBIOS

Diferencias entre conductores y cables

Este tipo de **cable** puede ser **unipolar** (un solo conductor aislado y con cubierta aislante) o **multipolar** (varios conductores aislados bajo una misma cubierta aislante). Cuando se trate de conductor desnudo se indicará expresamente.

SAMEL
Líder en Bandejas Portacables

Imatray
RECAMBIOS

Cables para energía PERMITIDOS para el tendido en Bandejas Portacables

➤ Los cables que cumplen **IRAM 2178 (conocidos como cables subterráneos)**, con conductores de Cu o Al aislados con material termoplástico (PVC), o materiales termoestables (XLPE), de 1,1 kV a 33 kV.

SAMEL
Líder en Bandejas Portacables

Imatray
RECAMBIOS

Cables para energía PERMITIDOS para el tendido en Bandejas Portacables

➤ Los cables de comando que cumplen con **IRAM 2268 (que también son cables subterráneos)**, aislados en PVC, para control, señalización, medición, protección y comandos eléctricos a distancia con Un de hasta 1,1 kV inclusive.

SAMEL
Líder en Bandejas Portacables

Imatray
RECAMBIOS

Cables para energía PERMITIDOS para el tendido en Bandejas Portacables

- Los cables de potencia y de control y comando que cumplen con **IRAM 62266 (que también son cables subterráneos)** y que son cables, de baja emisión de humos y libres de halógenos, LSØH, para una tensión nominal de 1 kV).

samet
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
SOLUCIONES

Cables para energía NO PERMITIDOS para el tendido en Bandejas Portacables

No podrán emplearse para transportar energía en las Bandejas Portacables los siguientes cables y Conductores:

- Cables que cumplen con la Norma IRAM 247-5 (antes IRAM 2158) conocidos como cables TPR o cables Taller.

samet
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
SOLUCIONES

Cables para energía NO PERMITIDOS para el tendido en Bandejas Portacables

- Conductores aislados (con aislación básica) que cumplen con la Norma IRAM 247-3 (antes IRAM 2183).
- Conductores desnudos.

samet
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
SOLUCIONES

Conductores y cables permitidos y no permitidos para "puesta a tierra (pat)"

Conductores de protección PE, conductores equipotenciales EQP, conductores de pat funcional FE

No se permite utilizar la bandeja portacables como PE. **No obstante**, tanto las bandejas portacables metálicas que soporten cables eléctricos como las cañerías que se apoyen en ellas, o las estructuras metálicas en las que apoyan las ménsulas o los soportes de apoyo de las Bandejas Portacables, se **deberán equipotencializar a tierra**, como se indica más adelante.

samet
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
SOLUCIONES

Se permiten como conductores de protección y como conductores de equipotencialidad por encima de una Bandeja Portacables a

- Los conductores aislados (con aislación básica) que cumplen con la Norma IRAM 247-3 (antes IRAM 2183) o con la Norma IRAM 62267 sólo si la aislación



samet
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
SOLUCIONES

Se permiten como conductores de protección y como conductores de equipotencialidad por encima de una Bandeja Portacables a

- Los cables unipolares de potencia que cumplen con la Norma IRAM 2178 y 62266, a los que habrá que identificar con cinta bicolor verde-amarillo cada 1,5 m.

samet
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
SOLUCIONES

Se permiten como conductores de protección y como conductores de equipotencialidad por encima de una Bandeja Portacables a

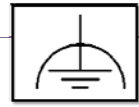
- Los conductores desnudos de cobre que cumplen con las Normas IRAM 2004 o IRAM NM 280 Clase 2.
- Los conductores EQP deberán estar identificados con las siglas EQP.

samet
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
SOLUCIONES

Se permiten como conductores de pat funcional (FE) por encima de una bandeja portacables a

- Los conductores aislados (con aislación básica) que cumplen con la Norma IRAM 247-3 (antes IRAM 2183) o c/ IRAM 62267. Dado que las normas IEC no definen color para ese conductor, la RAEA recomienda identificarlo con aislación color blanco y adicionalmente con anillos de identificación con el texto FE.



samet
Líder en Bandejas Portacables

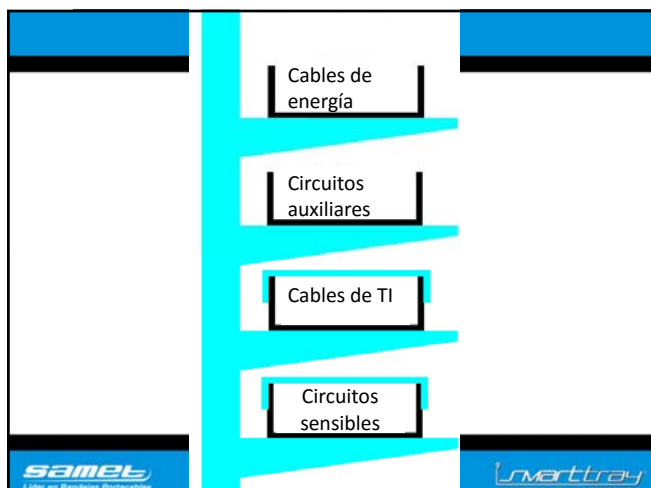
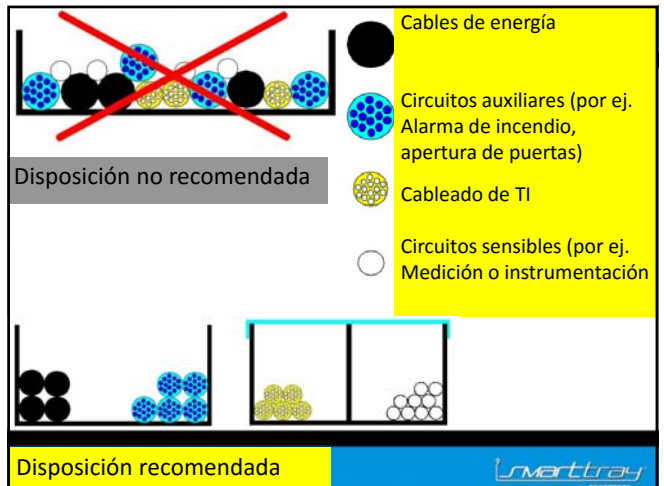
Smarttray
SOLUCIONES

Se permiten como conductores de pat funcional (FE) por encima de una bandeja portacables a

- Los cables unipolares de potencia que cumplen con las Normas IRAM 2178 y 62266, a los que habrá que marcar con cinta color blanco cada 1,5 m y adicionalmente con anillos de identificación con el texto FE.

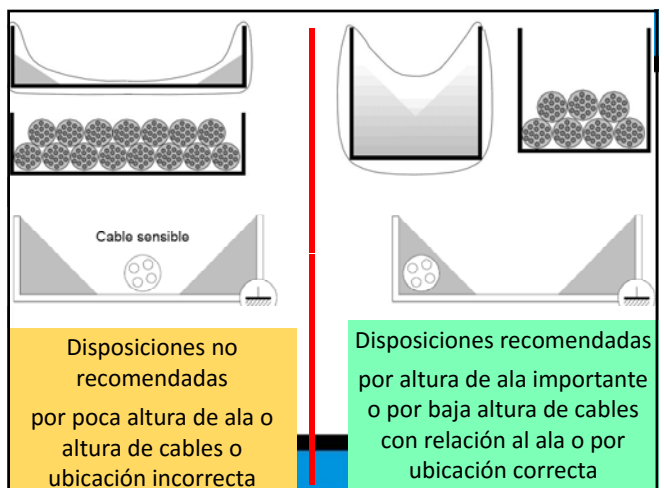
samet
Líder en Bandejas Portacables

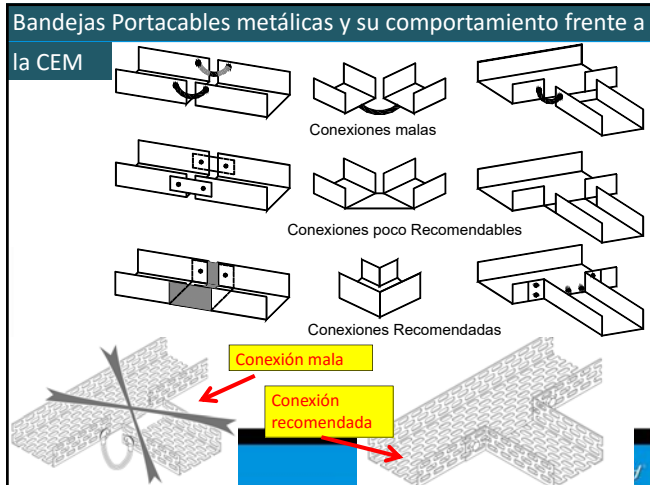
Smarttray
SOLUCIONES



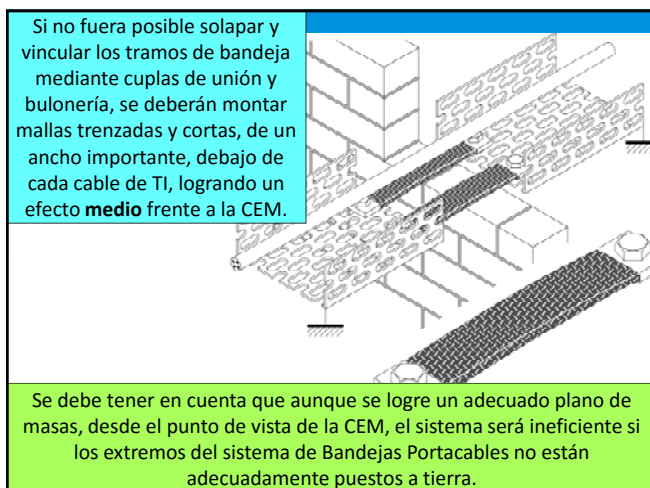
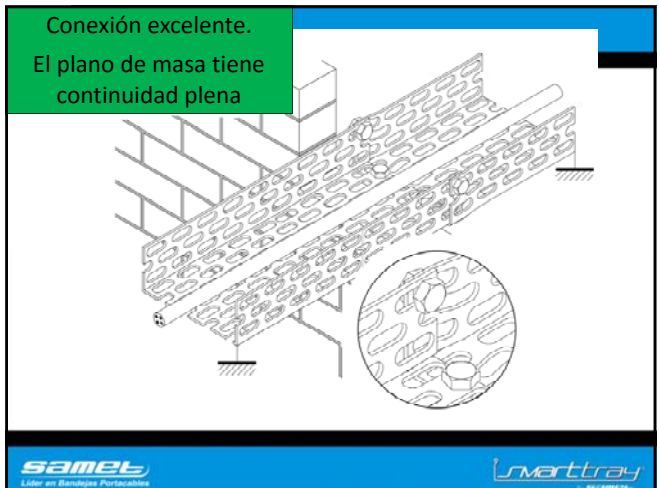
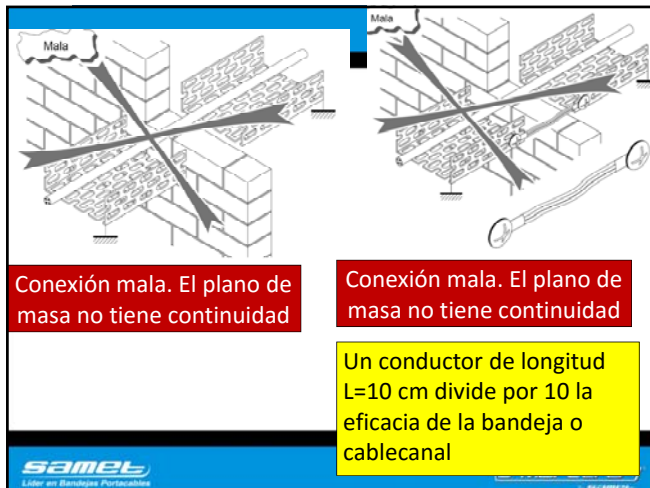
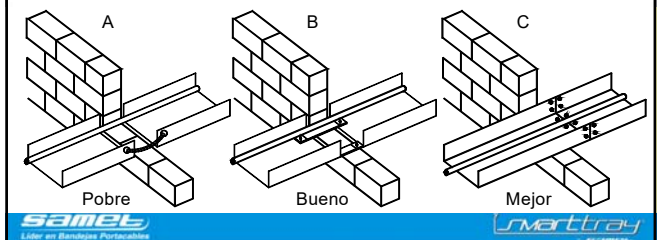
samet
Líder en Bandejas Portacables

Smarttray
SOLUCIONES

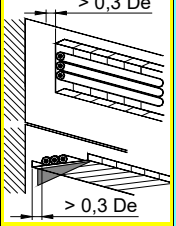
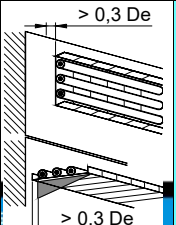


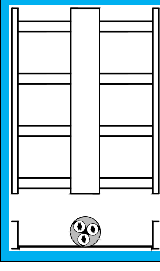


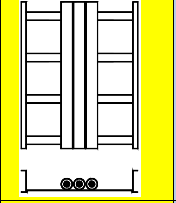
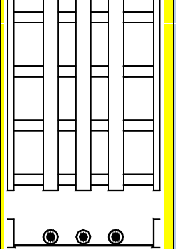
Cuando las bandejas metálicas, especialmente diseñadas para los fines de la CEM, deben ser interrumpidas con el fin de cruzar una pared, **las dos secciones metálicas deben ser interconectadas como mínimo con conexiones de baja impedancia**, tales como cintas trenzadas o malladas



30	$> 0,3 De$ Cables unipolares o multipolares en contacto: Sobre bandejas sólidas o no perforadas o bandejas perforadas pero que no cumplen con la condición indicada en 521.12.1 dispuestas en forma horizontal o vertical c.g	C, con el ítem 2 de la Tabla B52-17
31	$> 0,3 De$ Cables unipolares o multipolares en contacto: Sobre bandejas perforadas (que deben cumplir con la condición indicada en 521.12.1) dispuestas en forma horizontal o vertical c.g	E (multipolares) y F (unipolares), en ambos casos con el ítem 4 de la tabla B52.17. Ver también Tabla B52-20 y Tabla B52-21

32a		Cables unipolares en contacto o cables multipolares en contacto sobre perchas o bandejas de alambre en recorridos horizontales o verticales separadas de la pared a una distancia mayor que 0,3 el diámetro exterior del cable c. g.	E (multipolares) y F (unipolares),
32b		Tres cables unipolares separados un diámetro o más sobre bandejas de alambre o sobre perchas en recorridos horizontales o verticales separadas las bandejas de la pared a una distancia mayor que 0,3 el diámetro exterior del cable c. g.	G

34a		Un cable multipolar sobre bandeja tipo escalera	E
-----	--	---	---

34b		Tres cables unipolares en contacto sobre bandejas tipo escalera c	F
34c		Tres cables unipolares separados un diámetro o más sobre bandejas tipo escalera c	G

Sección nominal de los conductores [mm ²]	Número y disposición de los conductores para el método C de la Tabla B52-1		
	Dos conductores unipolares cargados o un cable bipolar		Tres conductores cargados (ver nota 3)
	Método C	Cable multipolar o unipolares en tresbolillo o cuadrore Método C	Cables unipolares en plano Método C
1	2	3	4
1,5	21	18	20
2,5	29	24	26
4	38	31	35
6	48	41	44
10	65	55	60
16	87	73	78
25	113	95	102
35	139	116	125

Secciones nominales de los conductores [mm ²]	Número y disposición de los conductores para los métodos E, F y G de la Tabla B52-1				
	Tres conductores cargados (ver nota 4)				Cables unipolares separados un diámetro Método G
	Dos conductores cargados Método E ó F	Cable multipolar o cables unipolares en tresbolillo o cuadrore Método E ó F	Cables unipolares en contacto Método F	Cables unipolares separados un diámetro Método G	
1	2	3	4	5	6
1,5	22	19	22	24	27
2,5	31	26	29	31	37
4	40	34	38	42	48
6	51	43	48	53	60
10	70	59	65	71	81
16	93	78	87	94	106
25	121	102	112	121	138

Métodos de referencia de la Tabla B52-1								
Sección nominal de los conductores [mm²]	Cables multipolares				Cables unipolares			
	Dos conductores cargados Método E	Tres conductores cargados (ver nota 2) Método F	Cables dispuestos en contacto Dos conductores Método F	Cables en tresbolillo o cuadrado Tres conductores Método F	Cables en contacto En contacto Método F	Cables unipolares cargados (Ver nota 2), dispuestos en plano En contacto Método G	Cables unipolares separados un diámetro En contacto Método G	Plano vertical Método G
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,5	19	16	—	—	—	—	—	—
2,5	26	22	—	—	—	—	—	—
4	34	29	—	—	—	—	—	—
6	43	37	—	—	—	—	—	—
10	58	50	—	—	—	—	—	—
16	79	67	—	—	—	—	—	—
25	106	91	—	—	—	—	—	—
35	140	120	—	—	—	—	—	—
50	187	160	—	—	—	—	—	—
70	252	215	—	—	—	—	—	—
100	345	294	—	—	—	—	—	—
150	478	406	—	—	—	—	—	—
200	645	544	—	—	—	—	—	—
250	855	723	—	—	—	—	—	—
300	1105	934	—	—	—	—	—	—
350	1405	1184	—	—	—	—	—	—
400	1755	1484	—	—	—	—	—	—
450	2155	1834	—	—	—	—	—	—
500	2605	2234	—	—	—	—	—	—
550	3105	2684	—	—	—	—	—	—
600	3655	3184	—	—	—	—	—	—
650	4255	3734	—	—	—	—	—	—
700	4905	4334	—	—	—	—	—	—
750	5605	5034	—	—	—	—	—	—
800	6355	5734	—	—	—	—	—	—
850	7155	6534	—	—	—	—	—	—
900	8005	7434	—	—	—	—	—	—
950	8905	8334	—	—	—	—	—	—
1000	9855	9334	—	—	—	—	—	—
1050	10855	10334	—	—	—	—	—	—
1100	11905	11334	—	—	—	—	—	—
1150	13005	12334	—	—	—	—	—	—
1200	14155	13334	—	—	—	—	—	—
1250	15355	14334	—	—	—	—	—	—
1300	16605	15334	—	—	—	—	—	—
1350	17905	16334	—	—	—	—	—	—
1400	19255	17334	—	—	—	—	—	—
1450	20655	18334	—	—	—	—	—	—
1500	22105	19334	—	—	—	—	—	—
1550	23605	20334	—	—	—	—	—	—
1600	25155	21334	—	—	—	—	—	—
1650	26755	22334	—	—	—	—	—	—
1700	28405	23334	—	—	—	—	—	—
1750	30105	24334	—	—	—	—	—	—
1800	31855	25334	—	—	—	—	—	—
1850	33655	26334	—	—	—	—	—	—
1900	35505	27334	—	—	—	—	—	—
1950	37405	28334	—	—	—	—	—	—
2000	39355	29334	—	—	—	—	—	—
2050	41355	30334	—	—	—	—	—	—
2100	43405	31334	—	—	—	—	—	—
2150	45505	32334	—	—	—	—	—	—
2200	47655	33334	—	—	—	—	—	—
2250	49855	34334	—	—	—	—	—	—
2300	52105	35334	—	—	—	—	—	—
2350	54405	36334	—	—	—	—	—	—
2400	56755	37334	—	—	—	—	—	—
2450	59155	38334	—	—	—	—	—	—
2500	61605	39334	—	—	—	—	—	—
2550	64105	40334	—	—	—	—	—	—
2600	66655	41334	—	—	—	—	—	—
2650	69255	42334	—	—	—	—	—	—
2700	71905	43334	—	—	—	—	—	—
2750	74605	44334	—	—	—	—	—	—
2800	77355	45334	—	—	—	—	—	—
2850	80155	46334	—	—	—	—	—	—
2900	83005	47334	—	—	—	—	—	—
2950	85905	48334	—	—	—	—	—	—
3000	88855	49334	—	—	—	—	—	—
3050	91855	50334	—	—	—	—	—	—
3100	94905	51334	—	—	—	—	—	—
3150	98005	52334	—	—	—	—	—	—
3200	101155	53334	—	—	—	—	—	—
3250	104355	54334	—	—	—	—	—	—
3300	107605	55334	—	—	—	—	—	—
3350	110905	56334	—	—	—	—	—	—
3400	114255	57334	—	—	—	—	—	—
3450	117655	58334	—	—	—	—	—	—
3500	121105	59334	—	—	—	—	—	—
3550	124605	60334	—	—	—	—	—	—
3600	128155	61334	—	—	—	—	—	—
3650	131755	62334	—	—	—	—	—	—
3700	135405	63334	—	—	—	—	—	—
3750	139105	64334	—	—	—	—	—	—
3800	142855	65334	—	—	—	—	—	—
3850	146655	66334	—	—	—	—	—	—
3900	150505	67334	—	—	—	—	—	—
3950	154405	68334	—	—	—	—	—	—
4000	158355	69334	—	—	—	—	—	—
4050	162355	70334	—	—	—	—	—	—
4100	166405	71334	—	—	—	—	—	—
4150	170505	72334	—	—	—	—	—	—
4200	174655	73334	—	—	—	—	—	—
4250	178855	74334	—	—	—	—	—	—
4300	183105	75334	—	—	—	—	—	—
4350	187405	76334	—	—	—	—	—	—
4400	191755	77334	—	—	—	—	—	—
4450	196155	78334	—	—	—	—	—	—
4500	200605	79334	—	—	—	—	—	—
4550	205105	80334	—	—	—	—	—	—
4600	209655	81334	—	—	—	—	—	—
4650	214255	82334	—	—	—	—	—	—
4700	218905	83334	—	—	—	—	—	—
4750	223605	84334	—	—	—	—	—	—
4800	228355	85334	—	—	—	—	—	—
4850	233155	86334	—	—	—	—	—	—
4900	238005	87334	—	—	—	—	—	—
4950	242905	88334	—	—	—	—	—	—
5000	247855	89334	—	—	—	—	—	—
5050	252855	90334	—	—	—	—	—	—
5100	257905	91334	—	—	—	—	—	—
5150	263005	92334	—	—	—	—	—	—
5200	268155	93334	—	—	—	—	—	—
5250	273355	94334	—	—	—	—	—	—
5300	278605	95334	—	—	—	—	—	—
5350	283905	96334	—	—	—	—	—	—
5400	289255	97334	—	—	—	—	—	—
5450	294655	98334	—	—	—	—	—	—
5500	300105	99334	—	—	—	—	—	—
5550	305605	100334	—	—	—	—	—	—
5600	311155	101334	—	—	—	—	—	—
5650	316755	102334	—	—	—	—	—	—
5700	322405	103334	—	—	—	—	—	—
5750	328105	104334	—	—	—	—	—	—
5800	333855	105334	—	—	—	—	—	—
5850	339655	106334	—	—	—	—	—	—
5900	345505	107334	—	—	—	—	—	—
5950	351405	108334	—	—	—	—	—	—
6000	357355	109334	—	—	—	—	—	—
6050	363355	110334	—	—	—	—	—	—
6100	369405	111334	—	—	—	—	—	—
6150	375505	112334	—	—	—	—	—	—
6200	381655	113334	—	—	—	—	—	—
6250	387855	114334	—	—	—	—	—	—
6300	394105	115334	—	—	—	—	—	—
6350	400405	116334	—	—	—	—	—	—
6400	406755	117334	—	—	—	—	—	—
6450	413155	118334	—	—	—	—	—	—
6500	419605	119334	—	—	—	—	—	—
6550	426105	120334	—	—	—	—	—	—
6600	432655	121334	—	—	—	—	—	—
6650	439255	122334	—	—	—	—	—	—
6700	445905	123334	—	—	—	—	—	—
6750	452605	124334	—	—	—	—	—	—
6800	459355	125334	—	—	—	—	—	—
6850	466155	126334	—	—	—	—	—	—
6900	473005	127334	—	—	—	—	—	—
6950	479905	128334	—	—	—	—	—	—
7000	486855	129334	—	—	—	—	—	—
7050	493855	130334	—	—	—	—	—	—
7100	500905	131334	—	—	—	—	—	—
7150	508005	132334	—	—	—	—	—	—
7200	515155	133334	—	—	—	—	—	—
7250	522355	134334	—	—	—	—	—	—
7300	529605	135334	—	—	—	—	—	—
7350	536905	136334	—	—	—	—	—	—
7400	544255	137334	—	—	—	—	—	—
7450	551655	138334	—	—	—	—	—	—
7500	559105	139334	—	—	—	—	—	—
7550	566605	140334	—	—	—	—	—	—
7600	574155	141334	—	—	—	—	—	—
7650	581755	142334	—	—	—	—	—	—
7700	589405	143334	—	—	—	—	—	—
7750	597105	144334	—	—	—	—	—	—
7800	604855	145334	—	—	—	—	—	—
7850	612655	146334	—	—	—	—	—	—
7900	620505	147334	—	—	—	—	—	—
7950	628405	148334	—	—	—	—	—	—
8000	636355	149334	—	—	—	—	—	—
8050	644355	150334	—	—	—	—	—	—
8100	652405	151334	—	—	—			