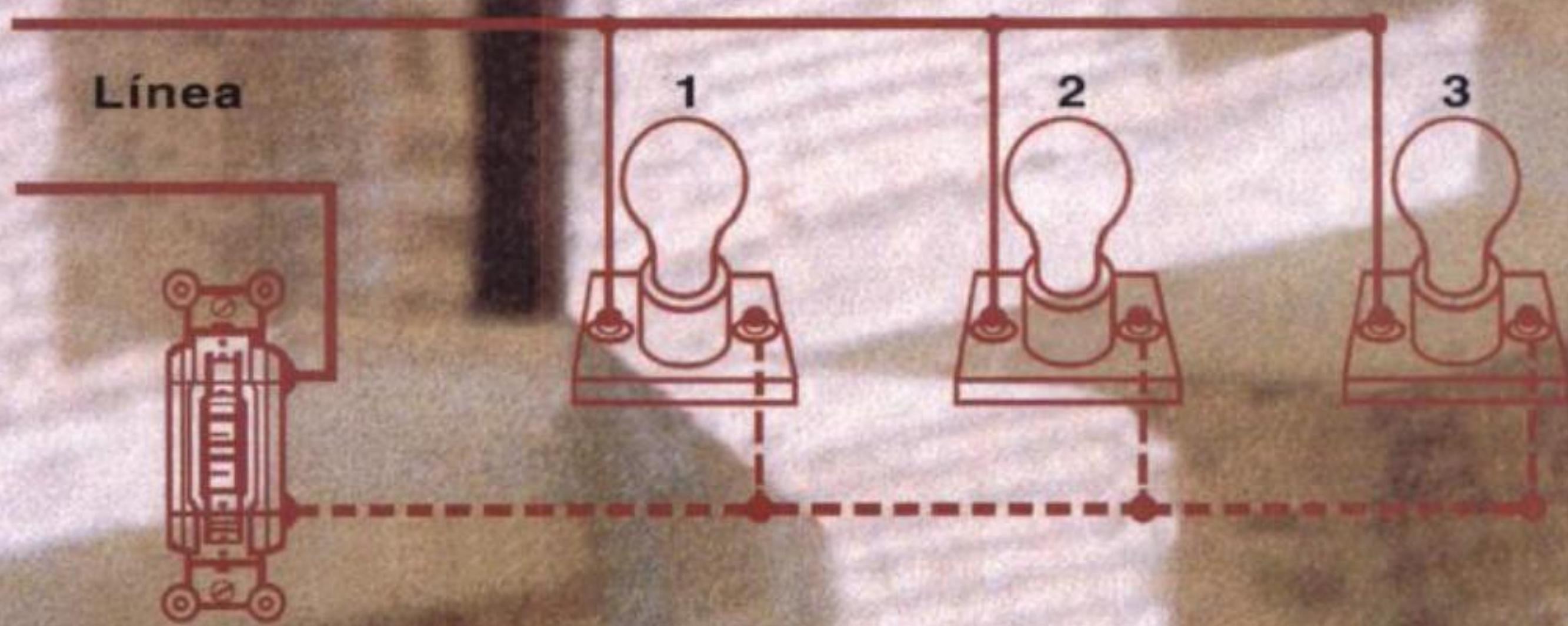
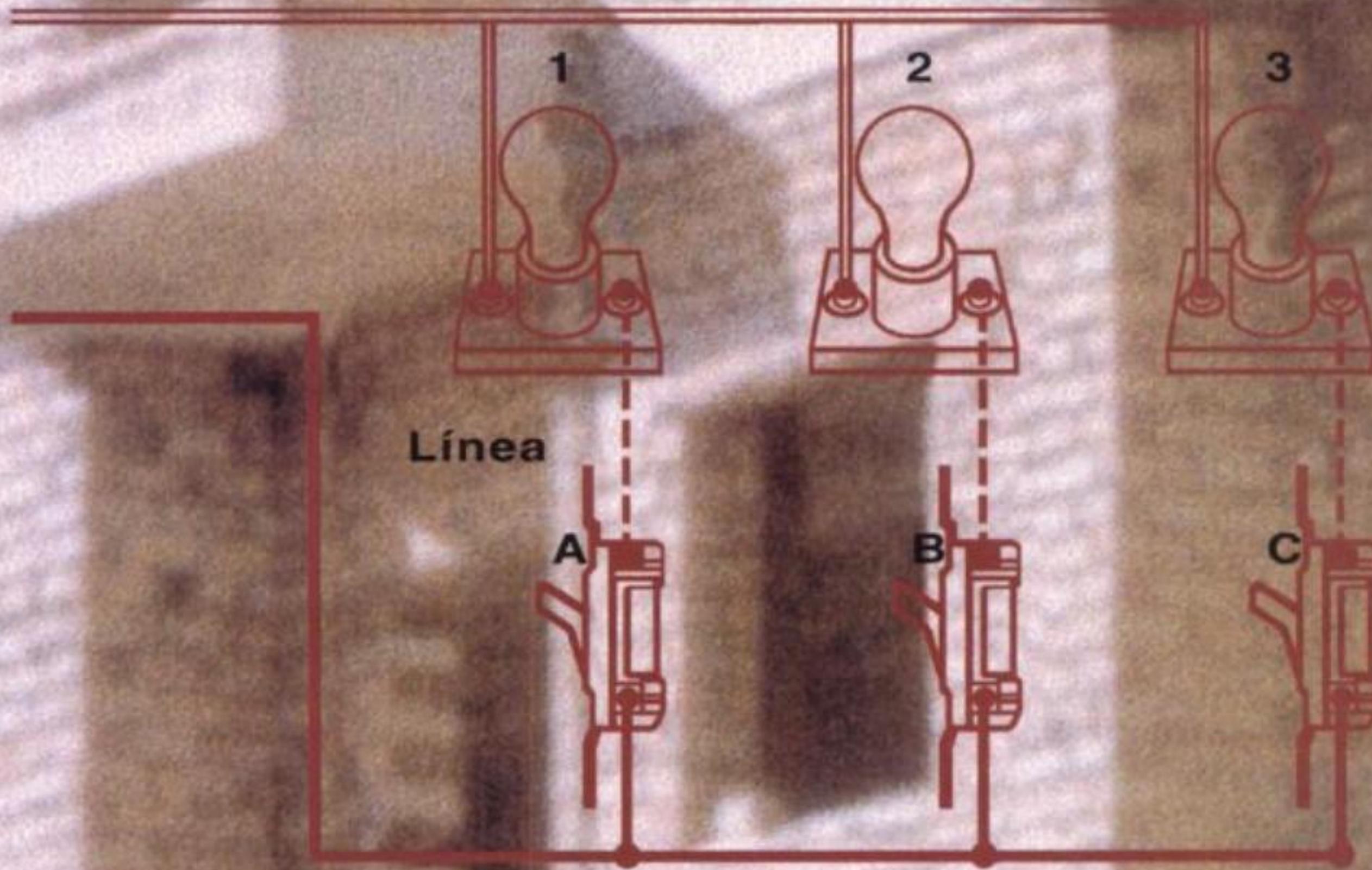


MANUAL PRÁCTICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Enríquez Harper



MANUAL PRÁCTICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

This One



555A-316-L5EW

Do not ignite material

Gilberto Enríquez Harper

Profesor titular de la ESIME-IPN

**MANUAL PRÁCTICO DE
INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

SEGUNDA EDICIÓN



MÉXICO • España • Venezuela • Colombia

Enriquez, Gilberto

Manual práctico de instalaciones eléctricas 2a ed. / Gilberto Enriquez Harper
México. Limusa, 2004.

362 p. 21 cm.

ISBN: 968-18-6445-X

1.t.

1. Instalaciones eléctricas - Manuales

LC: TK3271

Dewey: 621.3'1' 9' 25

LA PRESENTACIÓN Y DISPOSICIÓN EN CONJUNTO DE

**MANUAL PRÁCTICO DE
INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

SON PROPIEDAD DEL EDITOR. NINGUNA PARTE DE ESTA OBRA
PUEDE SER REPRODUCIDA O TRANSMITIDA, MEDIANTE NINGÚN
SISTEMA O MÉTODO, ELECTRÓNICO O MECÁNICO (INCLUYENDO
EL FOTOCOPIADO, LA GRABACIÓN O CUALQUIER SISTEMA DE
RECUPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN), SIN
CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DEL EDITOR.

DERECHOS RESERVADOS:

© 2004, EDITORIAL LIMUSA, S.A. DE C.V.
GRUPO NORIEGA EDITORES
BALDERAS 95, MÉXICO, D.F.
C.P. 06040
(5) 8503-80-50
01(800) 7-06-91-00
(5) 512-29-03
limusa@noriega.com.mx
www.noriega.com.mx

CANIEM Núm. 121

SEGUNDA EDICIÓN
HECHO EN MÉXICO
ISBN 968-18-6445-X



LA EDICIÓN, COMPOSICIÓN, DISEÑO E IMPRESIÓN DE ESTA OBRA FUERON REALIZADOS
BAJO LA SUPERVISIÓN DE GRUPO NORIEGA EDITORES
BALDERAS 95, COL. CENTRO, MÉXICO, D.F. C.P. 06040
1214120000504544DP9200IE

PRÓLOGO

Tomando en consideración los cambios que han habido en las normas técnicas para instalaciones eléctricas, así como el enfoque cada vez más práctico que se pretende dar a la enseñanza de los temas relacionados con las instalaciones eléctricas y ramas afines, se ha preparado esta 2da. Edición, en donde se actualizan los capítulos que se tenían en la edición previa, incorporando conceptos adicionales y un buen número de ilustraciones para conservar el estilo didáctico.

Se incorporan además dos capítulos, que en opinión de los lectores era necesario considerar, uno sobre la Reparación y Modificación de las Instalaciones Eléctricas y el otro sobre la Conexión a Tierra en las Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión.

Con esto, se espera cumplir con una serie de conocimientos complementarios que son necesarios para los técnicos en electricidad, ingenieros dedicados a la parte práctica de las instalaciones, arquitectos y en general personas relacionadas con el tema de las instalaciones eléctricas.

CONTENIDO

LOS MATERIALES USADOS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

1

<u>1.1 INTRODUCCIÓN</u>	11
<u>1.2 EL TUBO CONDUIT METÁLICO RÍGIDO (DE PARED GRUESA)</u>	12
<u>1.3 EL TUBO CONDUIT METÁLICO INTERMEDIO O SEMIPESADO</u>	13
<u>1.4 EL TUBO CONDUIT METÁLICO DE PARED DELGADA (RÍGIDO LIGERO)</u>	13
<u>1.5 EL TUBO CONDUIT METÁLICO FLEXIBLE</u>	19
<u>1.6 LOS TUBOS CONDUIT NO METÁLICOS</u>	26
<u>1.7 EL TUBO DE POLIETILENO</u>	27
<u>1.8 LAS CAJAS Y ACCESORIOS PARA CANALIZACIÓN CON TUBO CONDUIT.....</u>	27
<u>1.9 CAJAS METÁLICAS DE PROPÓSITOS GENERALES.....</u>	28
<u>1.10 TAPAS</u>	31
<u>1.11 CONDUCTORES ELÉCTRICOS</u>	36
<u>1.12 INSTALACIÓN DE CONDUCTORES EN TUBO CONDUIT</u>	39
<u>1.13 INSTALACIÓN DE CAJAS, CONDULETS Y COMPONENTES (APAGADORES, TOMAS DE CORRIENTE, ETCÉTERA)</u>	42
<u>1.14 SELECCIÓN DEL CALIBRE DE CONDUCTOR PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN</u>	50
<u>1.15 CÁLCULO DE CONDUCTORES POR CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE</u>	50
<u>1.16 CÁLCULO DEL NÚMERO DE CONDUCTORES EN TUBO CONDUIT</u>	55
<u>1.17 CÁLCULO DE CONDUCTORES POR CAÍDA DE VOLTAJE</u>	60
<u>1.18 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.....</u>	73

LA INTERPRETACIÓN DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS RESIDENCIALES

2

2.1 INTRODUCCIÓN	79
2.2 TIPOS DE APAGADORES	82
2.3 EL CIRCUITO SERIE.....	87
2.4 EL CIRCUITO PARALELO	88
2.5 LOS CONTACTOS O TOMAS DE CORRIENTE.....	90
2.6 LOS CONTACTOS CON SUPRESIÓN DE ONDAS	97
2.7 DETERMINACIÓN DE LAS TRAYECTORIAS DE ALAMBRADO EN ALGUNAS ÁREAS DE CASAS HABITACIÓN.....	116

PLANOS Y DIAGRAMAS DE ALAMBRADO PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

3

3.1 INTRODUCCIÓN	129
3.2 EL DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO.....	130
3.3 ELABORACIÓN DE PLANOS PARA UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA RESIDENCIAL	150
3.4 CAJAS DE SALIDAS PARA LUMINARIAS Y CUBIERTAS ORNAMENTALES.....	174
3.5 SOPORTES PARA LUMINARIAS	179
3.6 INSTALACIÓN DE TIMBRES, CAMPANAS O CHICHARRAS	187
3.7 INSTALACIONES TELEFÓNICAS EN CASAS-HABITACIÓN	203

REPARACIÓN Y MODIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

4

4.1 INTRODUCCIÓN	221
4.2 APAGADORES Y CONTACTOS	221
4.3 CAMBIO DE APAGADORES REGULADORES (DIMMER)	230
4.4 CAMBIO DE APAGADORES ALAMBRADOS POR LA PARTE POSTERIOR.....	232
4.5 CONTACTOS	235
4.6 COMBINACIÓN DE APAGADOR (SWITCH) Y CONTACTO	237
4.7 CAMBIO DE LUMINARIAS.....	239
4.8 LUMINARIAS FLUORESCENTES.....	245
4.9 MODIFICACIÓN Y AMPLIACIÓN DE INSTALACIONES.....	250
4.10 INSTALANDO NUEVOS CIRCUITOS DERIVADOS	253
4.11 INSTALANDO EL CIRCUITO DERIVADO.....	258

TÉCNICAS PARA LA LOCALIZACIÓN DE FALLAS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS RESIDENCIALES

5

5.1 INTRODUCCIÓN	269
5.2 LÁMPARAS INCANDESCENTES.....	270
5.3 TIPOS DE BASES DE LAS LÁMPARAS INCANDESCENTES	271
5.4 LA TASA DE VIDA DE LAS LÁMPARAS INCANDESCENTES	274
5.5 LAS PRUEBAS EN LAS LÁMPARAS INCANDESCENTES	277
5.6 LA MEDICIÓN DEL VOLTAJE APLICADO	278

5.7 LÁMPARAS INCANDESCENTES CON HALÓGENOS	283
5.8 EL CIRCUITO DE PRECALENTAMIENTO DE LAS LÁMPARAS FLUORESCENTES	296
5.9 LOCALIZACIÓN DE FALLAS EN LAS LÁMPARAS FLUORESCENTES.....	301

LA CONEXIÓN A TIERRA DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

6

6.1 INTRODUCCIÓN	315
6.2 LA CORRIENTE ELÉCTRICA COMO CAUSA ESENCIAL DE PELIGRO	315
6.3 CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.....	326
6.4 PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS CONTRA LOS CHOQUES ELÉCTRICOS.....	331
6.5 TENSIÓN DE TOQUE O CONTACTO	342
BIBLIOGRAFÍA.....	359



LOS MATERIALES USADOS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

1



1.1 INTRODUCCIÓN

Una instalación eléctrica correctamente diseñada emplea normalmente materiales aprobados o certificados por las normas nacionales (o internacionales en algunos casos), estos materiales incluyen varios tipos de canalizaciones (tubos conduit, coples, niples, buses-ducto) cables y conductores, cajas de conexión, dispositivos de protección (fusibles, interruptores, etcétera).

Una canalización es un conducto cerrado, diseñado para contener alambres, cables o buses ducto, pueden ser metálicas o no metálicas.

Los tubos conduit metálicos, dependiendo del tipo usado, se pueden instalar en exteriores o interiores, en áreas secas o húmedas, dan una excelente protección a los conductores. Los tubos conduit rígidos constituyen, de hecho, el sistema de canalización más comúnmente usado, ya que prácticamente se emplean en todo tipo de atmósferas y para todas las aplicaciones.

En los casos de ambientes corrosivos, se debe tener cuidado de especificar los tubos con alguna pintura anticorrosiva, ya que la presentación normal de estos tubos es galvanizada, los tipos más usados son:

- De pared gruesa (tipo rígido).
- De pared delgada.
- Tipo metálico flexible (green field).



1.2 EL TUBO CONDUIT METÁLICO RÍGIDO (DE PARED GRUESA)

Este tipo de tubo conduit se suministra en tramos de 3.05 m (10 pies) de longitud en acero o aluminio y se encuentra disponible en diámetros desde 1/2 pulg (13 mm) hasta 6 pulg (152.4 mm), cada extremo del tubo se proporciona con rosca y uno de ellos tiene un cople. El tubo metálico de acero normalmente es galvanizado; además, como se indicó antes, tiene un recubrimiento especial cuando se usa en áreas corrosivas.

El tubo conduit rígido puede quedar embebido en las construcciones de concreto (muros o losas), o bien, puede ir montado superficialmente con soportes especiales. También puede ir apoyado en bandas de tuberías.

Algunas recomendaciones generales para su aplicación son las siguientes:

- El número total de dobleces en la trayectoria total de un conduit no debe exceder a 360°.
- Siempre que sea posible y para evitar el efecto de la acción galvánica, las cajas y conectores usados con los tubos metálicos deben ser del mismo material.
- Los tubos se deben soportar cada 3.05 m (10 pies) y dentro de 90 cm (3 pies) entre cada salida.

EL TUBO CONDUIT METÁLICO RÍGIDO SE USA EMBEBIDO EN LAS CONSTRUCCIONES DE CONCRETO MONTADO SUPERFICIALMENTE

UN EXTREMO SE
SUMINISTRA CON COPLE

EXTREMOS CON ROSCA



LA LONGITUD DE CADA TRAMO ES DE 3.05 m

TUBO CONDUIT METÁLICO RÍGIDO DE PARED GRUESA



1.3 EL TUBO CONDUIT METÁLICO INTERMEDIO Y SEMIPESADO

Se fabrica en diámetros de hasta 4 pulg (102 mm), su constitución es similar al tubo conduit rígido de pared gruesa, pero tiene las paredes más delgadas, por lo que tiene mayor espacio interior disponible. Se debe tener mayor cuidado con el doblado de estos tubos, ya que tiende a deformarse. Tiene roscados sus extremos igual que el de pared gruesa y, de hecho, tiene aplicaciones similares.



1.4 EL TUBO METÁLICO DE PARED DELGADA (RÍGIDO LIGERO)

Estos tubos son similares a los de pared gruesa, pero tienen su pared interna mucho más delgada, se fabrican en diámetros hasta de 4 pulg (102 mm), se pueden usar en instalaciones visibles u ocultas embebido en concreto, embutido en mampostería, pero en lugares secos no expuestos a humedad o ambientes corrosivos.

Estos tubos **no tienen** sus extremos roscados y tampoco usan los mismos conectores que los tubos metálicos rígidos de pared gruesa, de hecho, usan sus propios conectores de tipo atornillado.

Los tramos se fabrican en 3.05 m y sus diámetros van de 13 mm a 102 mm

Los tubos conduit de pared delgada no tienen extremos roscados

TUBO CONDUIT INTERMEDIO O SEMIPESADO

TUBO CONDUIT METÁLICO DE PARED DELGADA (RÍGIDO LIGERO)

SE FABRICAN EN DIÁMETROS HASTA DE 102 mm (4 PULGADAS)

No deben usarse:

1. A la intemperie.
2. En lugares expuestos a condiciones corrosivas severas.
3. En lugares mojados donde la canalización esté expuesta a la entrada de agua.

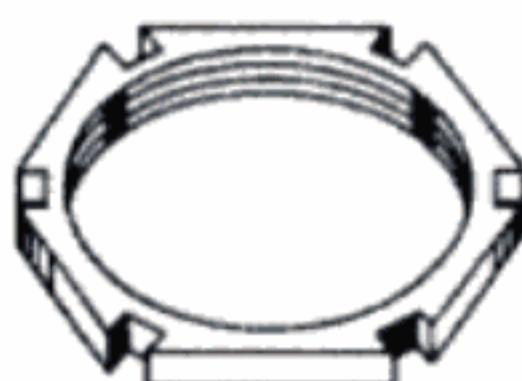
SE FABRICAN EN DIÁMETROS HASTA DE 102 mm (4 PULGADAS)

No se aplica:

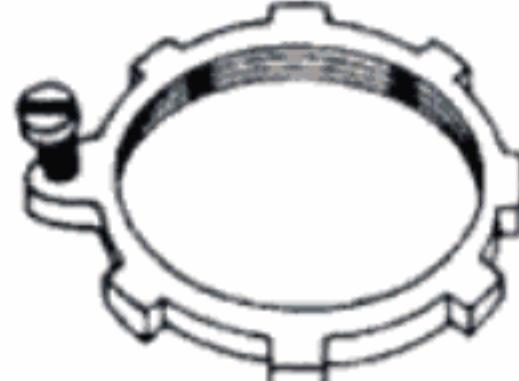
1. Cuando la instalación esté expuesta a daño mecánico.
2. Embebido en concreto o embutido en mampostería, cuando esté expuesto a humedad.
3. Directamente enterrado.
4. En lugares húmedos o clasificados como de ambiente corrosivo o peligroso.



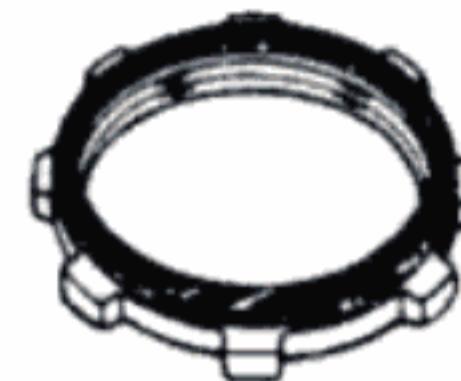
MONITOR DE ACERO



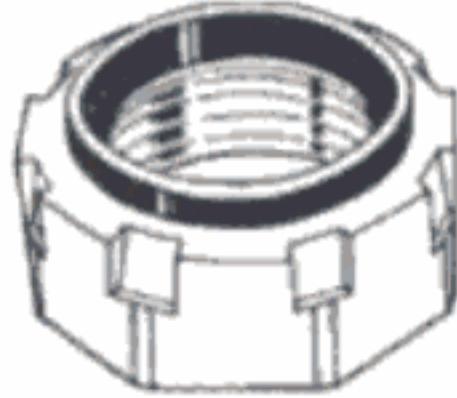
MONITOR DE HIERRO MALEABLE



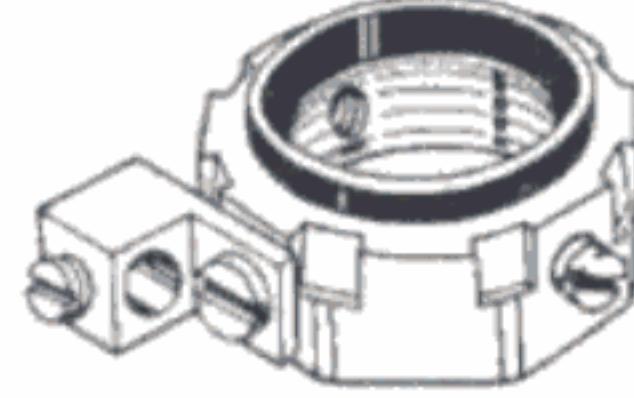
MONITOR CON SEGURO



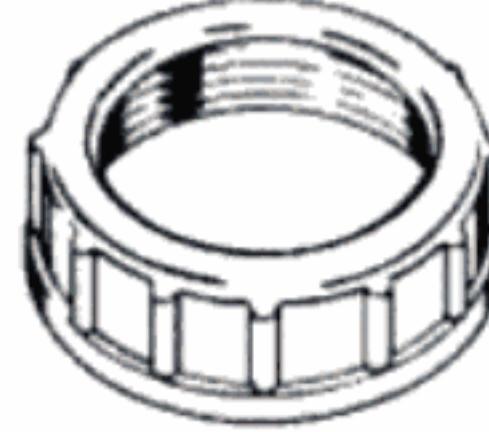
MONITOR SELLADO



CONTRA AISLADA

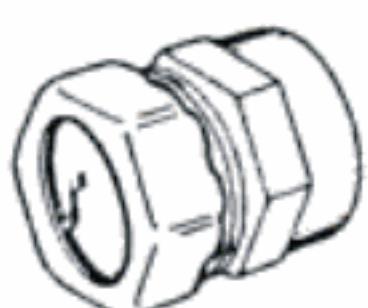
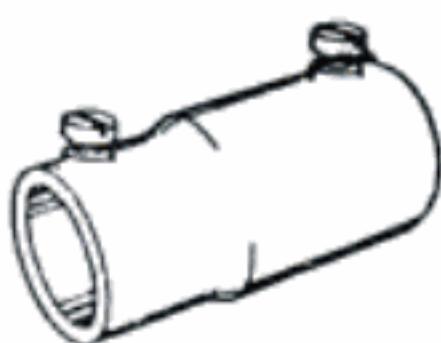
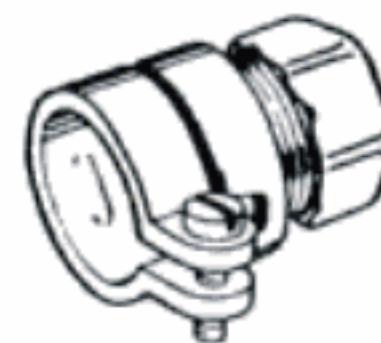
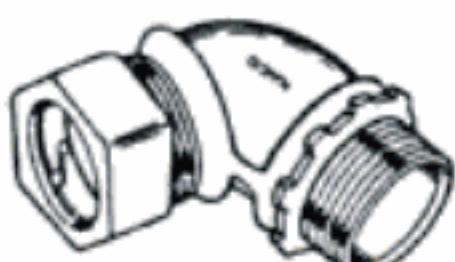
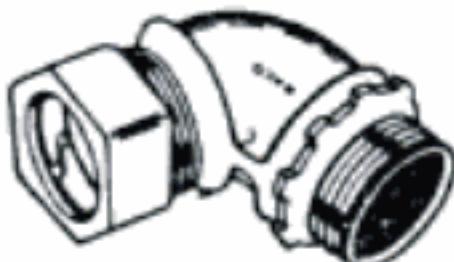
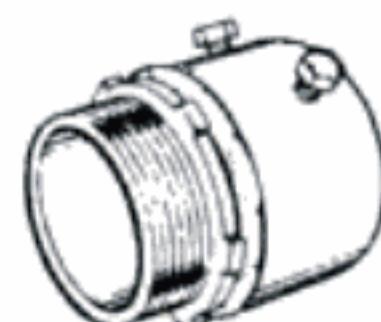
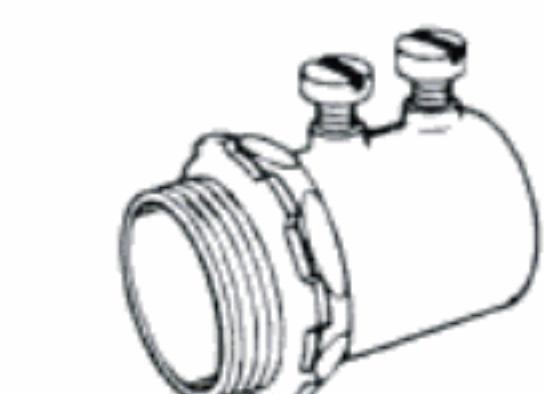
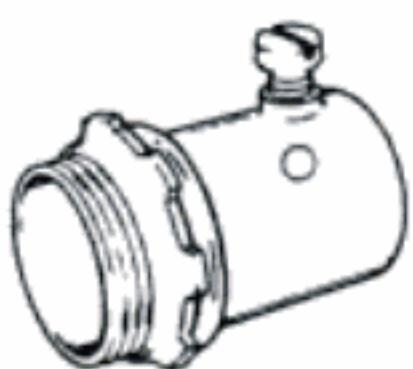


CONTRA AISLADA CON SEGURO

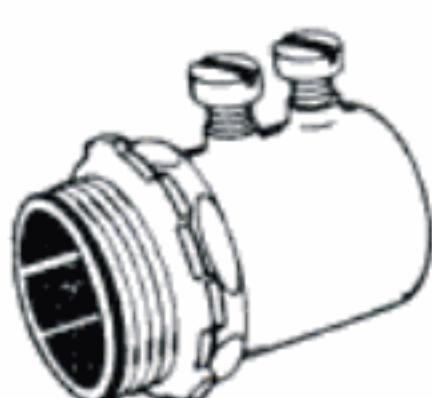
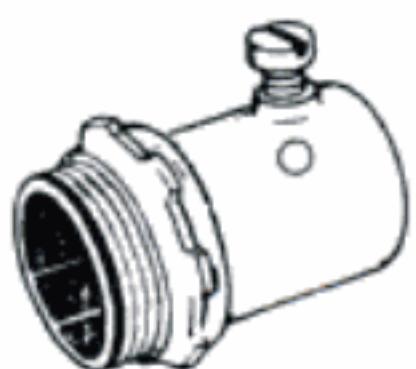


CONTRA AISLADA CON POLYPROPILENO

CONECTORES PARA TUBOS CONDUIT RÍGIDOS DE PARED GRUESA E INTERMEDIOS

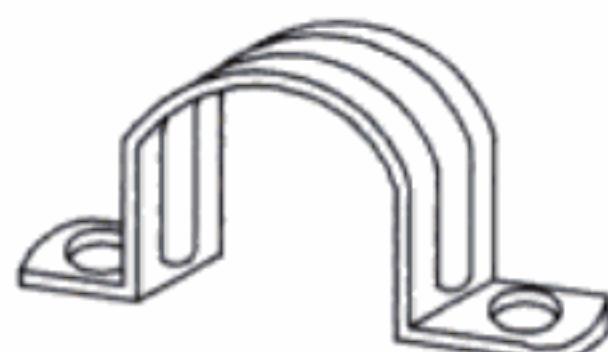
CONECTOR DE ACERO
ATORNILLABLECONECTOR DE
DOS PIEZASACOPLAMIENTO TIPO
COMPRESIÓNACOPLAMIENTO RÍGIDO
ATORNILLABLE DE ACEROACOPLAMIENTO RÍGIDO
A FLEXIBLECONECTOR DE
ÁNGULO CORTO A 90°CONECTOR
AISLADO A 90°ACOPLAMIENTO
A 90°CONECTOR
A 90°

CONECTORES ATORNILLABLES

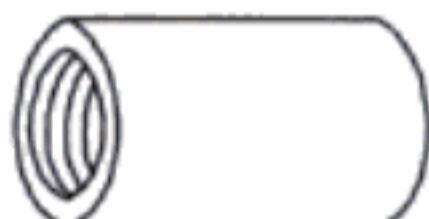


CONECTORES DE GARGANTA AISLADA ATORNILLABLES

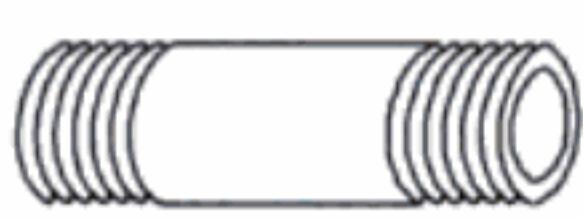
CONECTORES Y ACOPLAMIENTOS PARA TUBOS CONDUIT DE PARED DELGADA

ABRAZADERA TIPO UÑA
DE UN AGUJEROABRAZADERA TIPO OMEGA
O DE DOS AGUJEROSABRAZADERA TIPO UÑA
DE HIERRO MALEABLE

ABRAZADERAS PARA TUBO CONDUIT



ACOPLAMIENTO



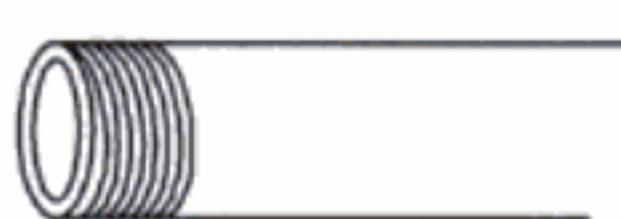
TUBO CONDUIT



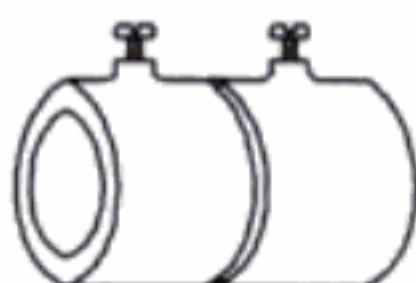
ACOPLAMIENTOS

TUBO CONDUIT
RÍGIDO O
INTERMEDIO

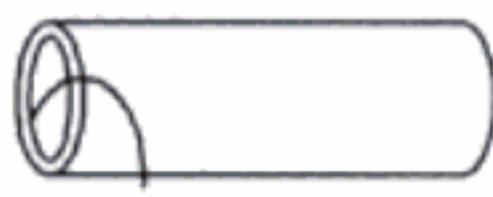
ACOPLAMIENTO



TUBO CONDUIT

TUBO CONDUIT
INTERMEDIO

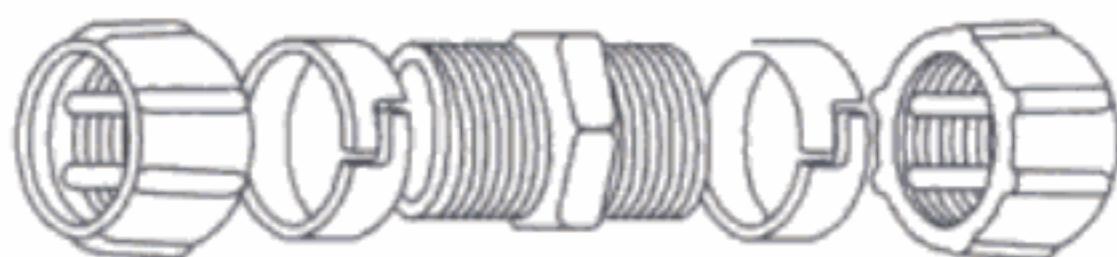
ACOPLAMIENTO



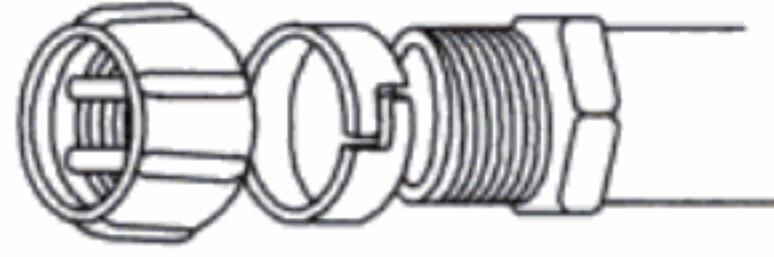
TUBO CONDUIT



ACOPLAMIENTO

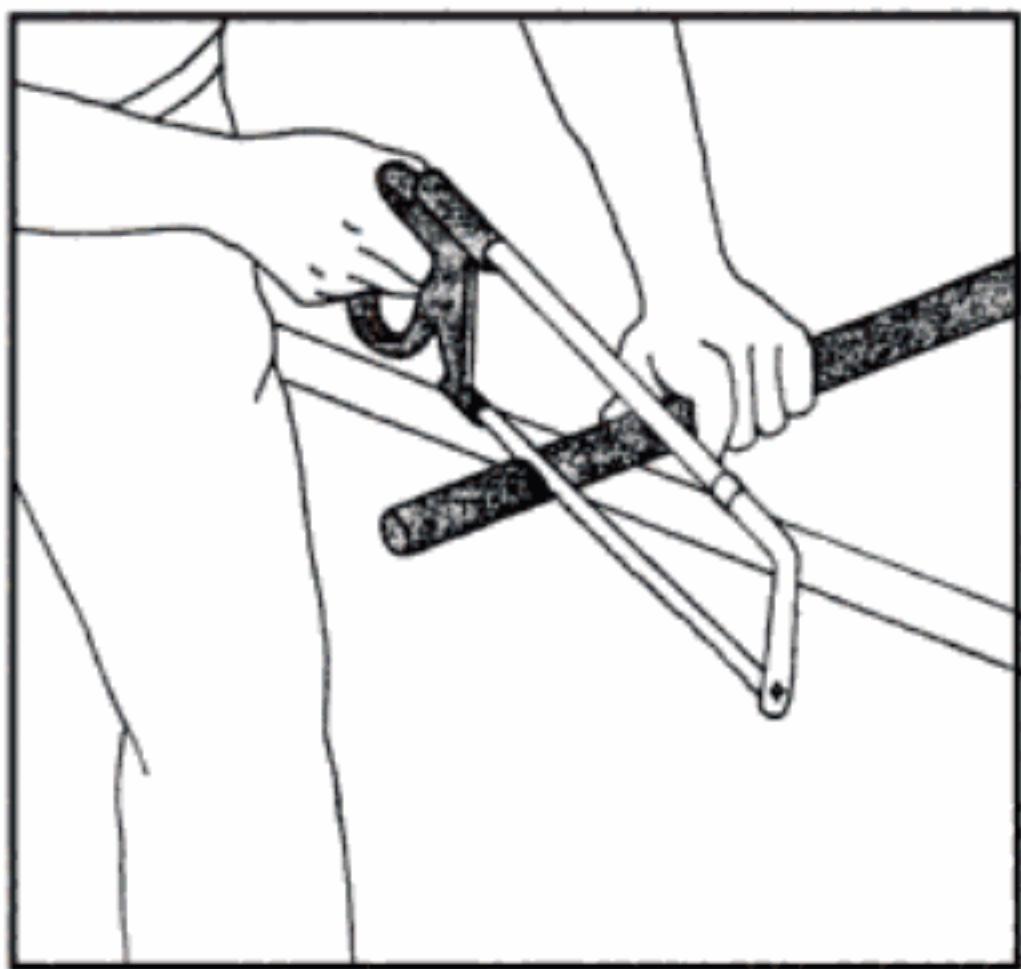
TUBO CONDUIT
DE PARED
DELGADA

ACOPLAMIENTOS

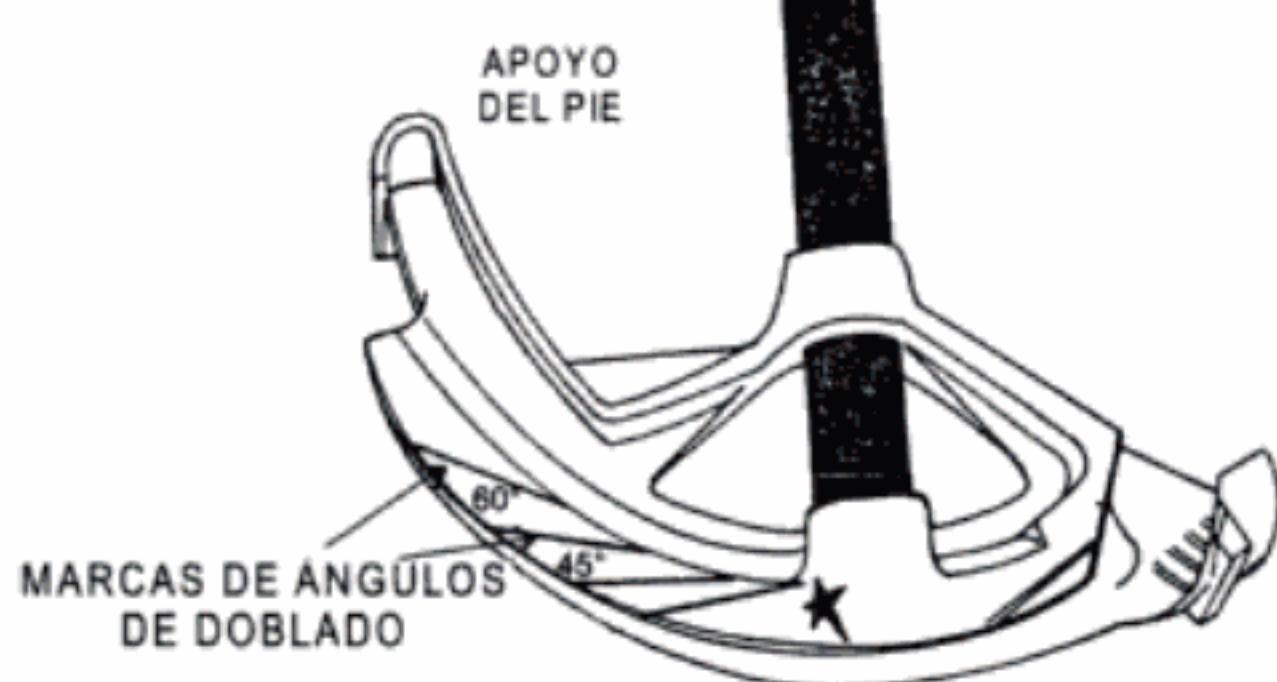
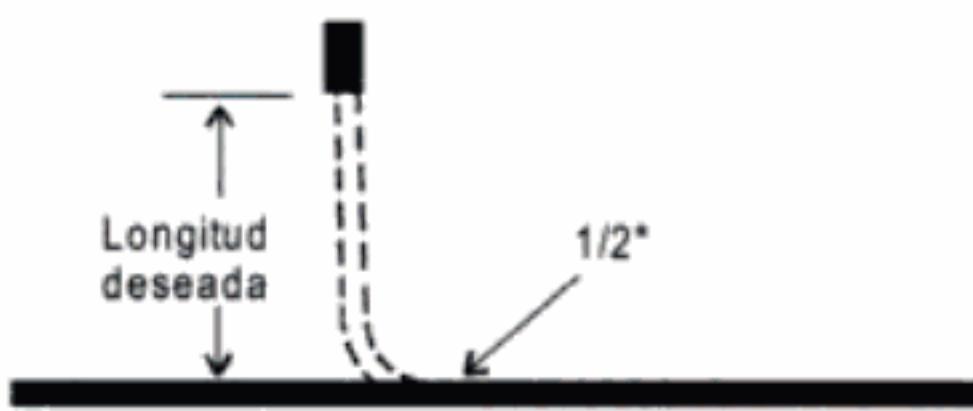


ACOPLAMIENTOS DE CONECTOR

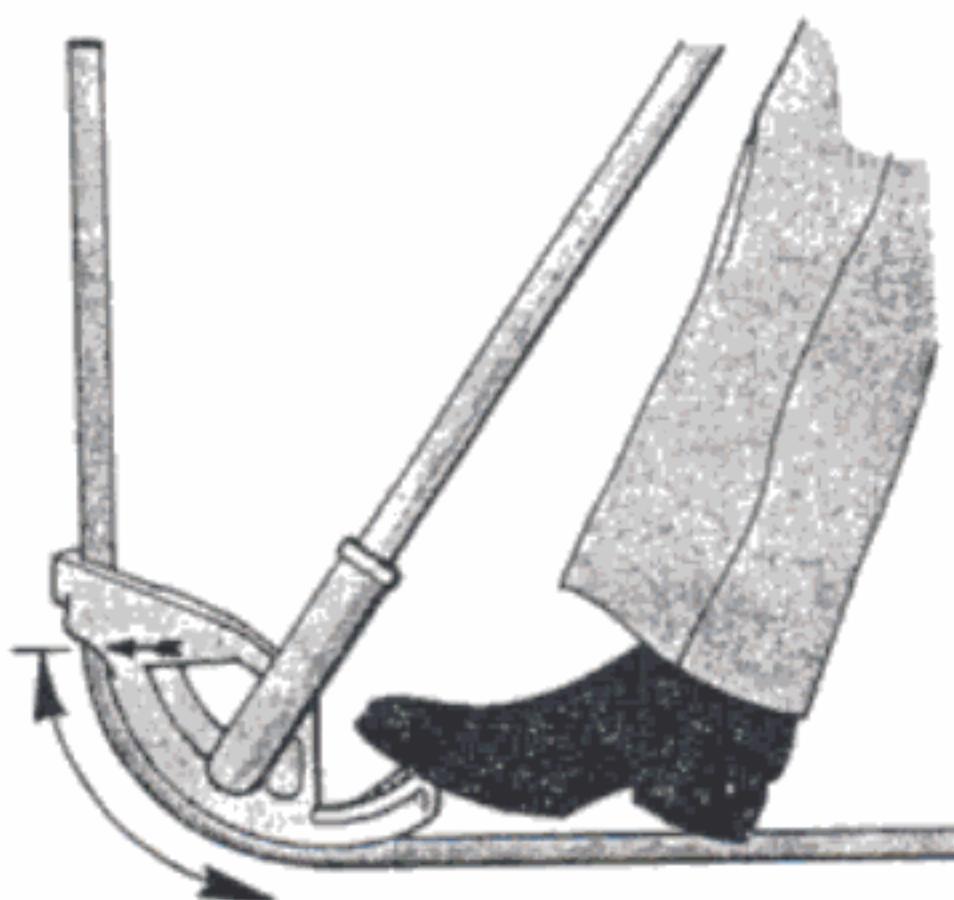
TIPOS DE TUBOS CONDUIT RÍGIDOS Y SUS ACOPLAMIENTOS

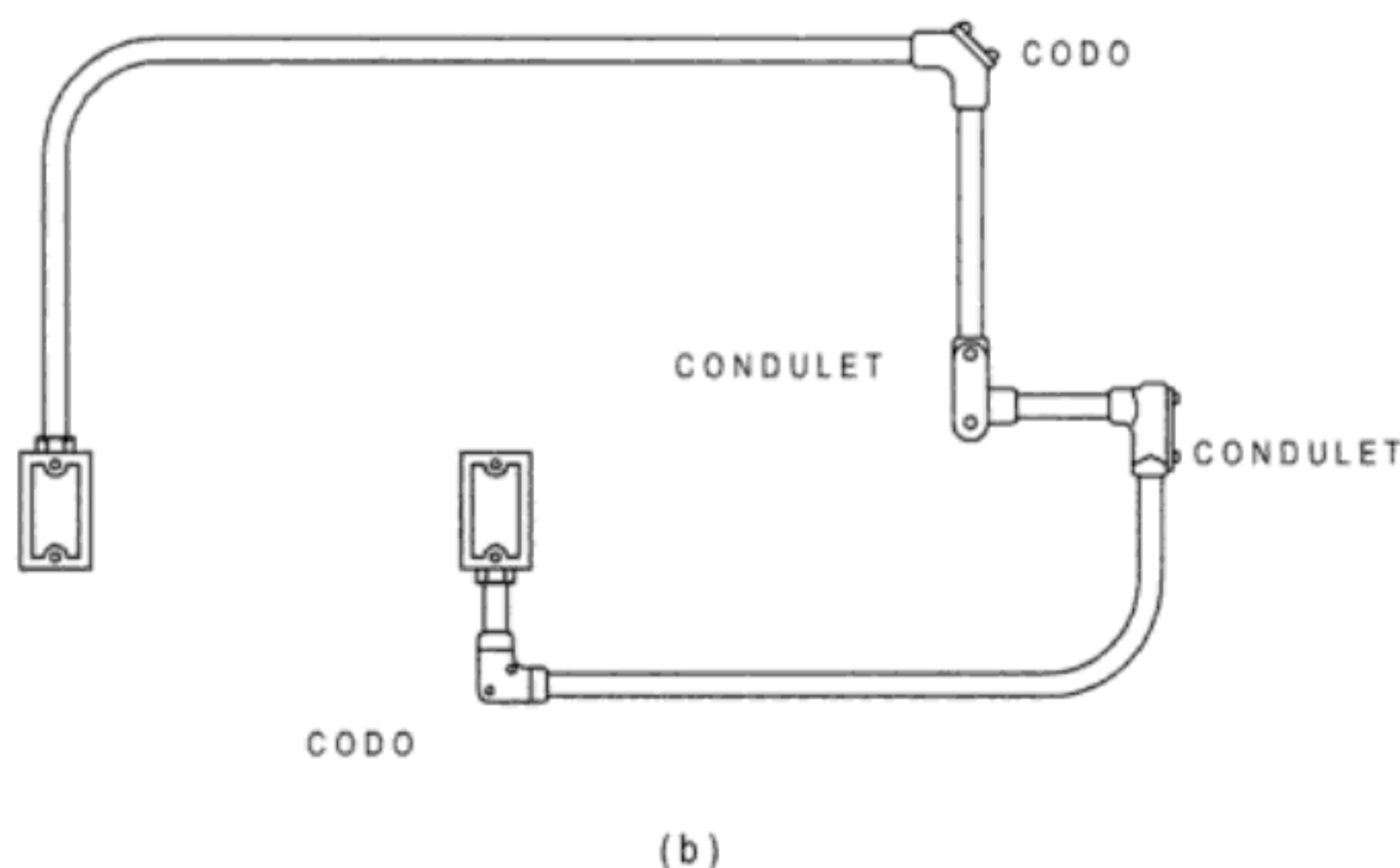
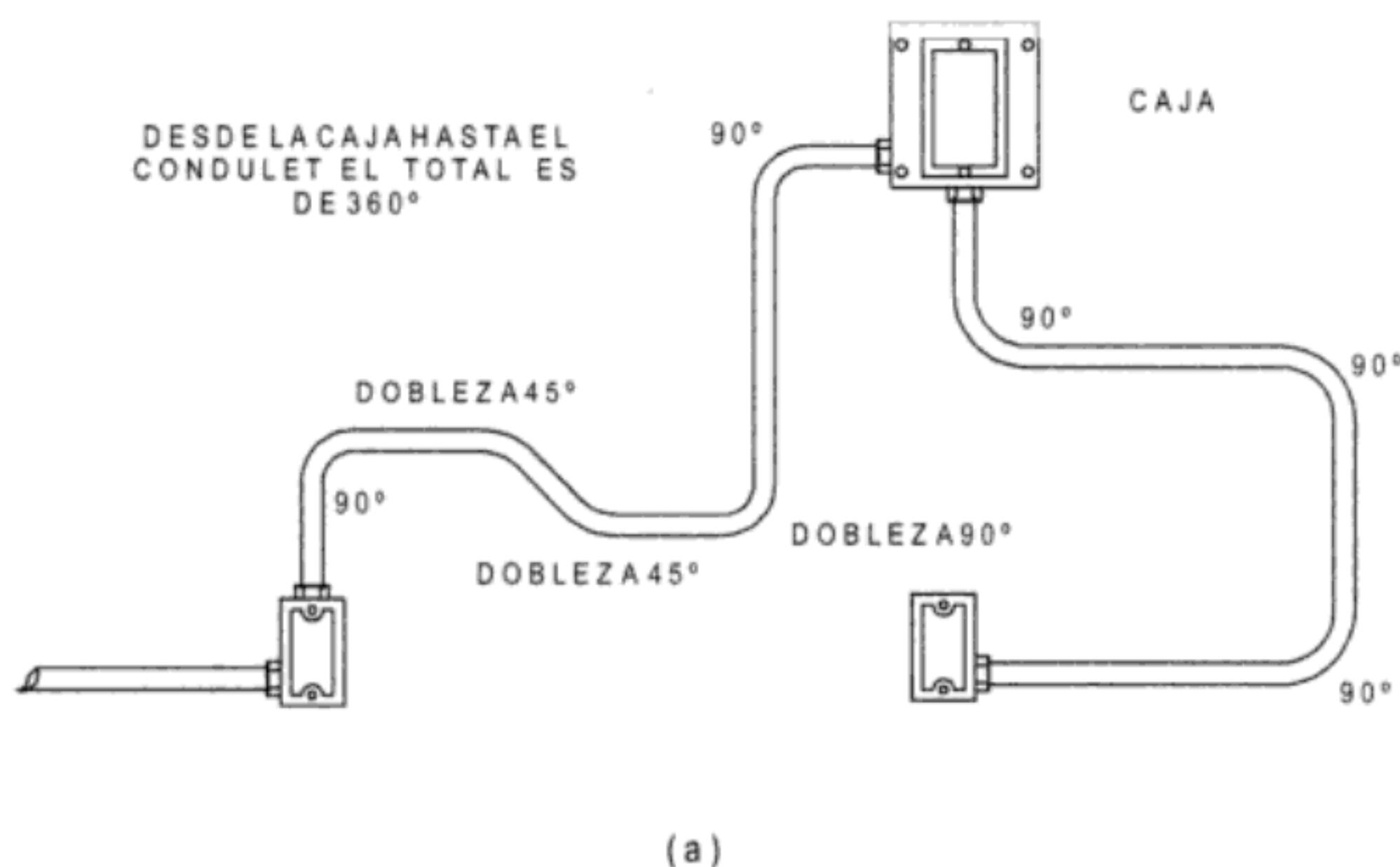


CORTE DE UN TUBO CONDUIT DE PARED DELGADA



DOBLADOR DE TUBO CONDUIT

FORMA DE ACCIONAR EL
DOBLADOR DE TUBO CONDUIT



- (a) POR MEDIO DE DOBLADO DEL TUBO CONDUIT
 (b) POR CONDULETS

FORMAS DE EFECTUAR CAMBIOS DE DIRECCIÓN CON TUBOS CONDUIT



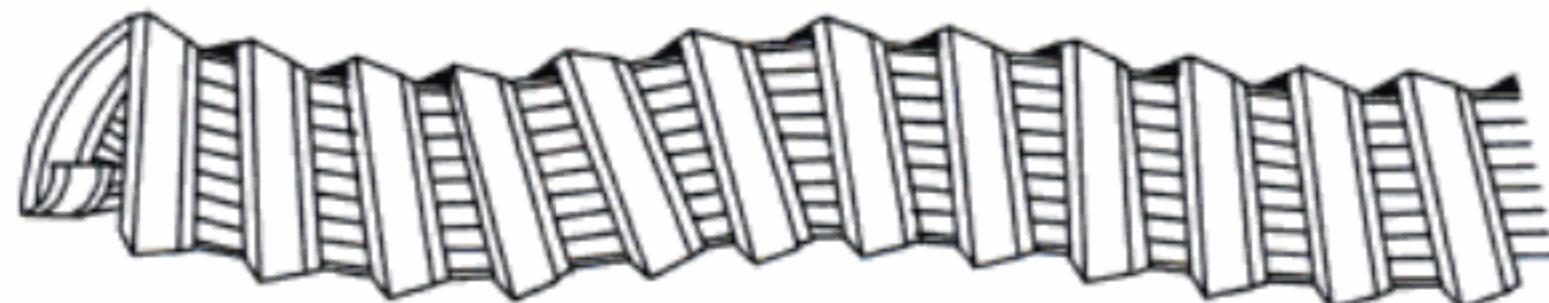
1.5 EL TUBO CONDUIT METÁLICO FLEXIBLE

Este es un tubo hecho de cinta metálica engargolada (en forma helicoidal) sin ningún recubrimiento, hay otro tubo metálico que tiene una cubierta exterior de un material no metálico para que sea hermético a los líquidos.

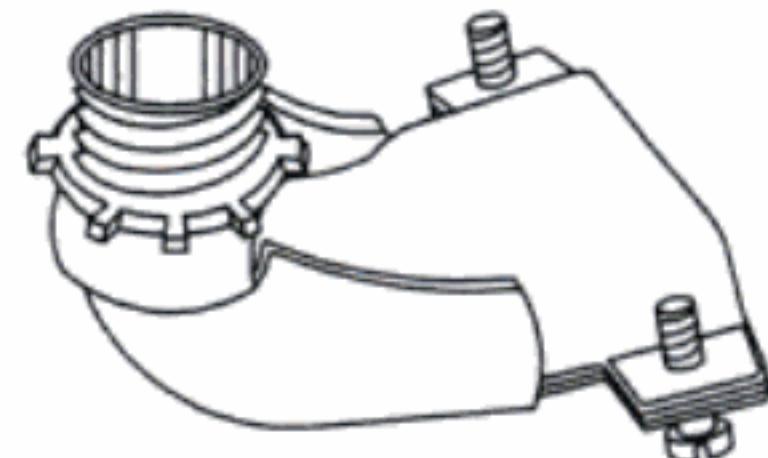
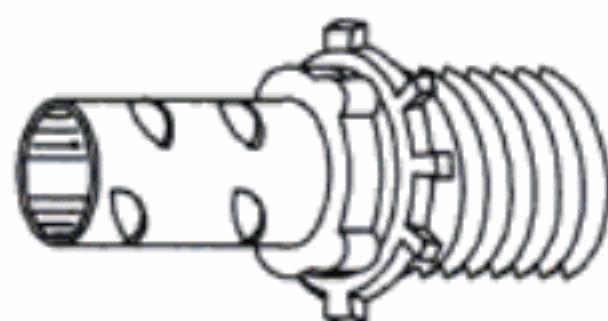
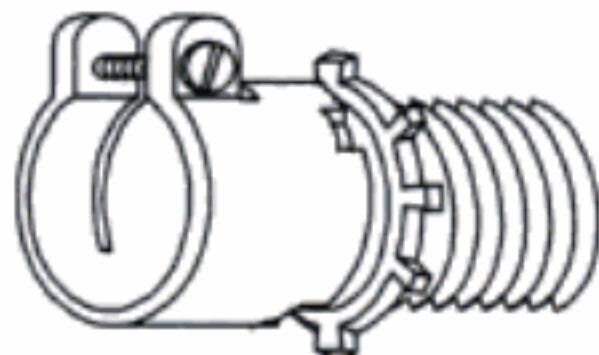
Este tipo de tubo conduit es útil cuando se hacen instalaciones en áreas difíciles en donde se dificultan los dobleces con tubo conduit metálico, o bien, en lugares en donde existen vibraciones mecánicas que puedan afectar las uniones rígidas de las instalaciones.

Este tubo se fabrica con un diámetro mínimo de 13 mm (1/2 pulg) y un diámetro máximo de 102 mm (4 pulg).

**CUANDO SE HACEN INSTALACIONES EN ÁREAS
DONDE SE DIFICULTA EL DOBLADO DE TUBOS
CONDUIT METÁLICOS, SE APLICAN TUBOS
CONDUIT METÁLICOS FLEXIBLES.**



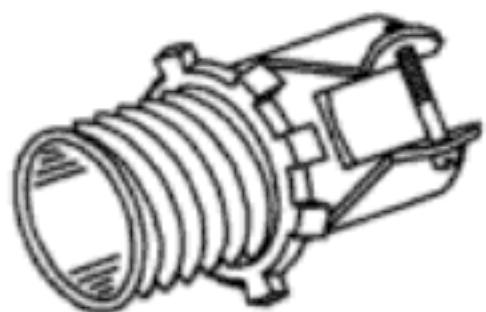
TUBO CONDUIT METÁLICO FLEXIBLE



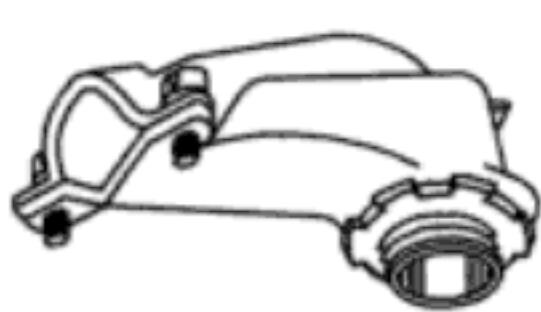
TUBO CONDUIT FLEXIBLE Y CONECTORES



TUBO CONDUIT FLEXIBLE



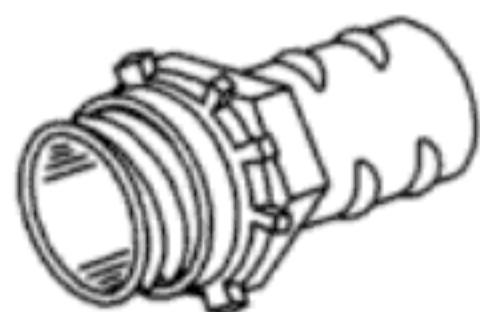
CONECTOR DESLIZABLE



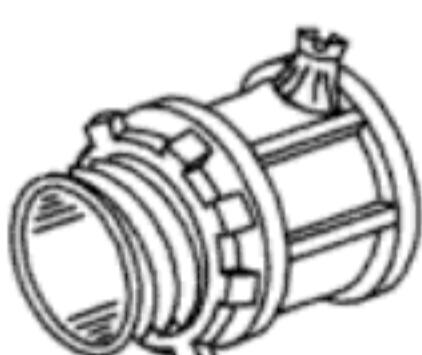
CONECTOR DESLIZABLE A 90



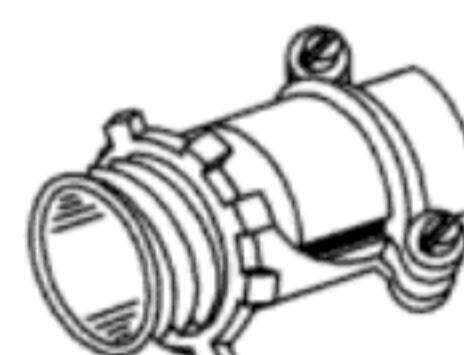
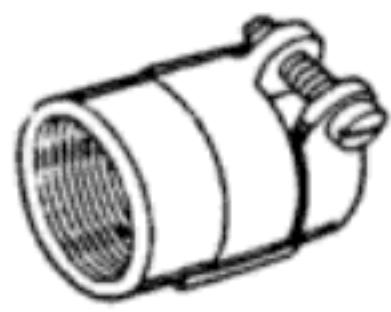
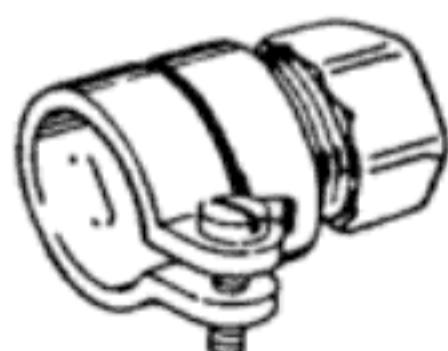
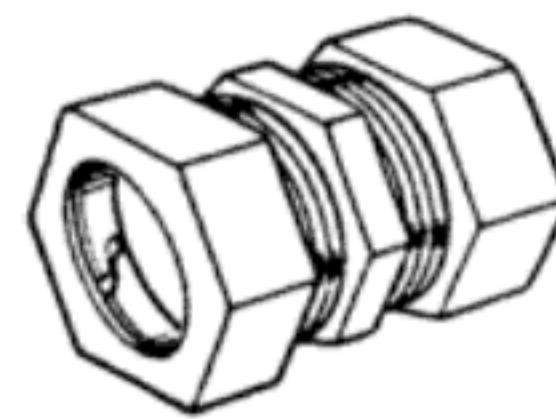
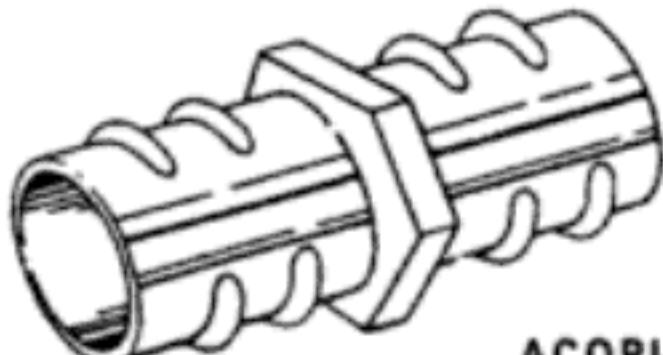
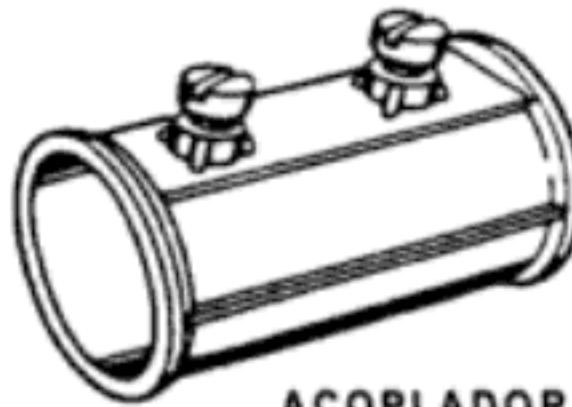
CONECTOR DE COMPRESIÓN



CONECTOR ROSCADO

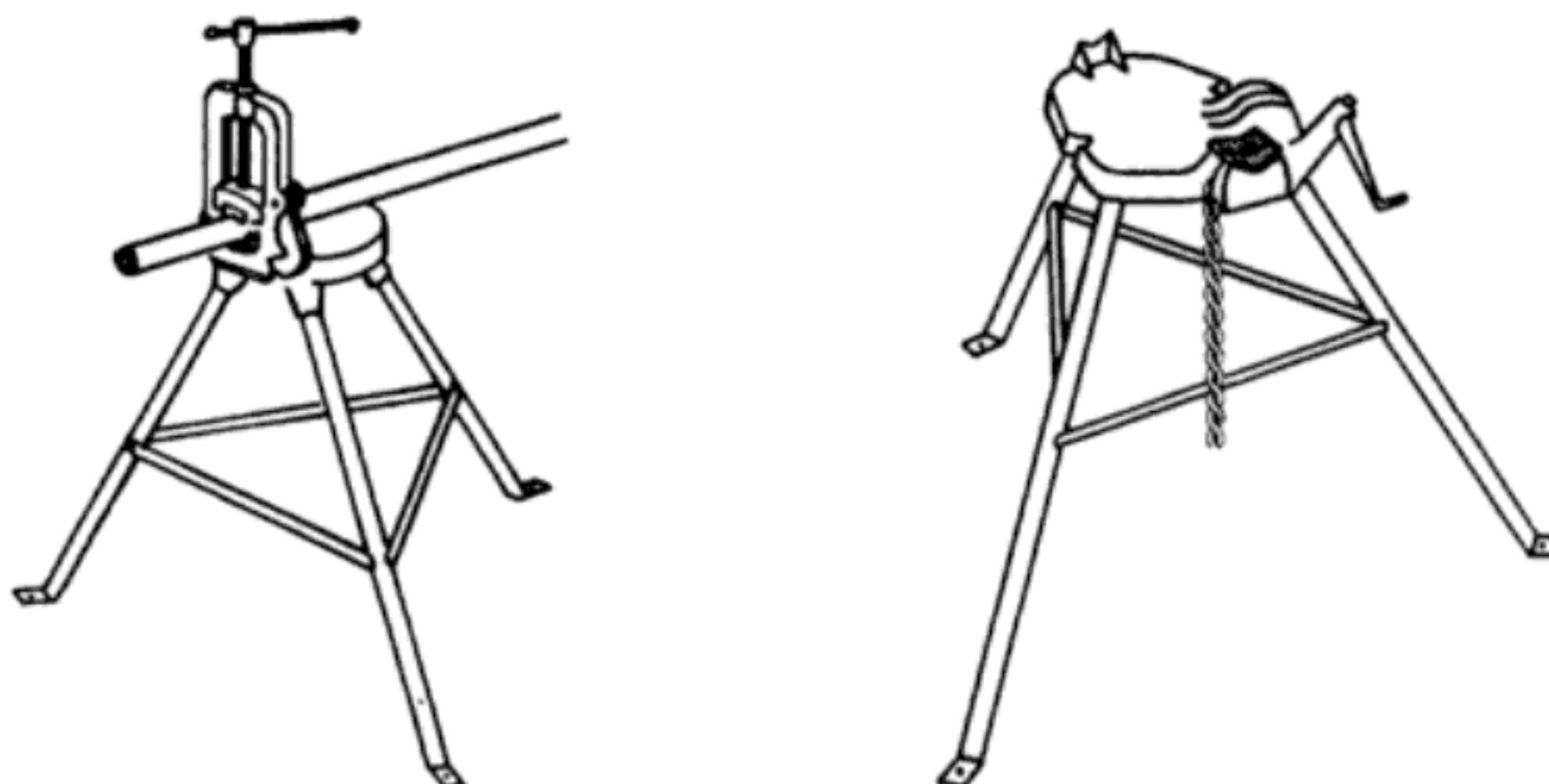


CONECTOR ROSCADO

CONECTOR ROSCADO
Y DE GRAPASCOMBINACIÓN DE CONECTOR DE
TUBO RÍGIDO FLEXIBLECOMBINACIÓN DE CONECTOR DE
TUBO FLEXIBLE A INTERMEDIOACOPLADOR DE
COMPRESIÓNACOPLADOR
ROSCADOACOPLADOR
ATORNILLADO

TUBO CONDUIT FLEXIBLE Y SUS ACCESORIOS

Estos bancos son de uso común para instalaciones residenciales y para modificaciones a instalaciones.



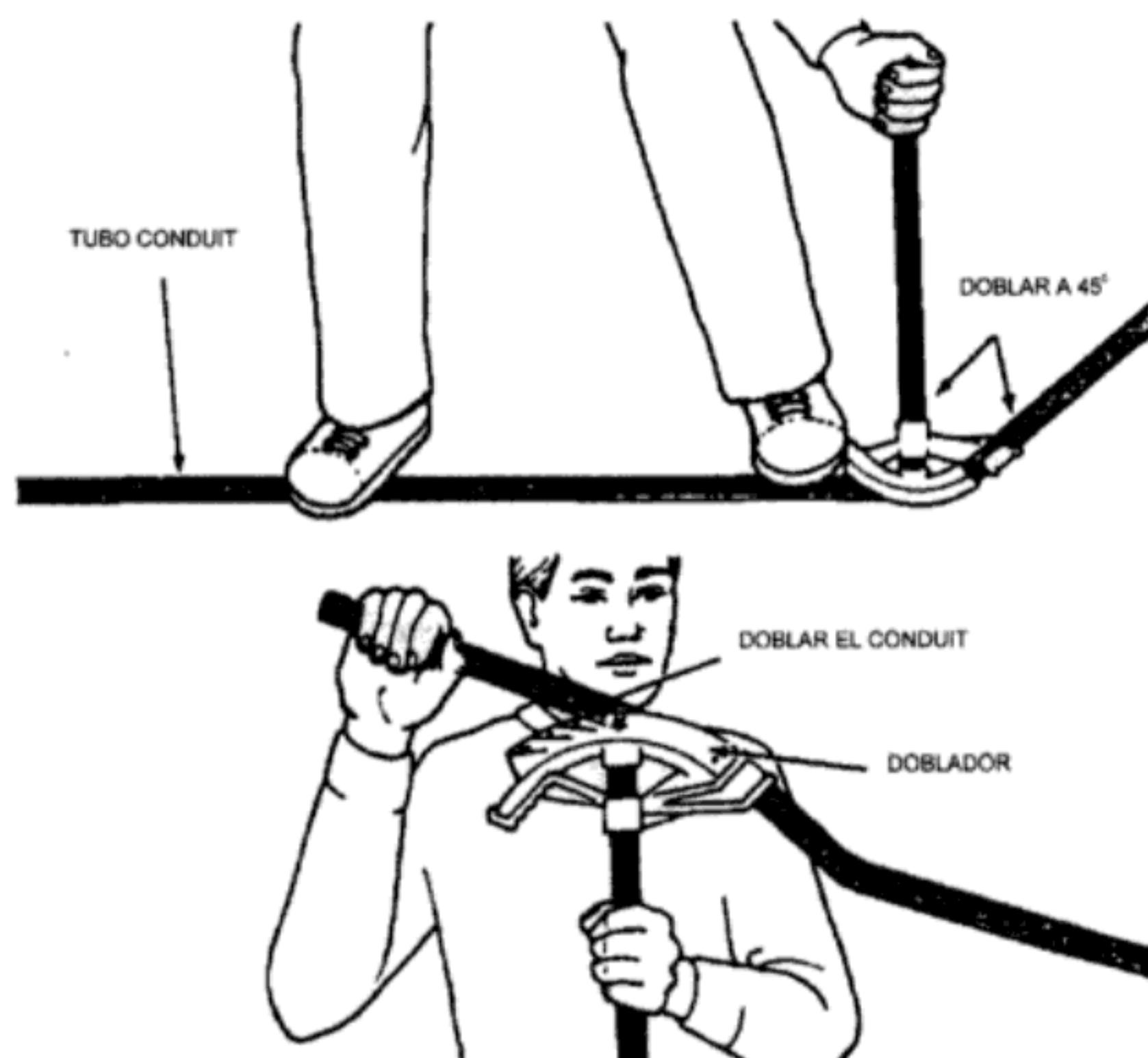
BANCOS DE TRABAJO TIPO PORTÁTIL CON
TORNILLO DE BANCO TIPO YUGO



HERRAMIENTAS DE TRABAJO PARA TUBOS CONDUIT



TORNILLO DE BANCO TIPO PORTÁTIL
PARA SUJETAR EL TUBO CONDUIT



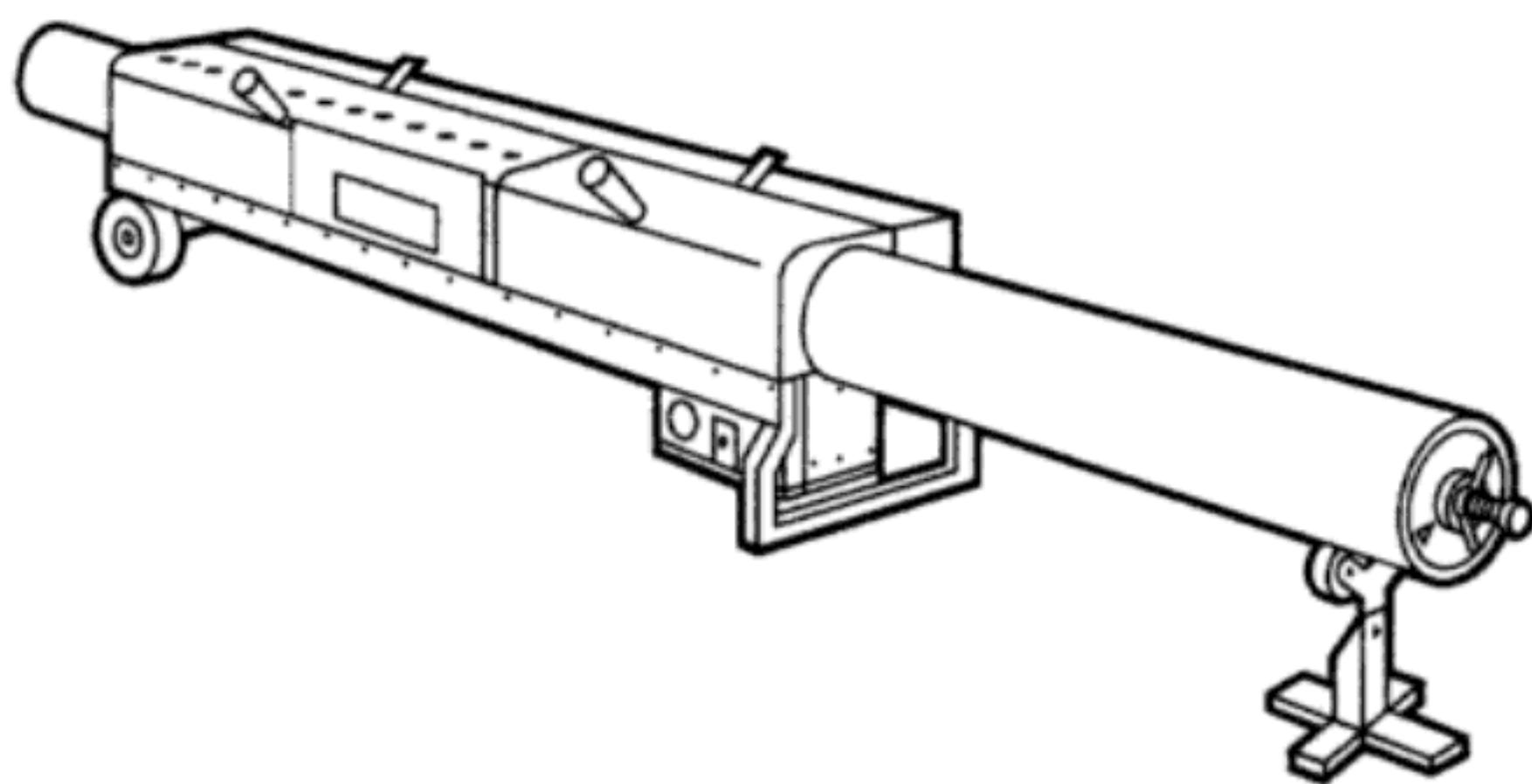
PROCEDIMIENTO DE DOBLADO A 45°
EN TUBO CONDUIT



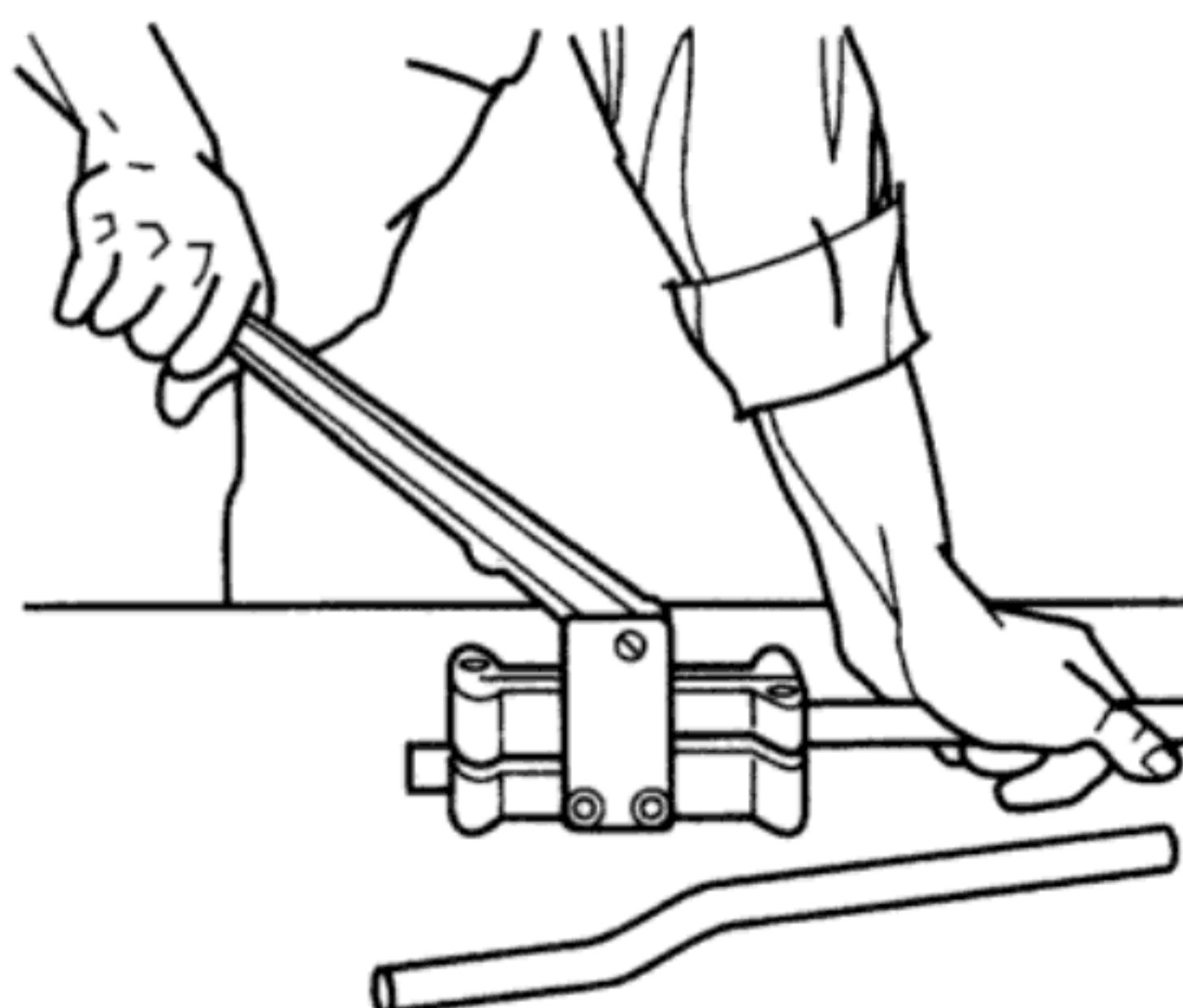
DOBLADOR DE TUBO CONDUIT PARA DIÁMETROS GRANDES



DOBLADOR DE TUBO HIDRAÚLICO PARA TUBO METÁLICO
DE 1 ¼ A 2 PULG DE DIÁMETRO

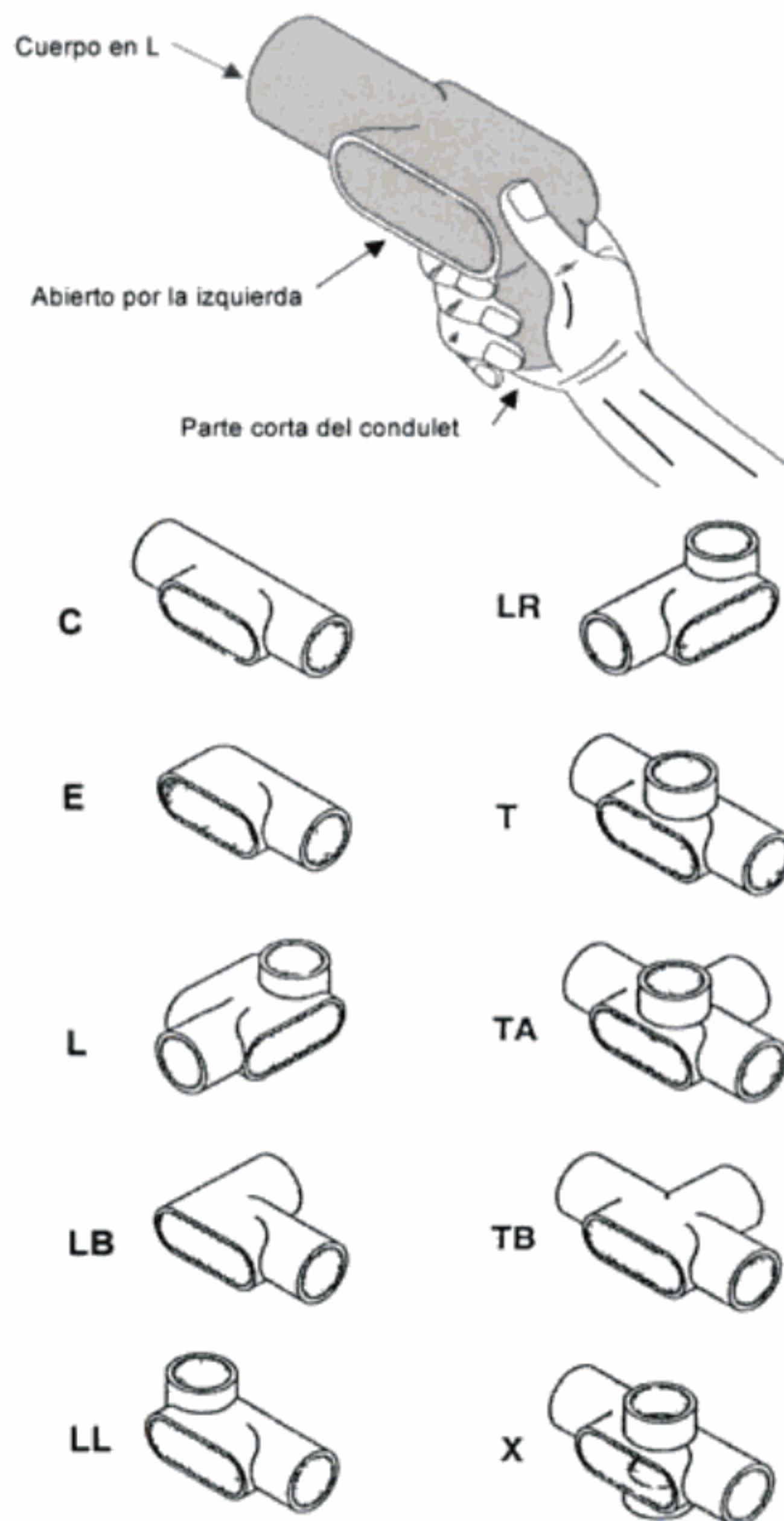


DOBLADOR DE TUBO PVC DE TIPO ELÉCTRICO



DOBLADOR PARA CAMBIO DE DIRECCIÓN EN ÁNGULO PEQUEÑO EN TUBO CONDUIT

TIPOS DE CONDULETS



**LOS CONDULETS SE USAN PARA CAMBIOS DE DIRECCIÓN
EN INSTALACIONES CON TUBOS METÁLICOS**



1.6 LOS TUBOS CONDUIT NO METÁLICOS

En la actualidad, hay muchos tipos de tubos conduit no metálicos que tienen una gran variedad de aplicaciones y están construidos de distintos materiales, tales como el cloruro de Polivinilo (PVC), la fibra de vidrio, el polietileno y otros. **El más usado en instalaciones residenciales es el PVC**, que es un material autoextinguible, resistente al aplastamiento, a la humedad y a los agentes químicos específicos. Se pueden usar en:

- ⇒ Instalaciones ocultas.
- ⇒ Instalaciones visibles, cuando no se expone el tubo a daño mecánico.
- ⇒ En lugares expuestos a los agentes químicos específicos, en donde el material es resistente.

No se deben usar en áreas y locales considerados como peligrosos:

- ⇒ Para soportar luminarias o equipos.
- ⇒ Cuando las temperaturas sean mayores de 70 °C.

Estos tubos se pueden doblar mediante la aplicación de aire o líquido calientes.

Las instalaciones con tubo rígido PVC se deben soportar a intervalos no mayores que los indicados:

Tubo de 13 y 19 mm	→	1.20 m
Tubo de 25 a 51 mm	→	1.50 m
Tubo de 63 y 76 mm	→	1.80 m
Tubo de 89 y 102 mm	→	2.10 m



1.7 EL TUBO DE POLIETILENO

El tubo conduit de polietileno debe ser resistente a la humedad y a ciertos agentes químicos específicos. Su resistencia mecánica debe ser adecuada para proporcionar protección a los conductores y soportar el trato rudo a que se ve sometido durante su instalación. Por lo general, se le identifica por el color anaranjado. Puede operar con voltajes hasta 150 V, a tierra, embebido en concreto o embutido en muros, pisos y techos. También se puede enterrar a una profundidad no menor de 0.50 m. No se recomienda su utilización oculta en techos y plafones, en cubos de edificios o en instalaciones visibles.



1.8 LAS CAJAS Y ACCESORIOS PARA CANALIZACIÓN CON TUBO CONDUIT

TUBOS CONDUIT

Cajas eléctricas. Las cajas eléctricas se describen como la terminación que permite acomodar las llegadas de los distintos tipos de tubos conduit, cables armados o tubos no metálicos, con el propósito de empalmar cables y proporcionar salidas para contactos, apagadores, salidas para lámparas y luminarias en general. Estas cajas se han diseñado y normalizado en distintos tipos y dimensiones, así como los accesorios para su montaje, para dar la versatilidad que las construcciones eléctricas requieren.

Las cajas se identifican por sus nombres, pero en general, son funcionalmente intercambiables con algunas pocas excepciones. Esto significa que si se aplican en forma conveniente, prácticamente cualquier tipo de caja se puede usar para distintos propósitos, se fabrican metálicas y no metálicas. Básicamente, la selección de una caja depende de lo siguiente:

- ⇒ El número de conductores que entran.
- ⇒ El tipo y número de dispositivos que se conectan a la caja.
- ⇒ El método de alambrado usado.

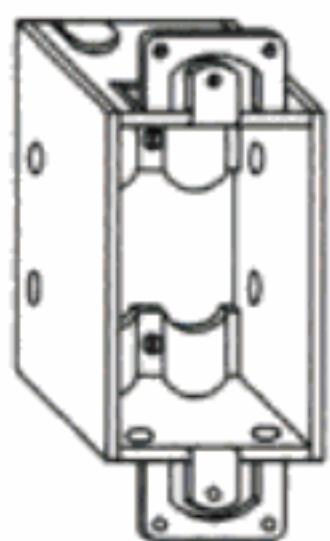


1.9 CAJAS METÁLICAS DE PROPÓSITOS GENERALES

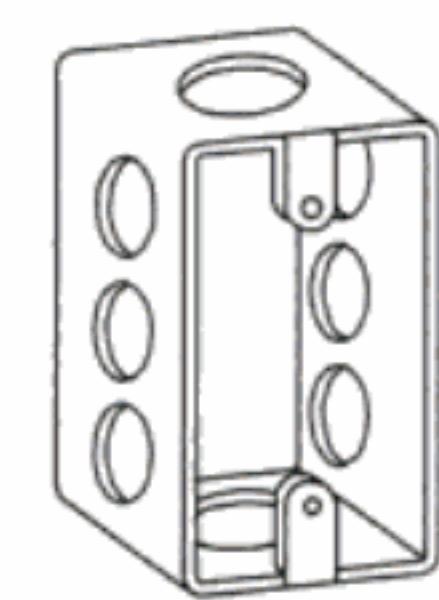
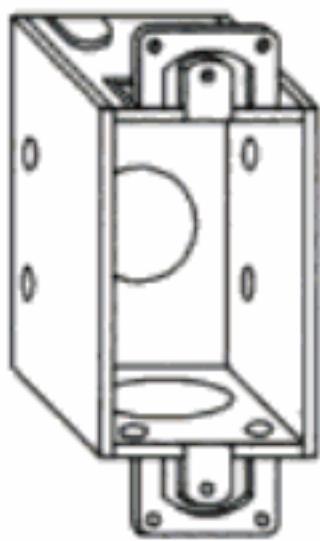
Estas cajas de propósitos generales, caen dentro de cualquiera de los tres tipos de categorías siguientes:

- ⇒ Cajas para apagadores.
- ⇒ Cajas octagonales.
- ⇒ Cajas cuadradas.

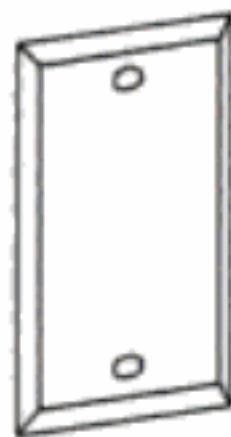
Estas cajas (y sus accesorios), se fabrican con material metálico, aún cuando en forma reciente se tienen algunas formas de materiales no metálicos. Las cajas tipo apagador, se usan para alojar apagadores o contactos, algunas pueden alojar más de un apagador o dispositivo. Las cajas octagonales o cuadradas, se usan principalmente para salidas de la instalación eléctrica, ya sea para lámparas o luminarias o para montar otros dispositivos (usando la cubierta apropiada).



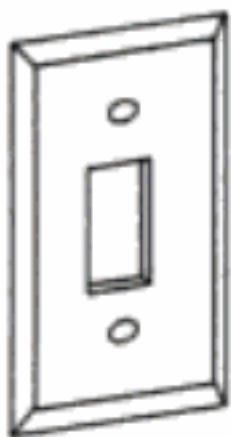
CAJA PARA APAGADORES



CAJA RECTANGULAR



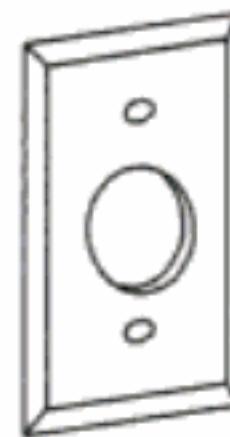
(a)



(b)



(c)

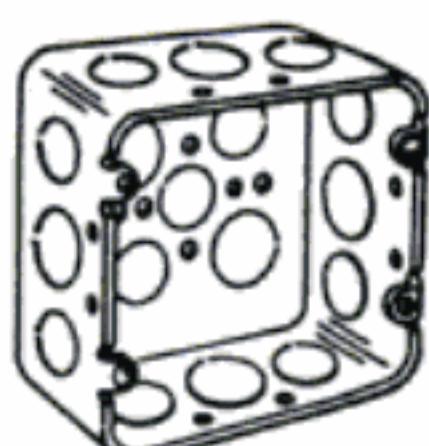


(d)

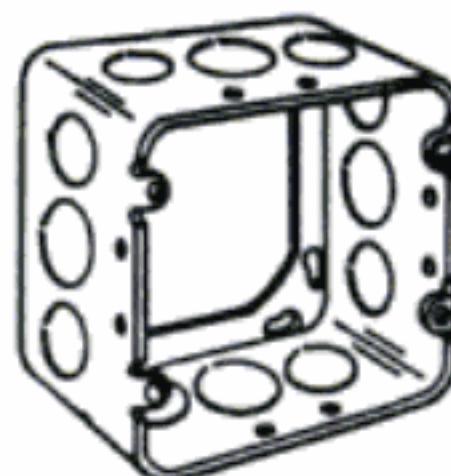
DISTINTOS TIPOS DE TAPAS

- (a) TAPACIEGA.
- (b) TAPA PARA APAGADOR.
- (c) TAPA PARA CONTACTO DOBLE.
- (d) TAPA PARA CONTACTO.

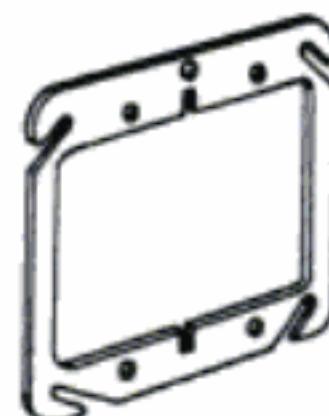
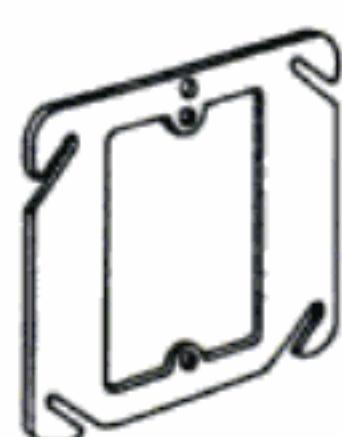
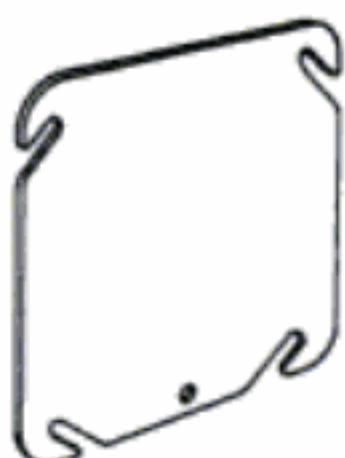
ALGUNOS TIPOS DE CAJAS Y SUS TAPAS



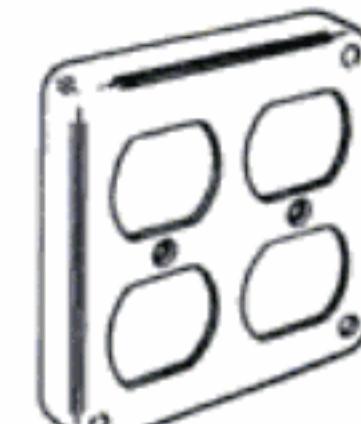
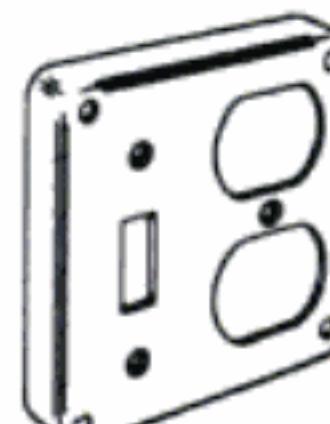
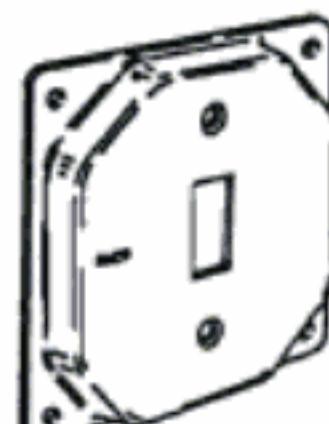
CAJA CUADRADA



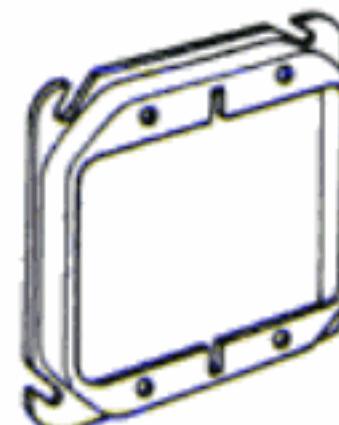
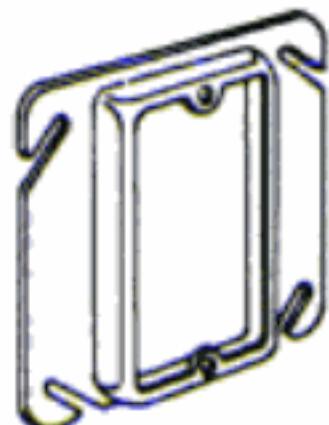
EXTENSIÓN DE CAJA



TAPAS PLANAS PARA TRABAJO CANCELADO



TAPAS REALZADAS



TAPAS DE PLÁSTICO REALZADAS PARA TRABAJOS CANCELADOS

CAJAS DE ACERO CUADRADAS Y SUS CUBIERTAS

Las normas técnicas para instalaciones eléctricas, con relación a las cajas y tapas, mencionan lo siguiente:

ESPACIO OCUPADO POR LOS CONDUCTORES EN UNA CAJA

Todos los conductores que se alojen en una caja, incluyendo los aislamientos, empalmes y vueltas que se hagan en su interior, no deben ocupar más del 60 por ciento del espacio interior de la caja o del espacio libre que dejen los dispositivos o accesorios que se instalen en ella.

ENTRADA DE LOS CONDUCTORES A CAJAS O ACCESORIOS

En general, los conductores que entren a cajas o accesorios deben quedar protegidos contra la abrasión.

- a) **Cajas y accesorios metálicos.** Cuando se utilicen cajas o accesorios metálicos en instalaciones visibles sobre aisladores, los conductores deben entrar en ellos a través de boquillas aislantes o en alguna otra forma que proporcione una protección equivalente. En instalaciones con tubos rígidos o flexibles o con cable con cubierta metálica, las cajas o accesorios metálicos deben estar unidos a ellos por medio de accesorios aprobados para tal objeto.
- b) **Cajas no metálicas.** Cuando se utilicen cajas no metálicas en instalaciones visibles sobre aisladores, los conductores deben entrar a las cajas a través de orificios individuales. En caso de usarse cajas no metálicas en instalación con cable visible, éste debe penetrar con todo y cubierta exterior hasta dentro de las cajas por uno de sus orificios.

COLOCACIÓN EN PAREDES O TECHOS

En paredes o techos de madera u otro material combustible, las cajas y accesorios deben quedar al ras de la superficie acabada o sobresalir de ella. En paredes o techos de concreto, ladrillos u otro material incombustible, las cajas y accesorios pueden quedar embutidos a una distancia pequeña con respecto a la superficie de la pared o techo terminado.

FIJACIÓN

Las cajas deben fijarse rígidamente sobre la superficie en la cual se instalen o estar empotradas en concreto, mampostería u otro material de construcción de manera rígida y segura.

PROFUNDIDAD DE LAS CAJAS DE SALIDA EN INSTALACIONES OCULTAS

Las cajas de salida utilizadas en instalaciones ocultas deben tener una profundidad interior por lo menos de 35 milímetros, excepto en los casos en que esto resulte perjudicial para la resistencia del edificio o que la instalación de dichas cajas sea impracticable, en cuyos casos pueden utilizarse cajas de profundidad menor, pero no menor de 13 milímetros de profundidad interior.

TAPAS Y CUBIERTAS ORNAMENTALES

Todas las cajas de salida deben estar provistas de una tapa, a menos que los aparatos instalados tengan una cubierta ornamental que provea una protección equivalente.

- a) En cajas de salida no metálicas, deben usarse tapas no metálicas.
- b) Si se usan cubiertas ornamentales en paredes o techos de material combustible, debe intercalarse una capa de material no combustible entre dichas cubiertas y las paredes o techos.
- c) Las tapas de cajas de salida con orificios a través de los cuales pasen cordones flexibles colgantes, deben estar provistas de boquillas protectoras, o bien, los orificios deben tener sus aristas bien redondeadas para que los conductores no se maltraten.

CAJAS DE SALIDA EN EL PISO

Las cajas de salida para contactos en el piso deben estar especialmente diseñadas para este propósito.

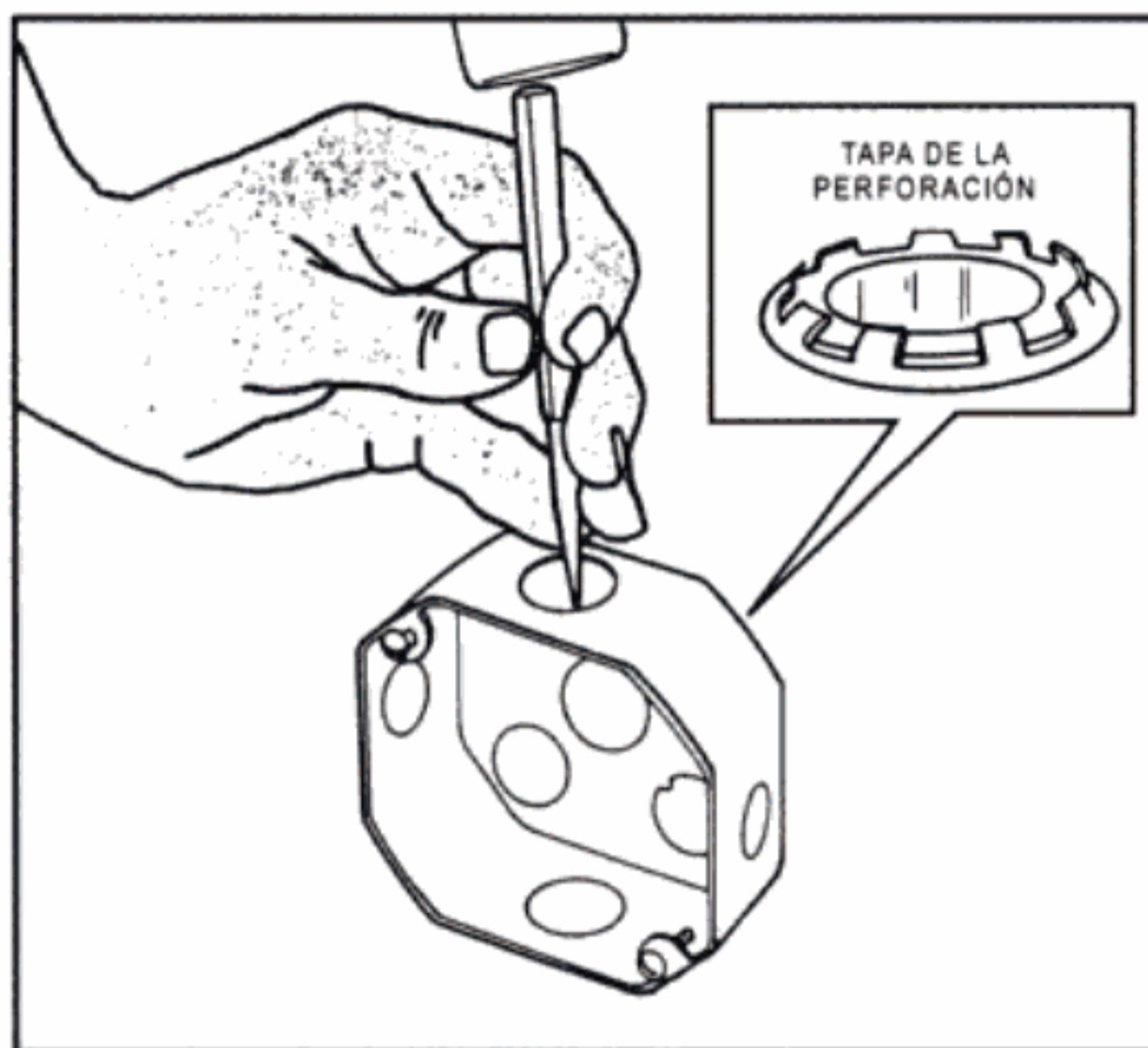


1.10 TAPAS

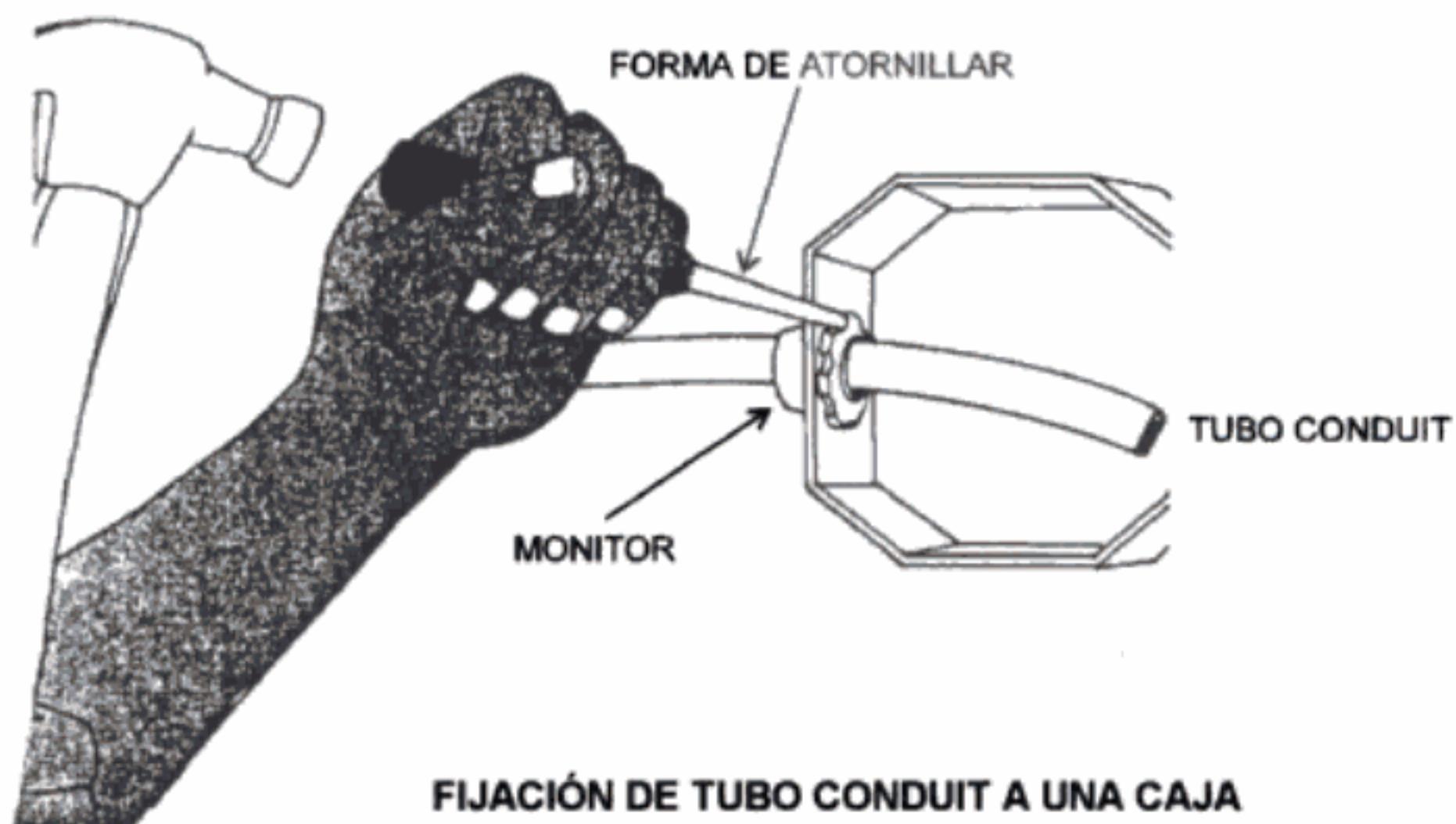
Las tapas metálicas deben ser de un espesor no menor que el de las paredes de las cajas o accesorios correspondientes del mismo material, pudiendo estar recubiertas de un material aislante sólidamente adherido, de un espesor no menor de 0.8 milímetros. Se pueden utilizar tapas de

porcelana u otro material aislante, siempre que sean de forma y espesor tales que ofrezcan la protección y solidez requeridas.

A LAS CAJAS SE LES DEBEN ABRIR LAS PERFORACIONES QUE VAN A SER USADAS (POR EJEMPLO, CON TUBO CONDUIT)



FORMA DE ABRIR LAS PERFORACIONES DE LAS CAJAS QUE VAN A SER UTILIZADAS



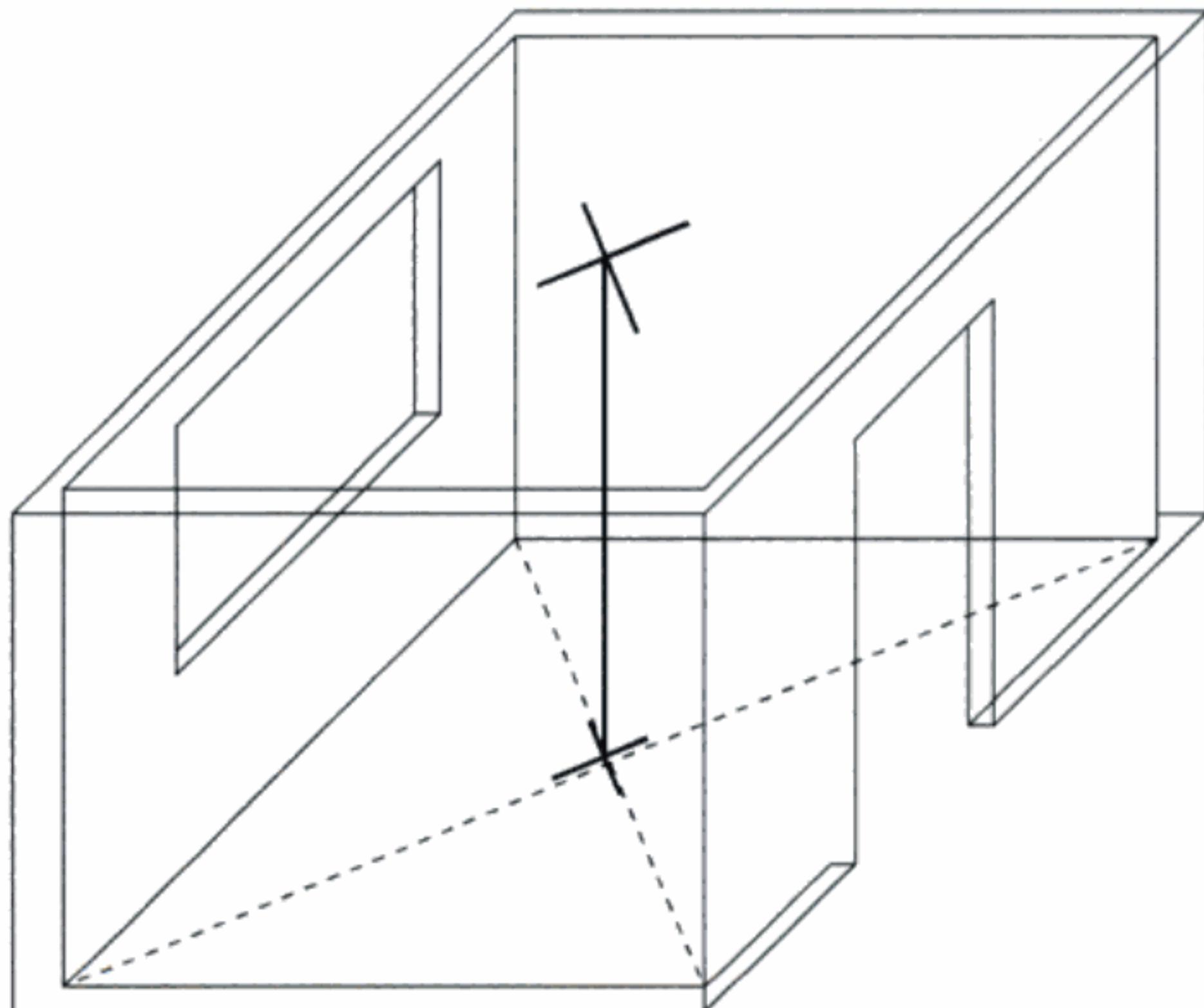
FIJACIÓN DE TUBO CONDUIT A UNA CAJA



CAJA DE SALIDA PARA LÁMPARA

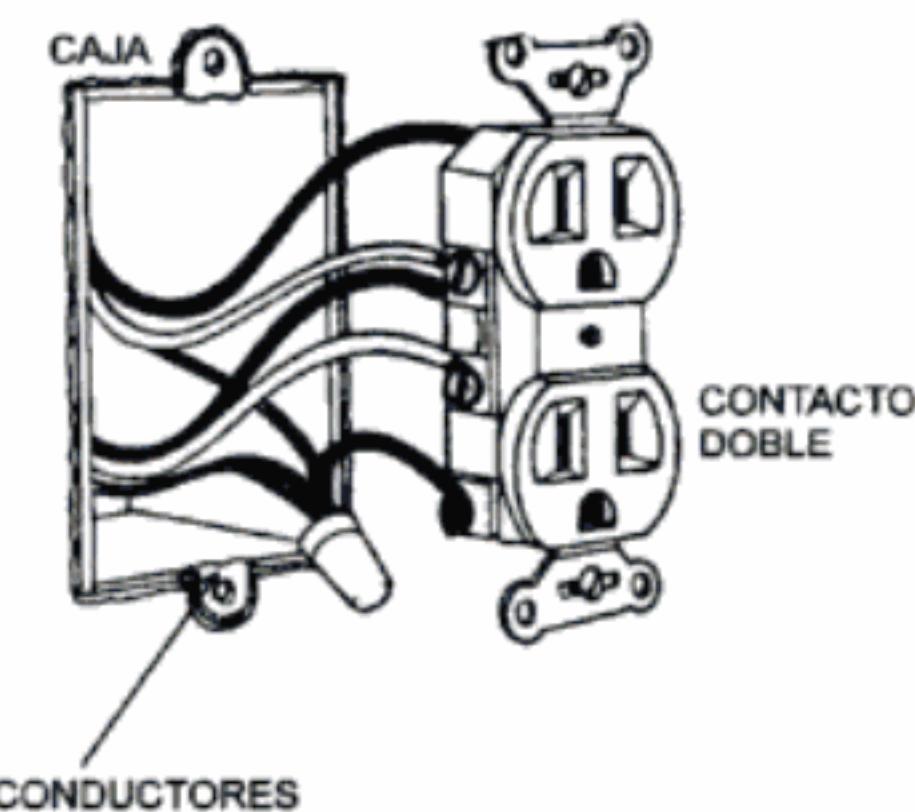
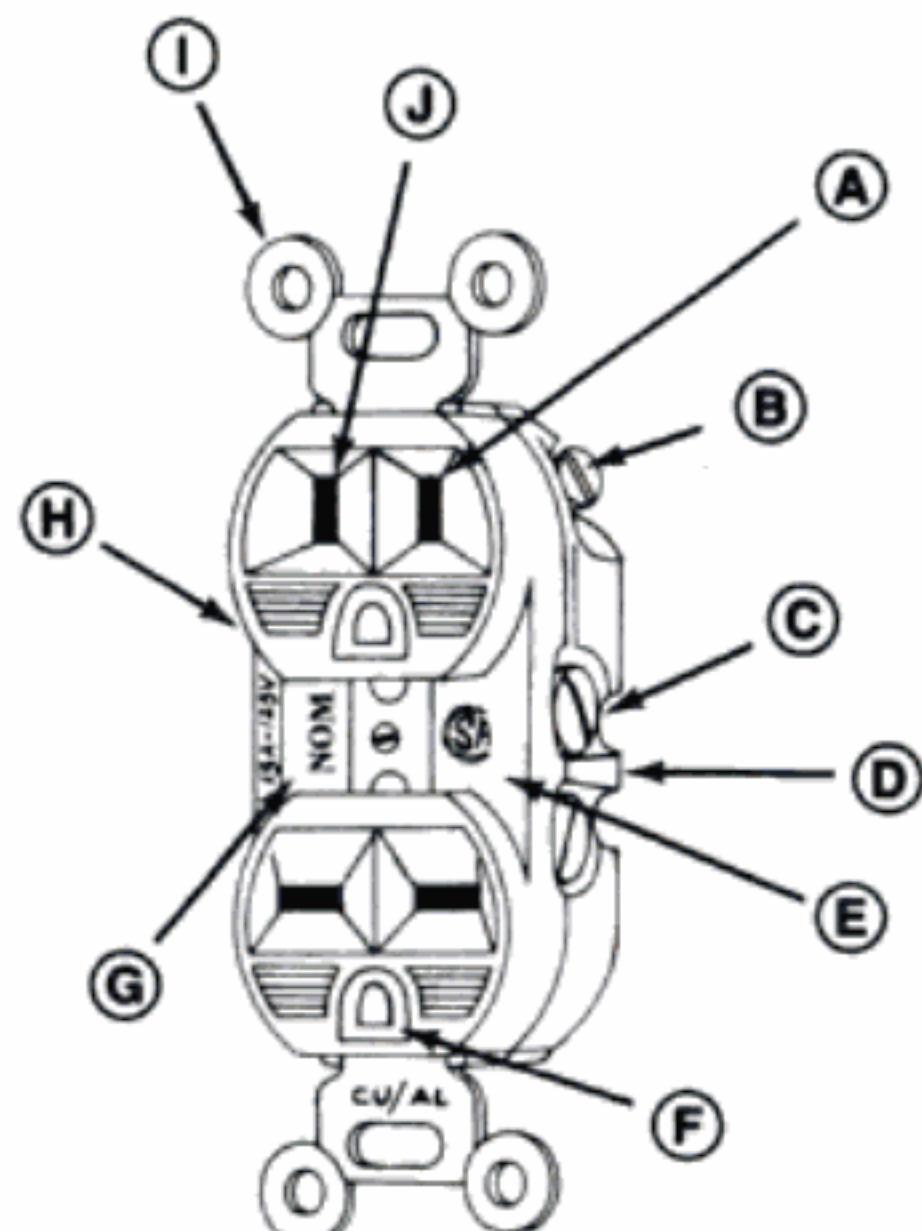


CAJA USADA PARA CONTACTO DOBLE

FORMA DE LOCALIZAR LA SALIDA DE UNA
LUMINARIA EN UN CUARTO

En la figura, se identifican las partes principales de un contacto doble de uso común en las instalaciones eléctricas residenciales.

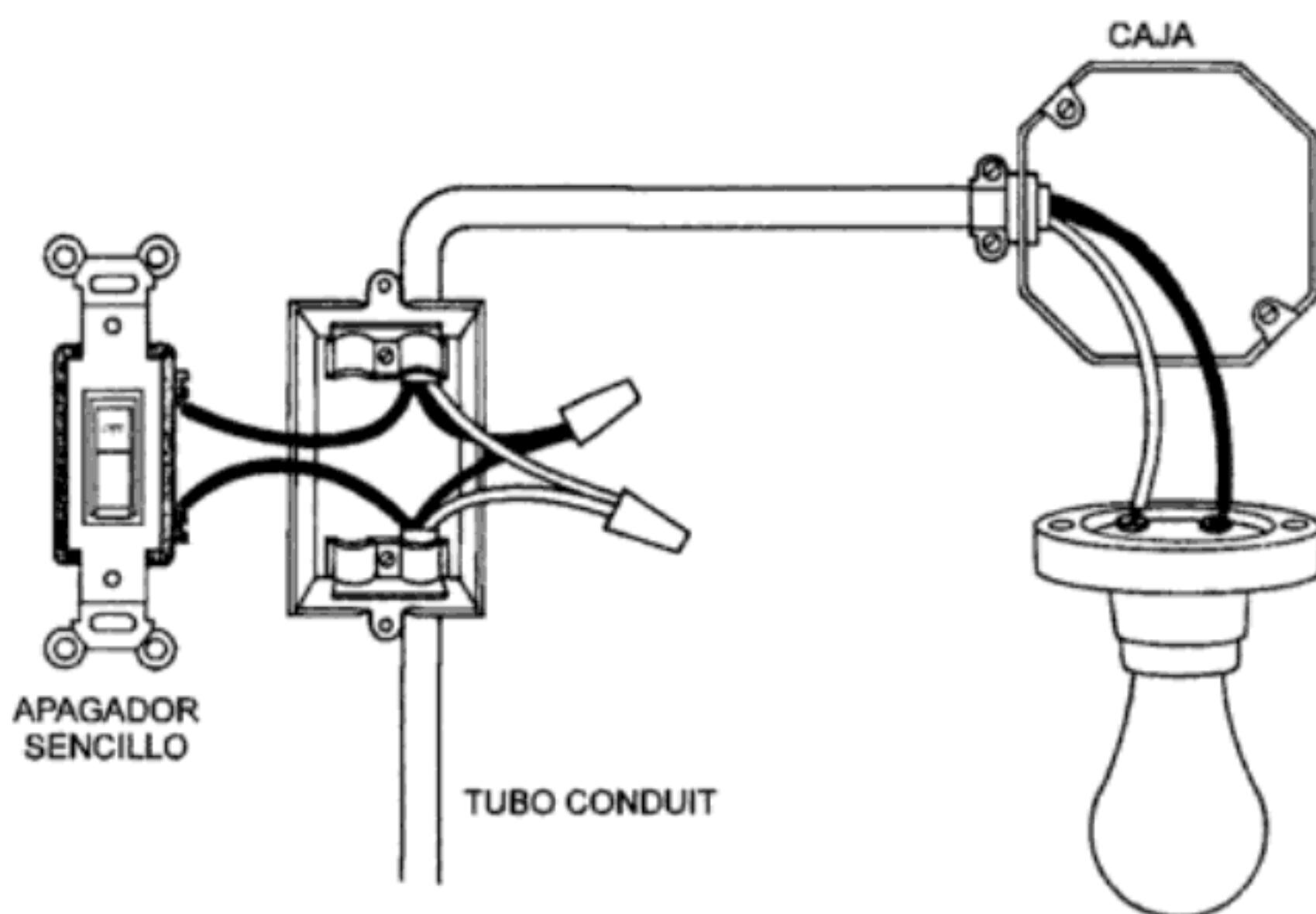
- D** Base que conecta las partes superior e inferior del contacto.
- E** Marca .
- G** NOM.
- I** Base de extracción.
- F** Ranura de tierra.
- A** Ranura de línea en contactos polarizados.
- J** Neutro en contactos polarizados.
- H** Tornillo de neutro (plata).
- C** Tornillo de línea (bronce).
- B** Tornillo de tierra (verde).



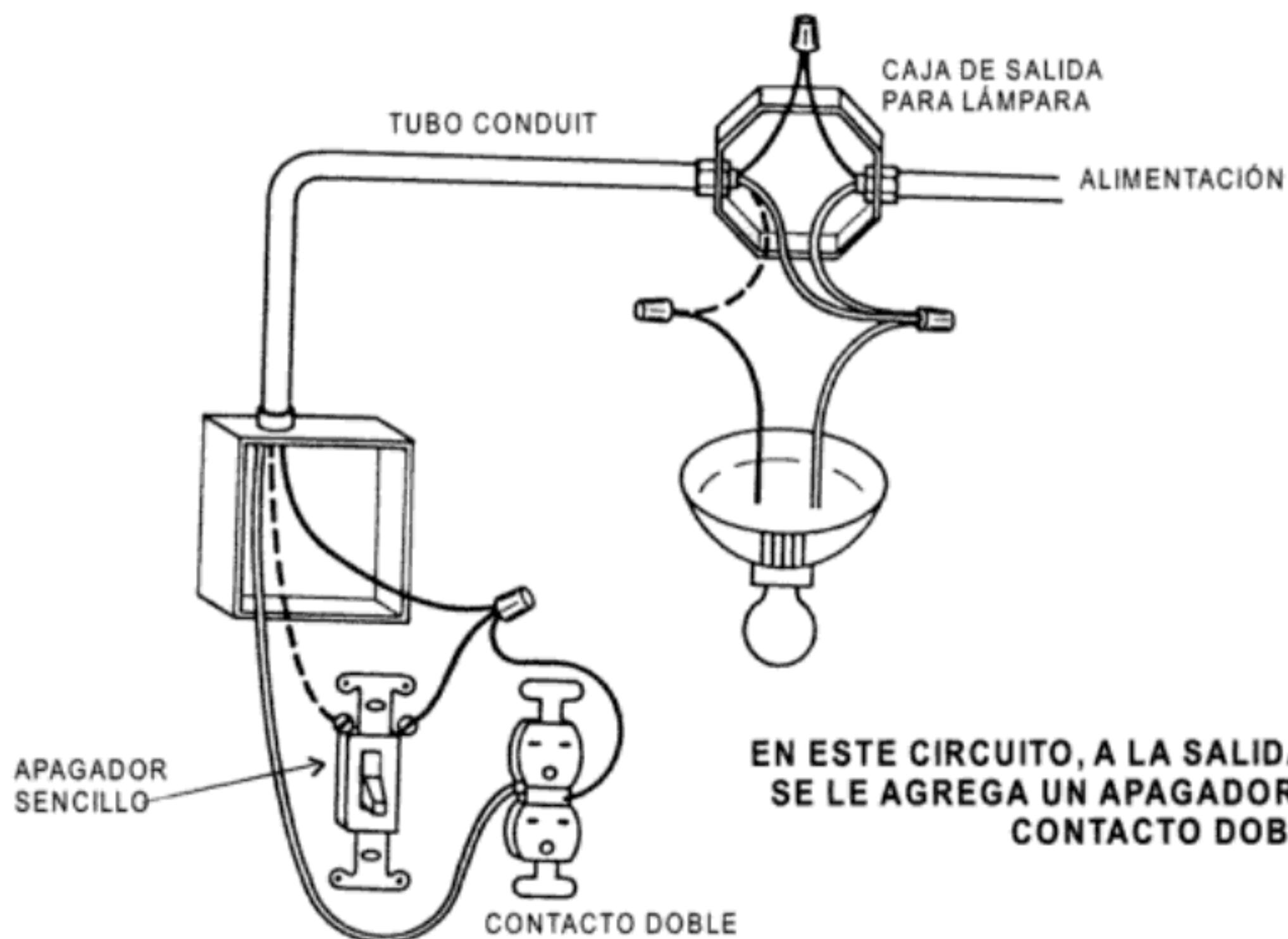
CONEXIONES DEL CONTACTO DOBLE



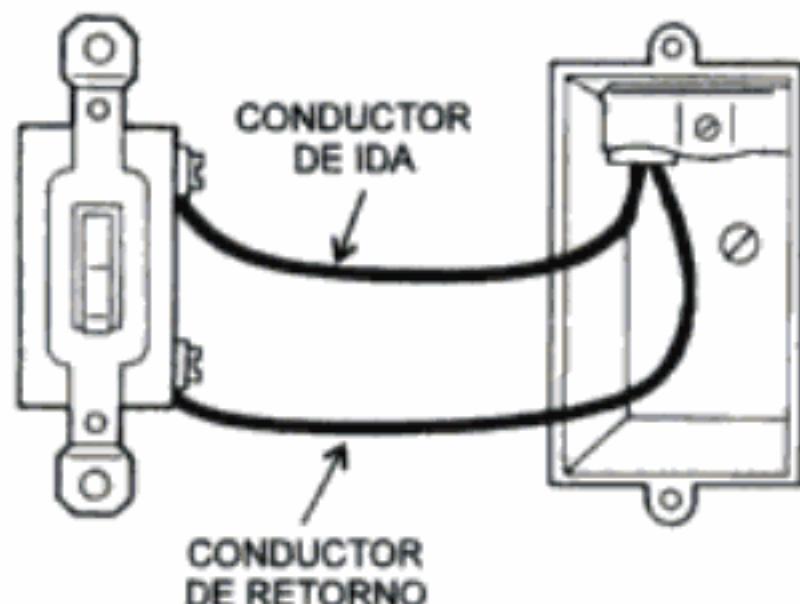
FIJACIÓN DE LA TAPA A LA CAJA



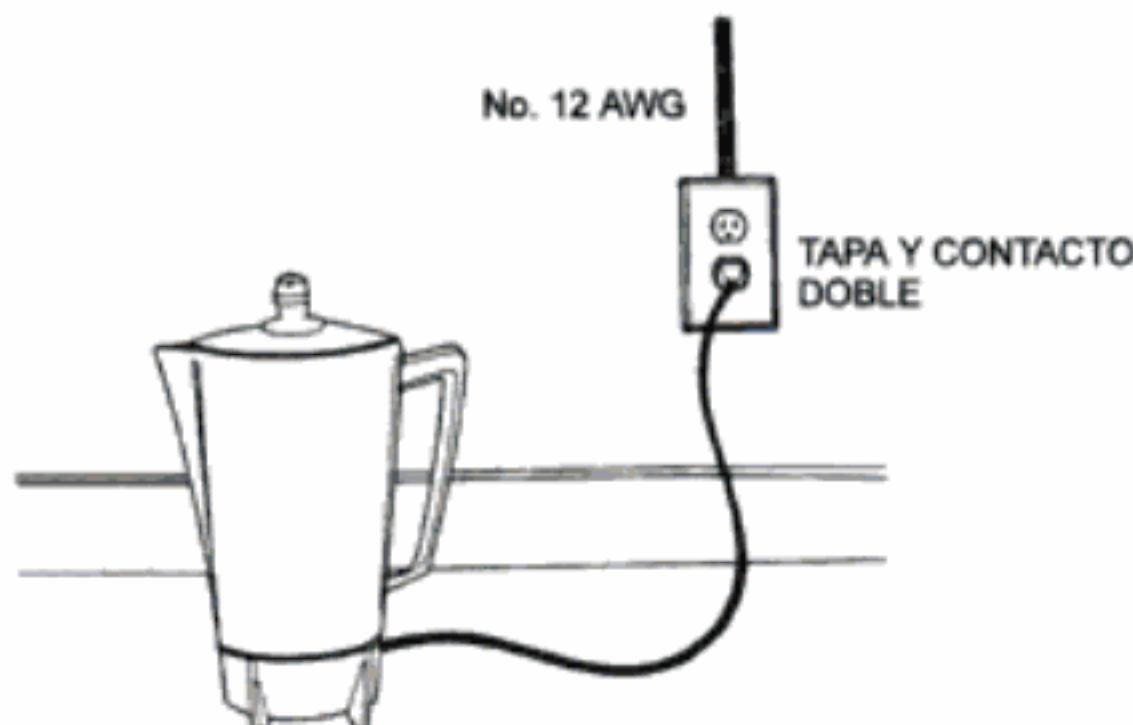
CAJAS USADAS PARA SALIDA DE LA LÁMPARA
Y APAGADOR SENCILLO



EN ESTE CIRCUITO, A LA SALIDA PARA LÁMPARA
SE LE AGREGA UN APAGADOR SENCILLO Y UN
CONTACTO DOBLE



CAJA PARA APAGADOR SENCILLO



ASPECTO DE LA SALIDA PARA CONTACTO DOBLE



1.11 CONDUCTORES ELÉCTRICOS

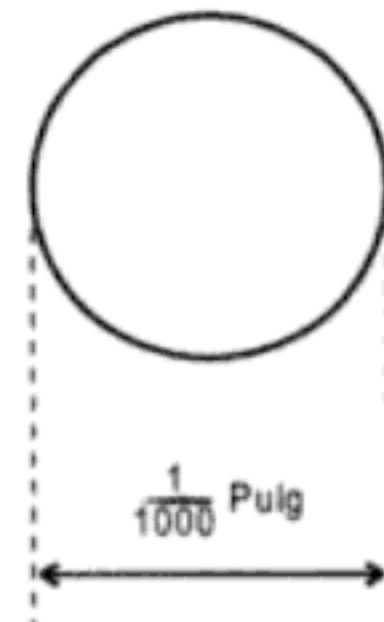
Las instalaciones eléctricas residenciales se encuentran catalogadas como instalaciones en baja tensión, es decir, que operan con menos de 600 volts. Las normas para instalaciones eléctricas establecen ciertos valores de tensión para sistemas trifásicos y monofásicos, de manera que los valores normalizados en alimentación trifásica se pueden tomar como 480, 440 y 220 V, y en alimentación monofásica de 127 V.

Los elementos que conducen la corriente eléctrica se denominan **conductores eléctricos** y deben tener una buena conductividad y cumplir con otros requisitos en cuanto a propiedades mecánicas y eléctricas. Por esta razón, la mayoría de los conductores son de cobre y algunos otros de aluminio, aún cuando existen otros materiales de mejor conductividad, como por ejemplo la plata y el platino, que tienen un costo elevado que hace antieconómica su utilización en instalaciones eléctricas.

Comparativamente, el aluminio es aproximadamente un 16% menos conductor que el cobre, pero al ser mucho más liviano que éste, resulta un poco más económico cuando se hacen estudios comparativos, ya que a igualdad de peso se tiene hasta cuatro veces más conductividad que con el cobre. Por lo general, los conductores eléctricos se fabrican de sección circular de material sólido o como cables, dependiendo la cantidad de corriente por conducir y su utilización, aunque en algunos casos se elaboran en secciones rectangulares para altas corrientes.

Desde el punto de vista de las normas, los conductores se han identificado por un número que corresponde a lo que comúnmente se conoce como el calibre, y que normalmente se sigue el sistema americano de designación AWG (American Wire Gage), siendo el más grueso el número 4/0, siguiendo en orden descendente del área del conductor los números 3/0, 2/0, 1/0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 y 20 que es el más delgado usado en instalaciones eléctricas. Para conductores con un área mayor del 4/0, se hace una designación que está en función de su área en pulgadas, para lo cual se emplea una unidad denominada el **Circular Mil**, siendo así como un conductor de 250 corresponderá a aquél cuya sección sea de 250,000 C.M. y así sucesivamente, entendiéndose como:

Circular Mil: La sección de un círculo que tiene un diámetro de un milésimo de pulgada (0.001 pulg).



La relación entre el circular mil y el área en mm^2 para un conductor, se obtiene como sigue:

$$1 \text{ pulg} = 25.4 \text{ mm}$$

$$\frac{1}{1000} \text{ pulg} = 0.0254 \text{ mm}$$

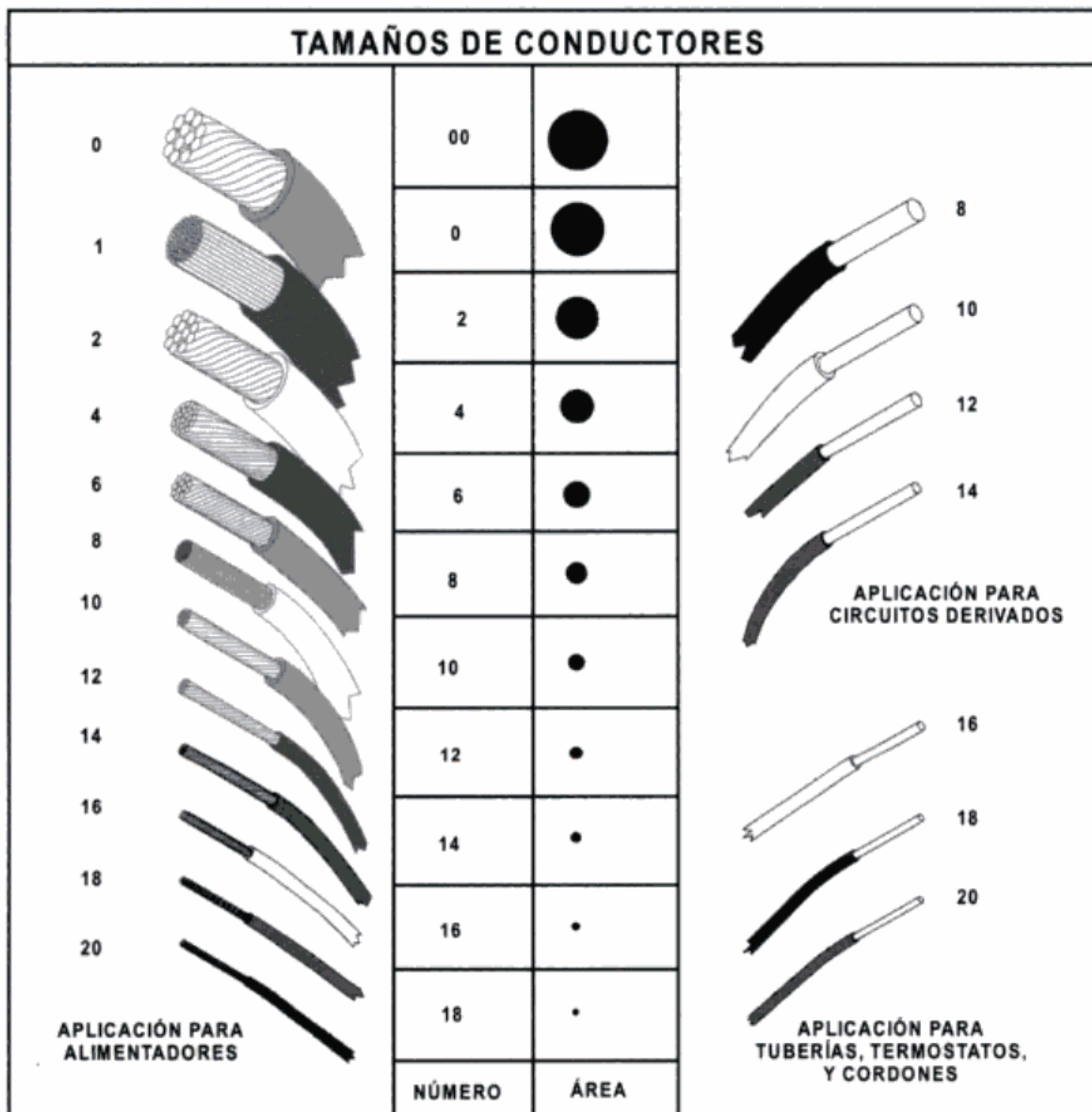
Siendo el circular mil un área:

$$1 \text{ CM.} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.1416 \times (0.0254)^2}{4} = 5.064506 \times 10^{-4} \text{ mm}^2$$

Donde:

$$1 \text{ mm}^2 = \frac{10^4}{5.064506} = 1974 \text{ cm}$$

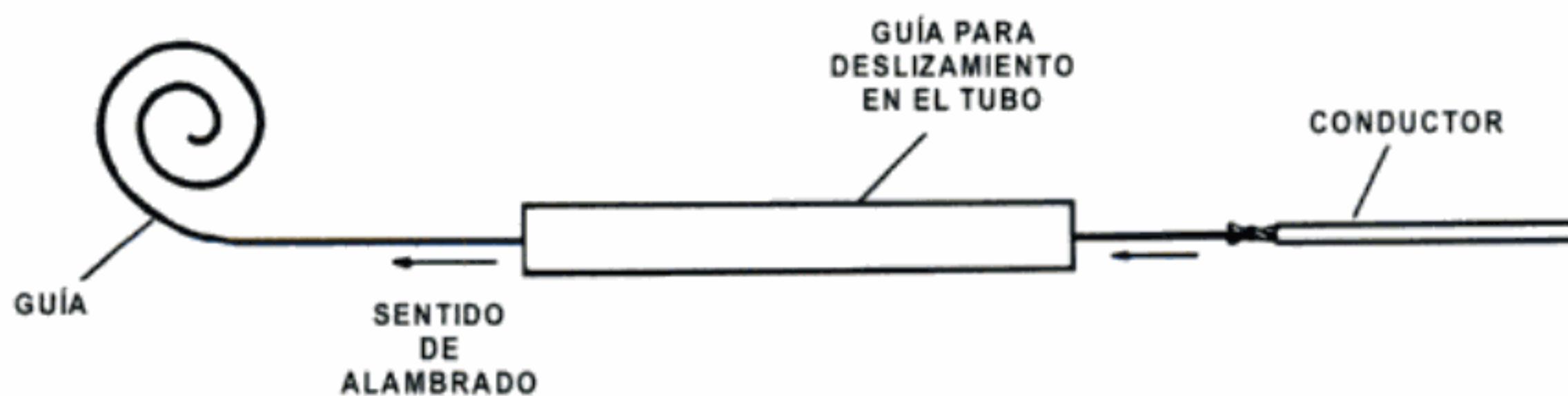
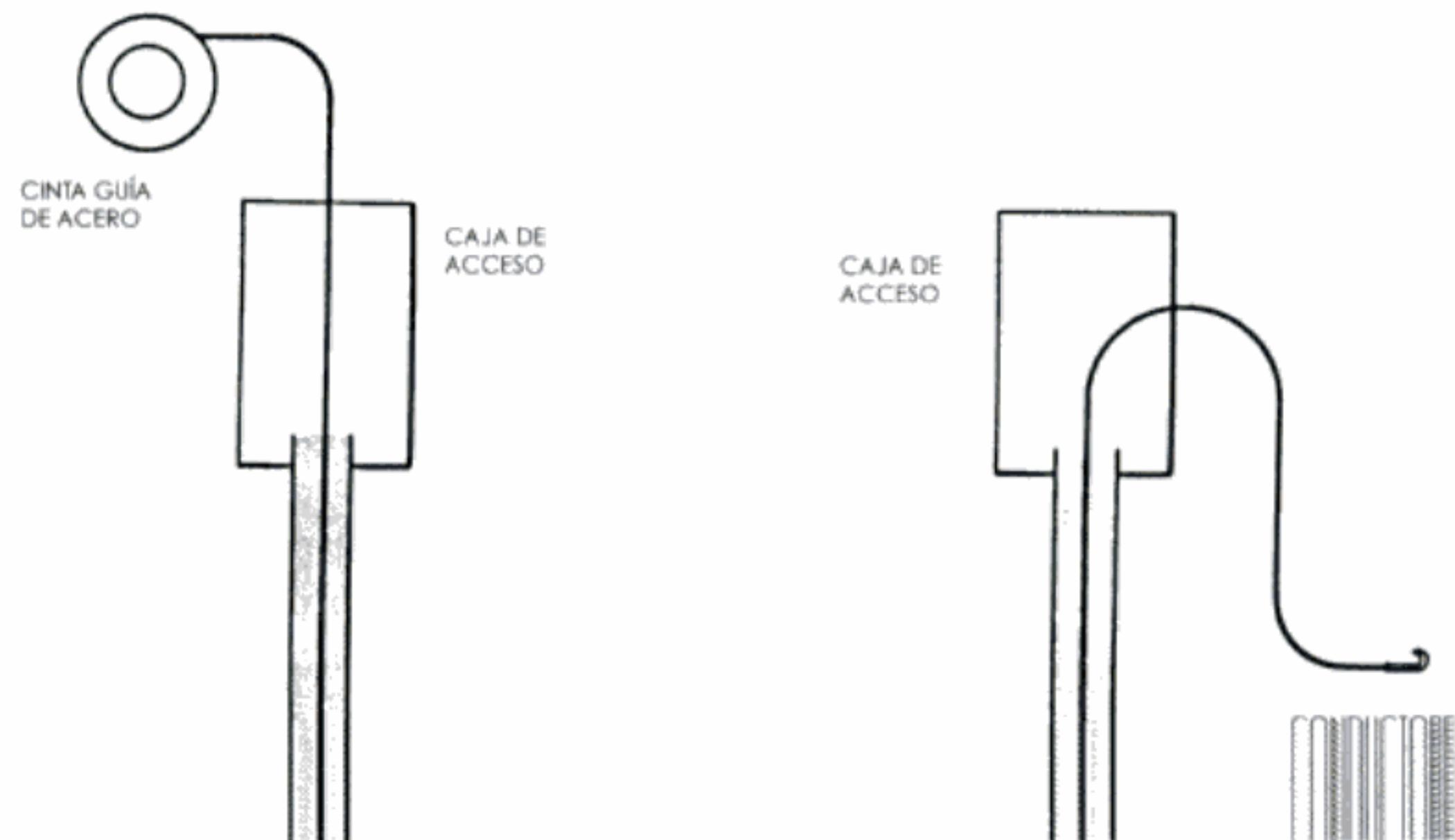
O en forma aproximada: $1 \text{ mm}^2 = 2000 \text{ cm}$

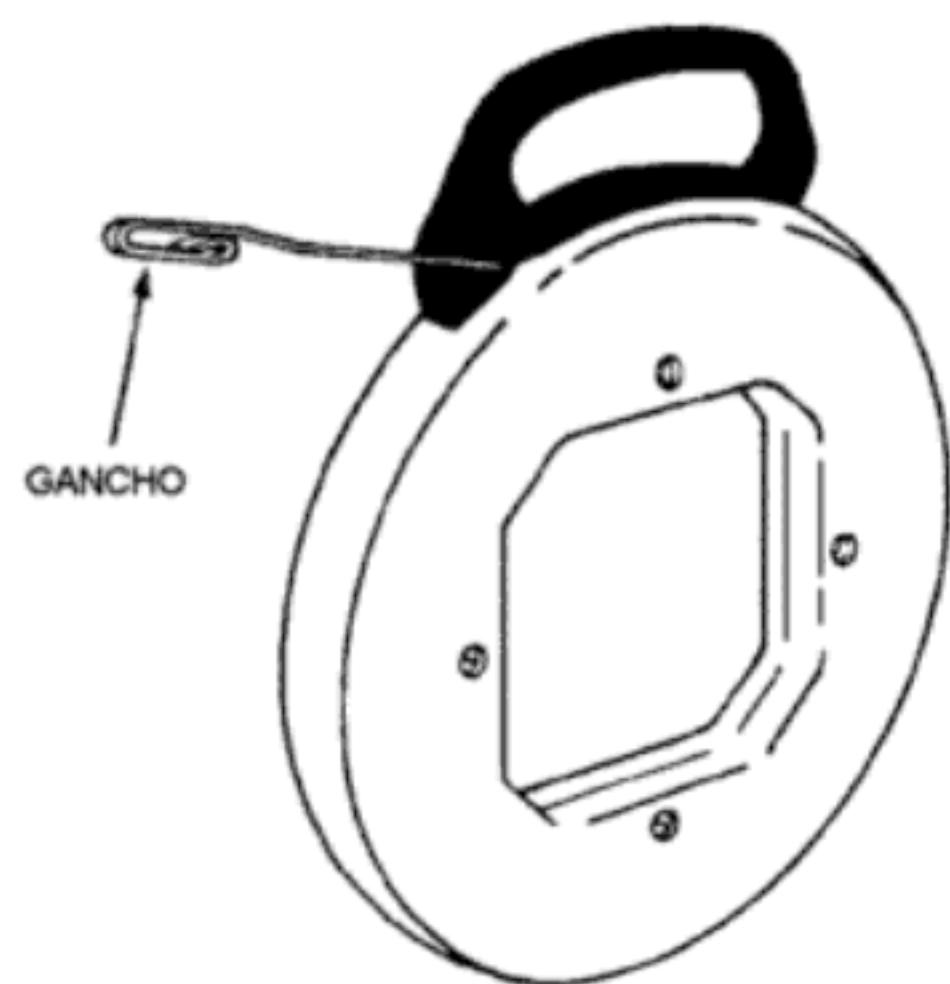




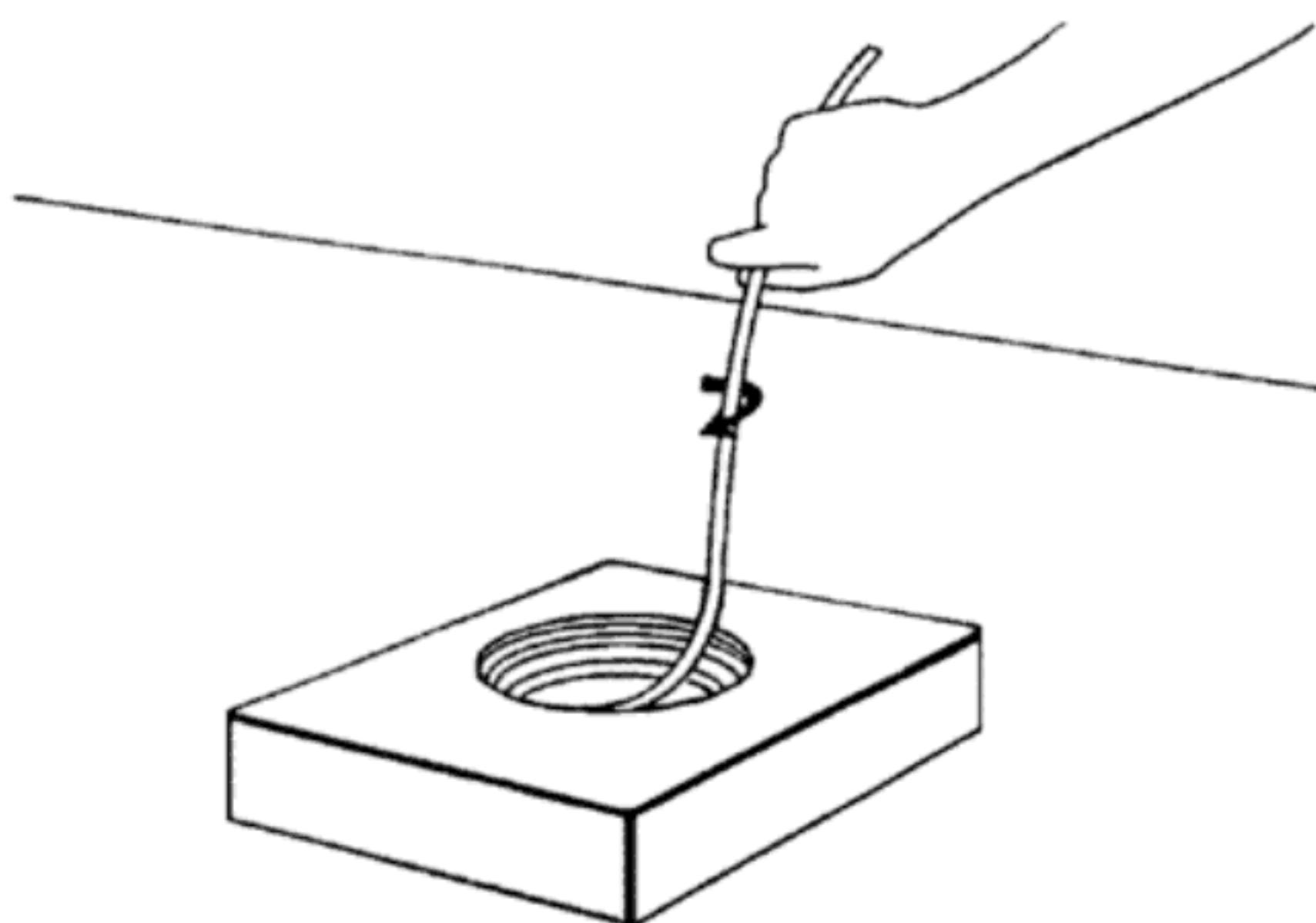
1.12 INSTALACIÓN DE CONDUCTORES EN TUBO CONDUIT

De hecho, la instalación de conductores en tubo conduit representa un procedimiento general aplicable también a otro tipo de canalizaciones en cuanto a unidades se refiere. El procedimiento general para instalar los conductores en el conduit es el mismo para todos los tipos de éste. Los conductores se instalan tirando de ellos por el conduit. La operación se lleva a cabo con una herramienta especial conocida como cinta guía de acero.

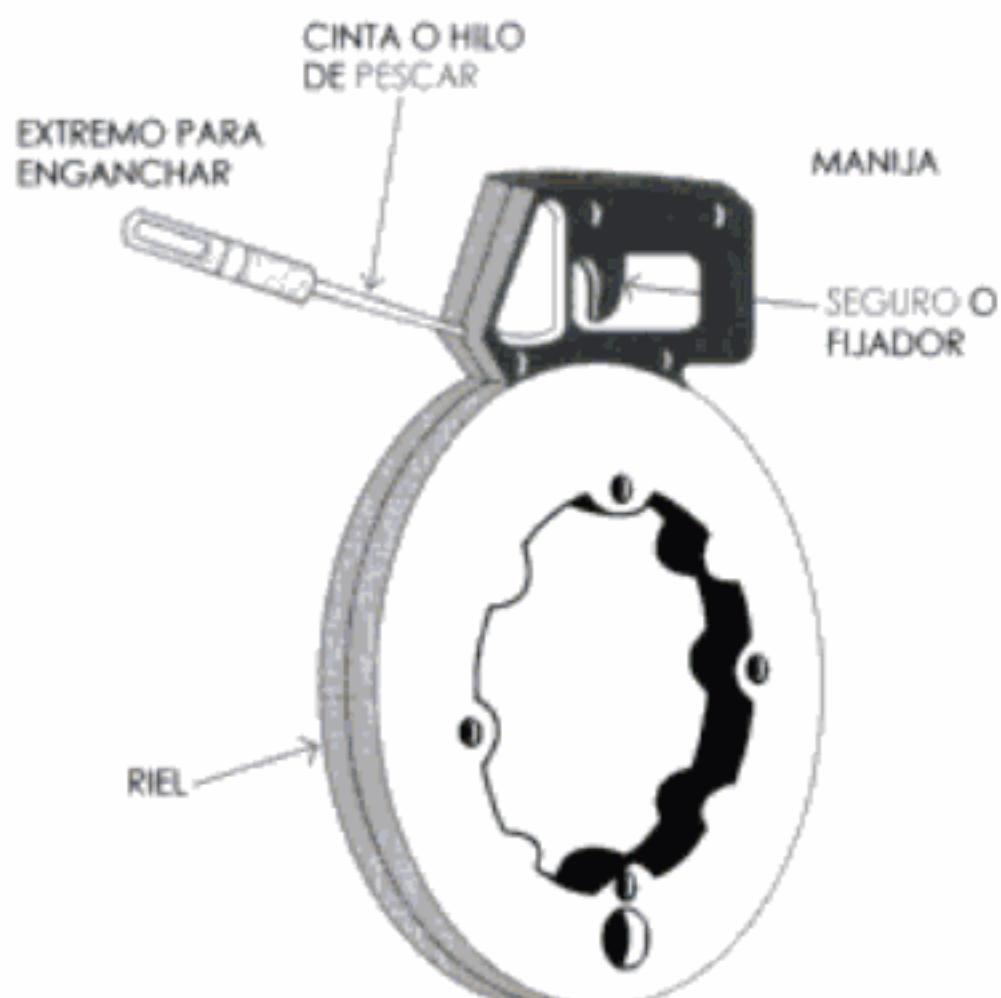




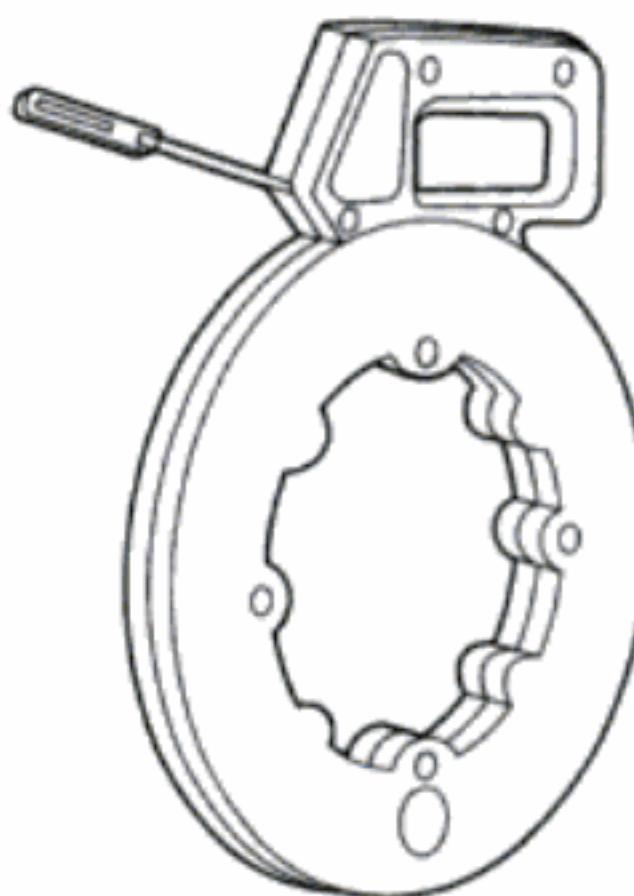
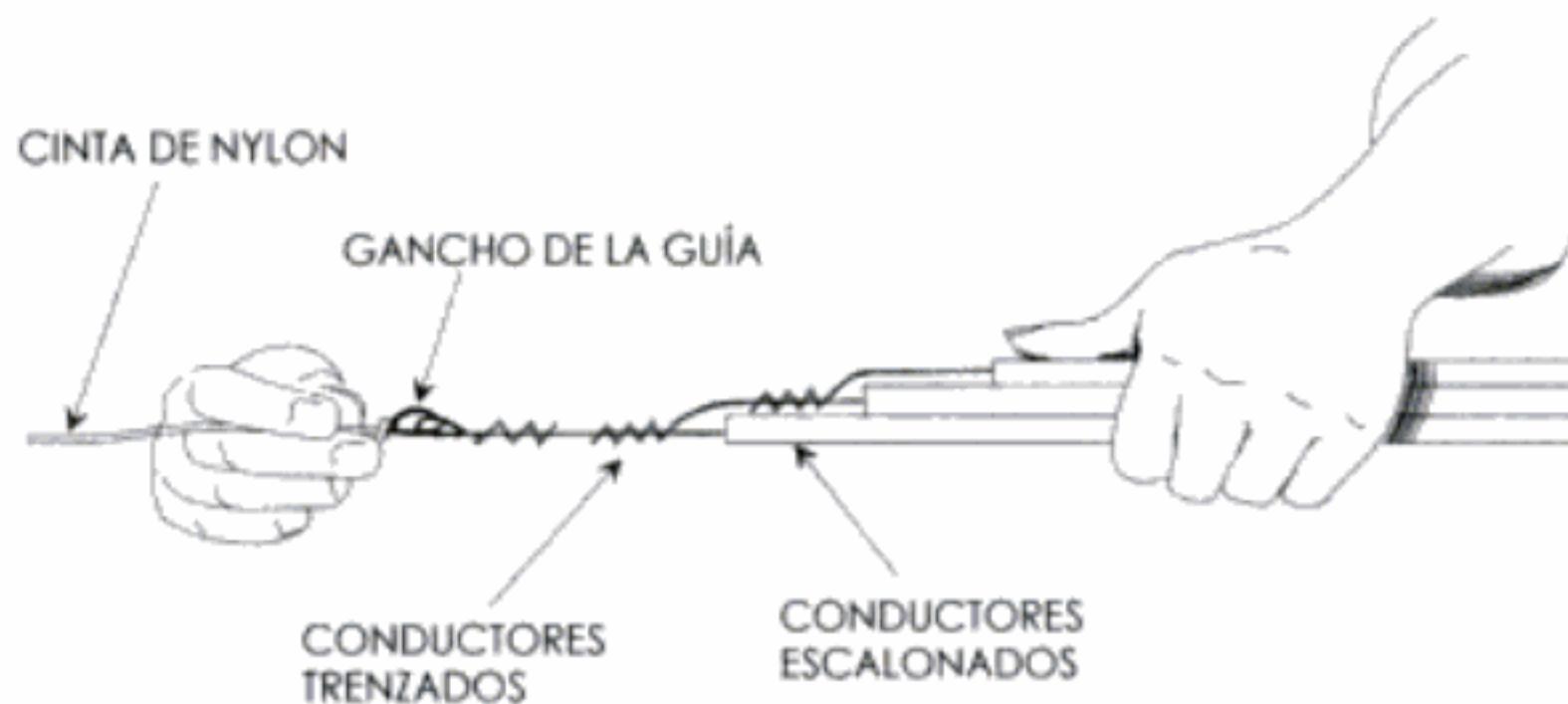
GUÍA PARA ALAMBRADO



FORMA DE EXTRAER EL CABLE DE LA CAJA



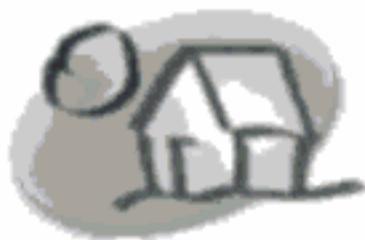
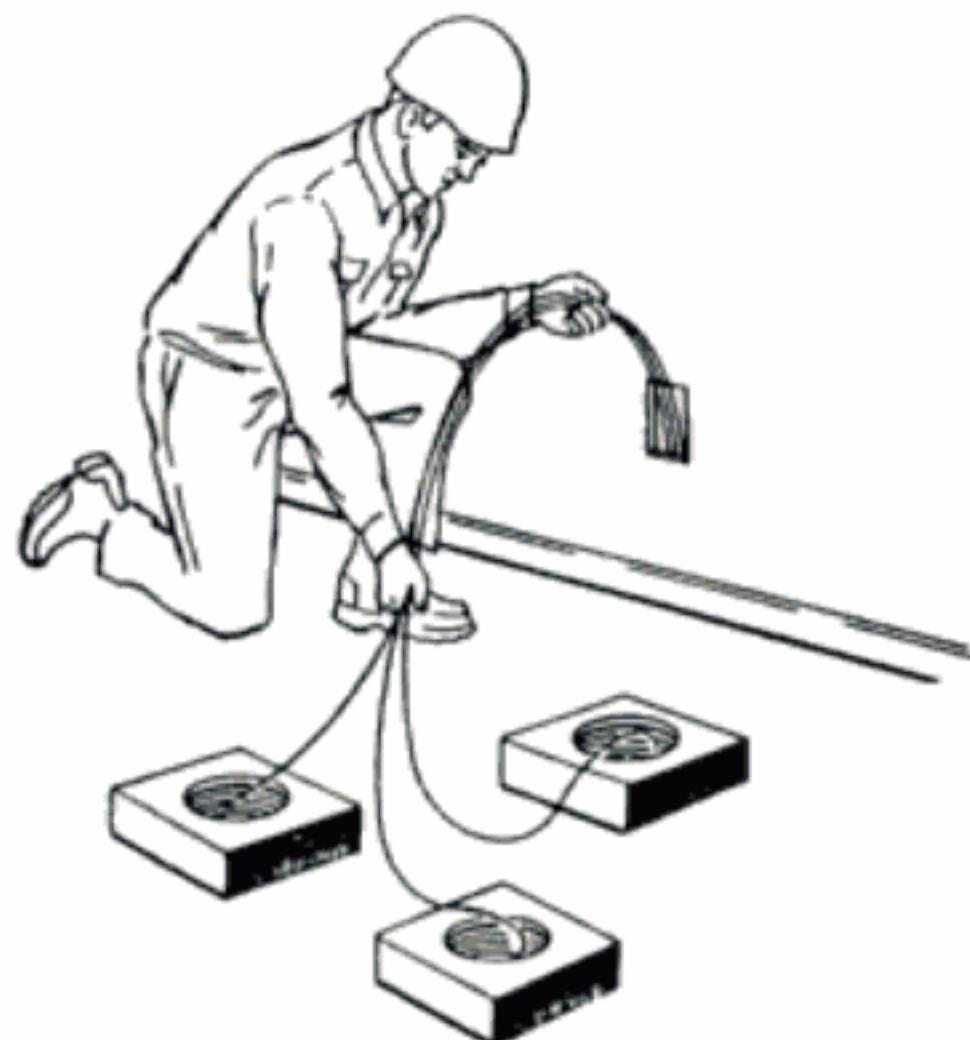
GUÍA PARA ALAMBRADO MANUAL

CINTA PARA ALAMBRADO MANUAL CON GUÍA
DISPONIBLE EN LONGITUDES DE 6.5, 22.5 Y 30.0 m

COLOCACIÓN DEL CONDUCTOR EN LA GUÍA

La cinta guía de acero se introduce por el conduit, extrayéndola de su estuche. Por lo común, la cinta se alimenta introduciéndola en una caja instalada para un apagador o un contacto. La cinta se extrae en la abertura siguiente de la línea. Se sujetan los conductores al extremo de la cinta, entonces, se tira de la cinta o se enrolla en su estuche para hacer que los conductores pasen por el conduit. Si el tramo es largo, se necesitan dos personas para este trabajo. Uno alimenta los conductores por uno de los extremos y el otro enrolla la cinta guía de acero.

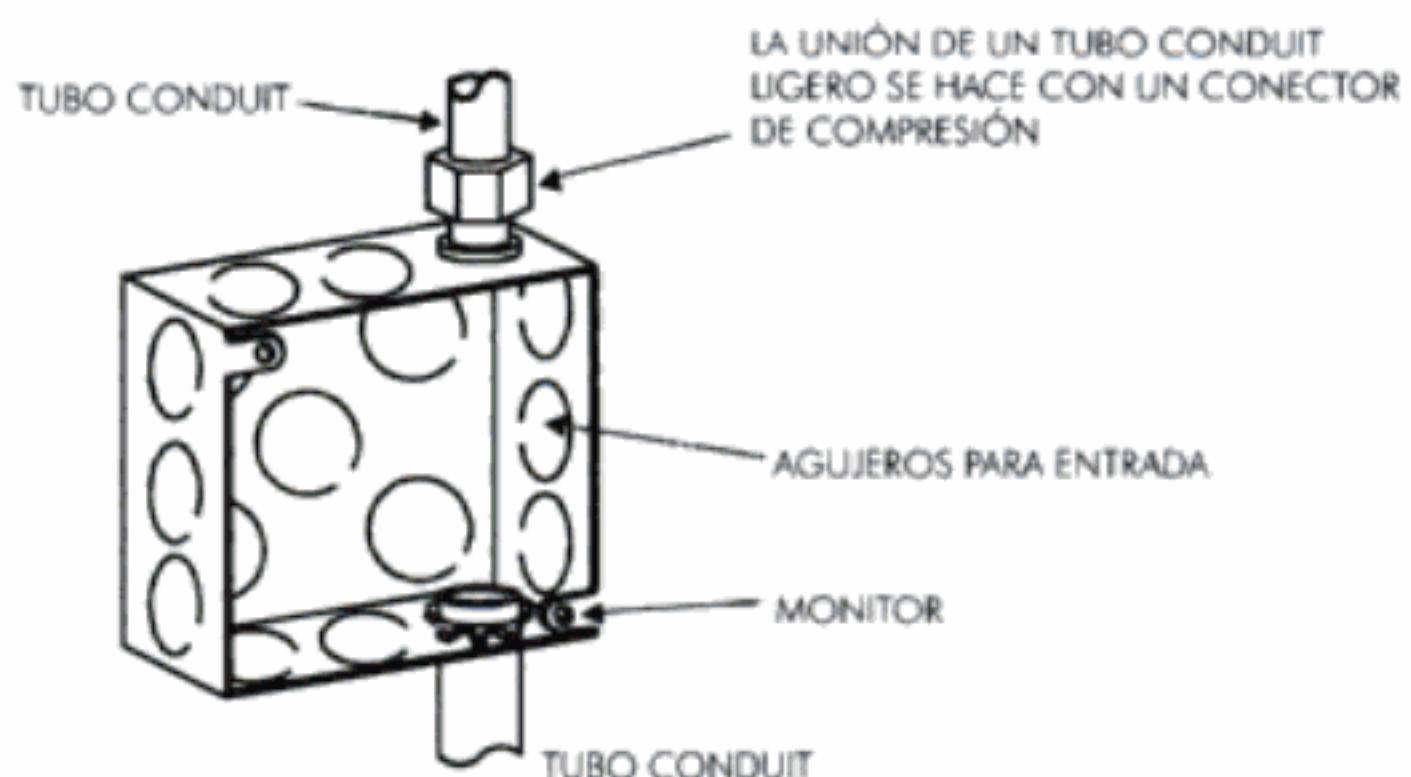
En la mayor parte de los casos se alimentarán más de un conductor en el conduit. Es importante mantener los conductores sin dobleces ni deformaciones. Mantener los rollos de conductor de manera que se desarrollen libremente y puedan quedar libres de dobleces y cruzamientos. Si los conductores se tuercen, será difícil tirar de ellos por los cambios de dirección. Para tramos particularmente largos o en los que existen muchos cambios de dirección, se pueden cubrir los alambres con un compuesto lubricante. En el comercio existen compuestos lubricantes no corrosivos en la forma de polvo seco y en pasta.



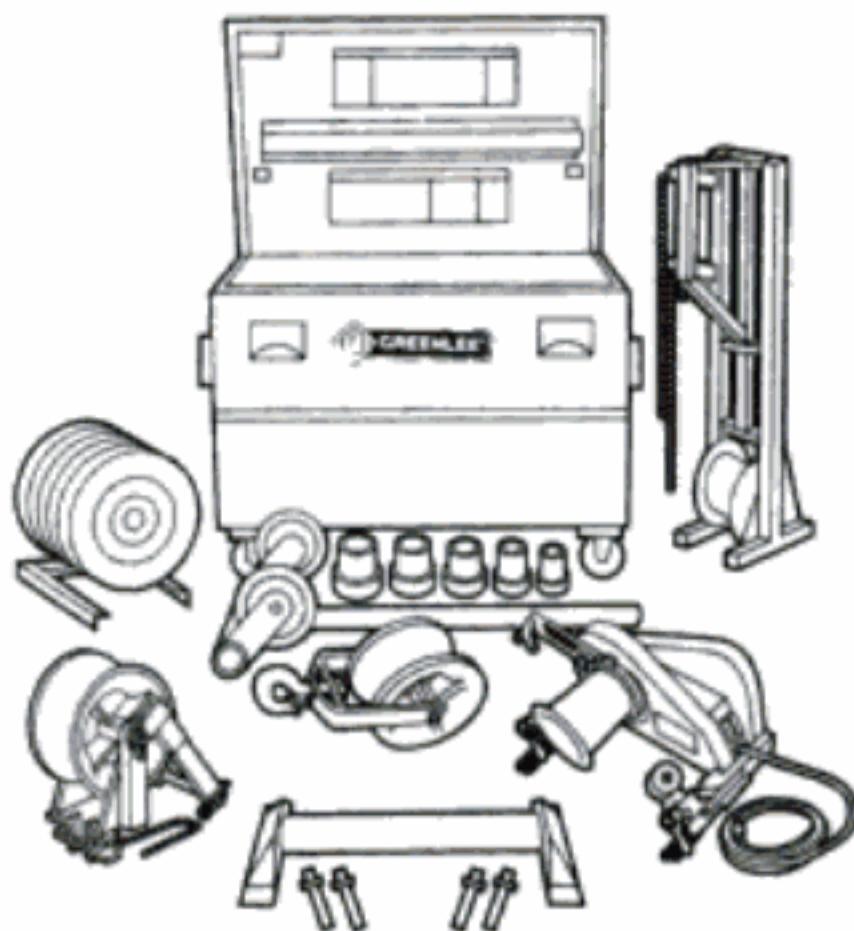
1.13 INSTALACIÓN DE CAJAS, CONDUETS Y COMPONENTES (APAGADORES, TOMAS DE CORRIENTE, ETCÉTERA)

Los conductores eléctricos deben estar dentro de canalizaciones, y para contener apagadores o contactos se deben usar siempre cajas. Para la conexión de tubos conduit, se emplean también las cajas como elementos de unión. También existen conectores para la unión en puntos de transición, por ejemplo, de tubo conduit rígido a tubo conduit flexible.

LAS CAJAS SON DISPOSITIVOS DE SALIDA Y UNIÓN CON TUBOS CONDUITS Y COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES



MÁQUINA PARA JALAR CABLES EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS CON GRANDES VOLUMENES DE CABLEADO DE DISTINTOS CALIBRES EN TRAMOS RECTOS DEL ORDEN DE 90 METROS



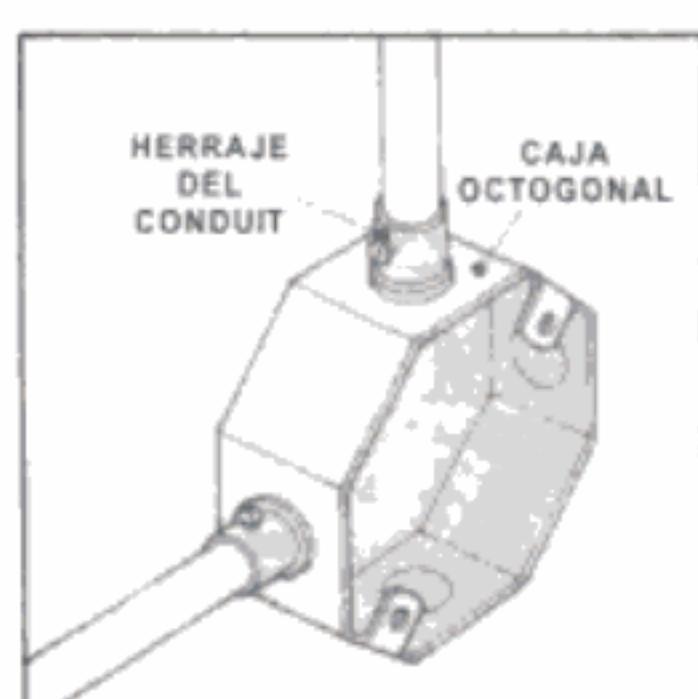
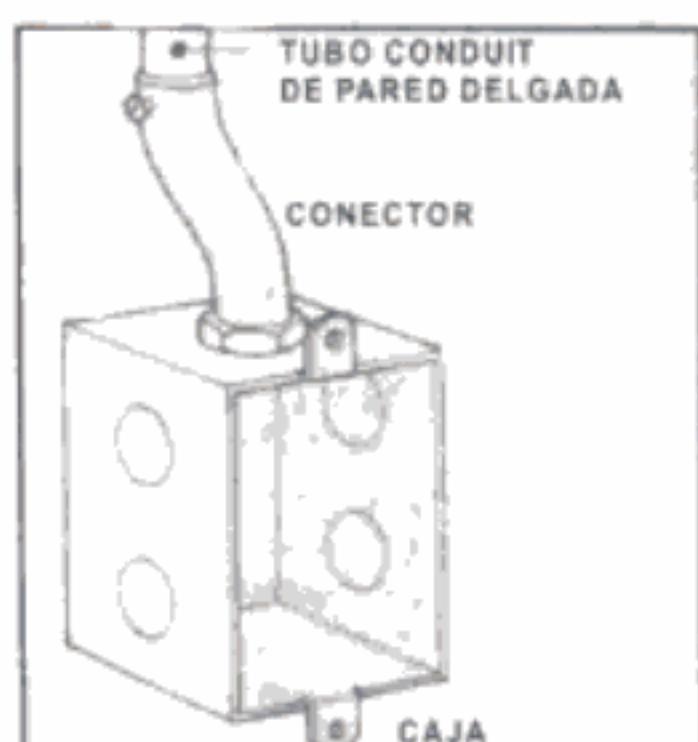
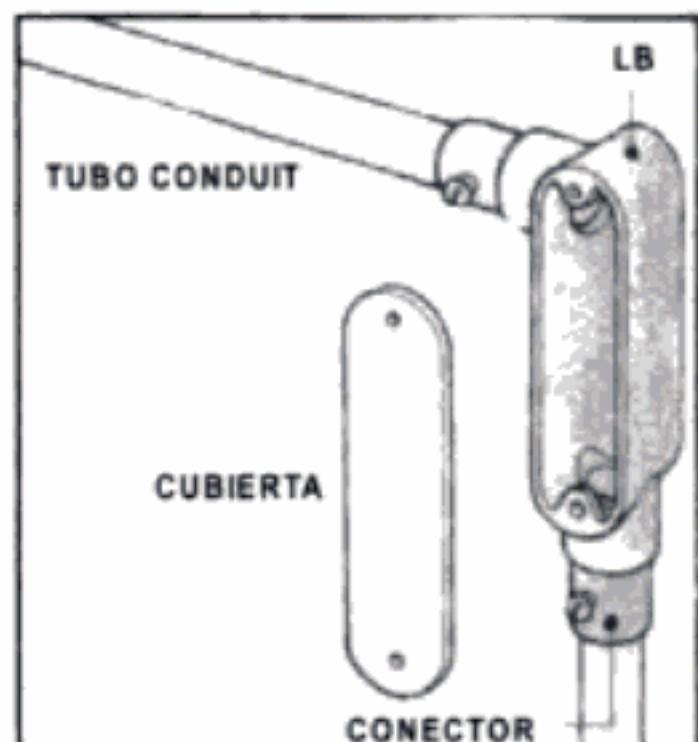
LA MÁQUINA USA UN MOTOR ELÉCTRICO CON UN BLOQUEO ANTIREVERSA

En la figura, se muestra el procedimiento de alambrado en un condulet y una caja para salida de algún dispositivo, en este caso, un apagador. Para su ejecución, sigue los pasos siguientes:

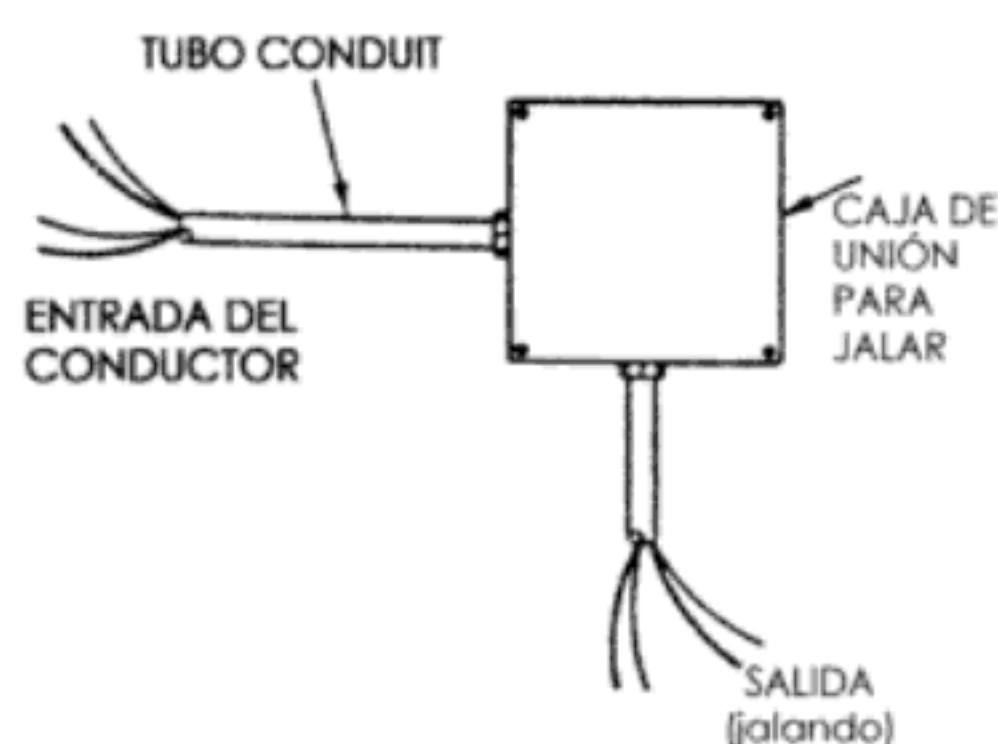
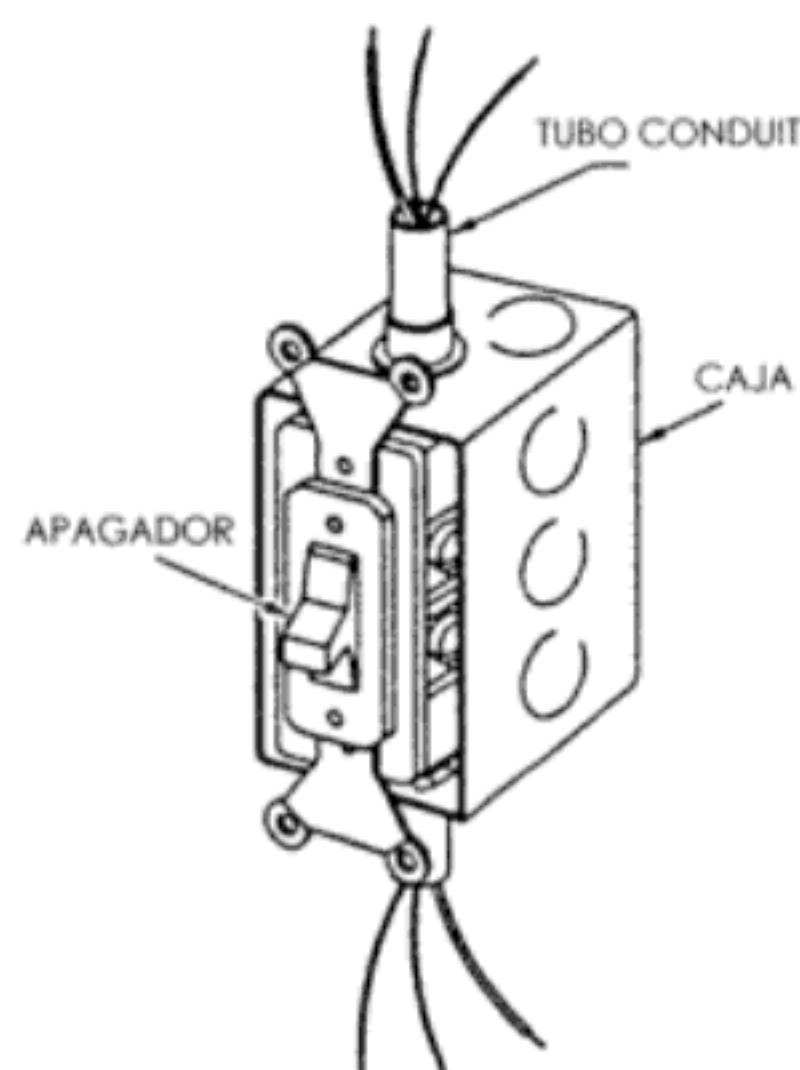
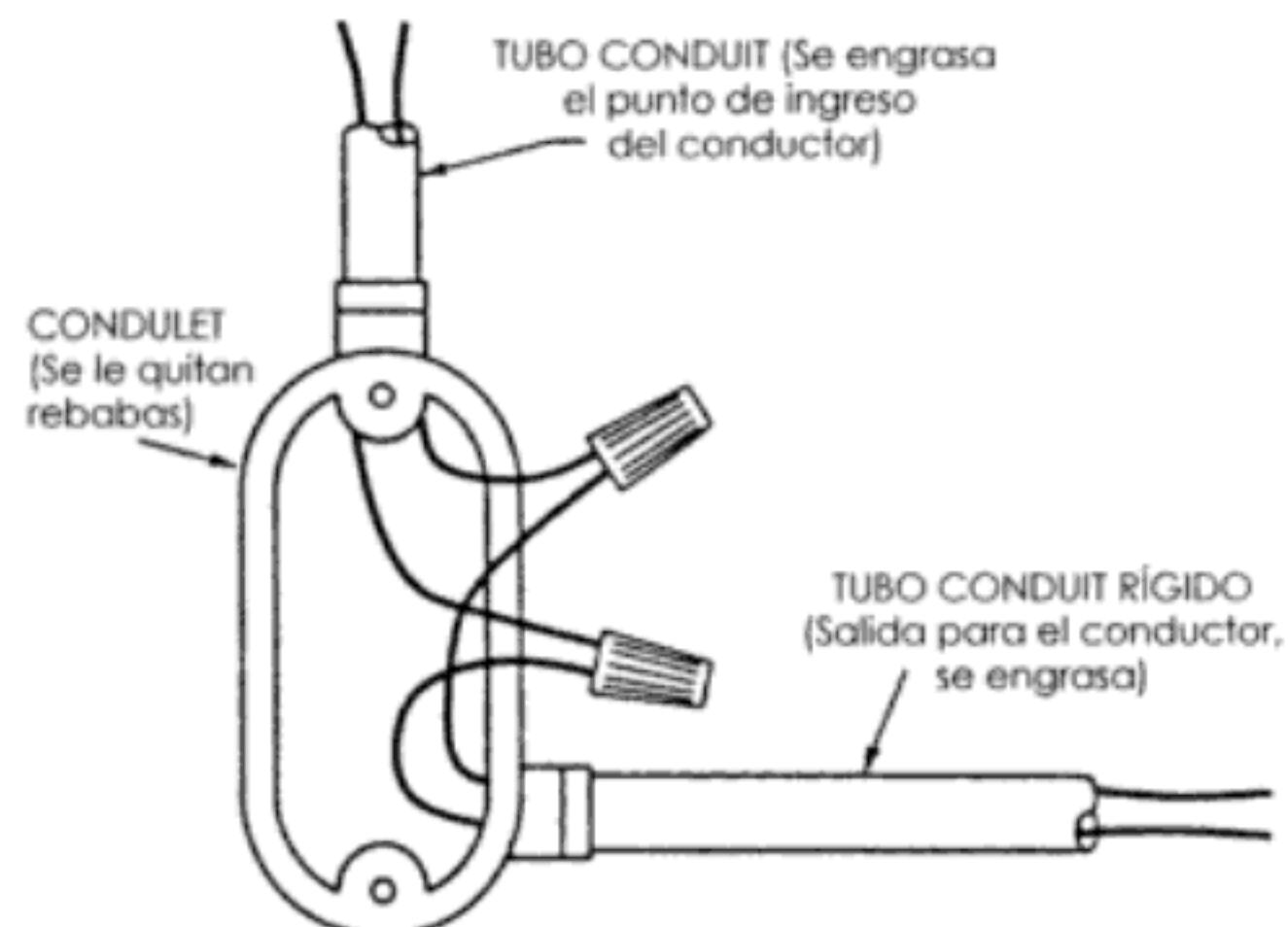
- ① Toma un condulet tipo LB y una caja rectangular de las medidas apropiadas y móntales en el tablero de trabajo.
- ② Para el condulet, usa como elemento de canalización tubo conduit rígido de 13 mm (1/2 pulg) con sus extremos previamente roscados, toma las contras y monitores requeridos para su fijación al condulet.

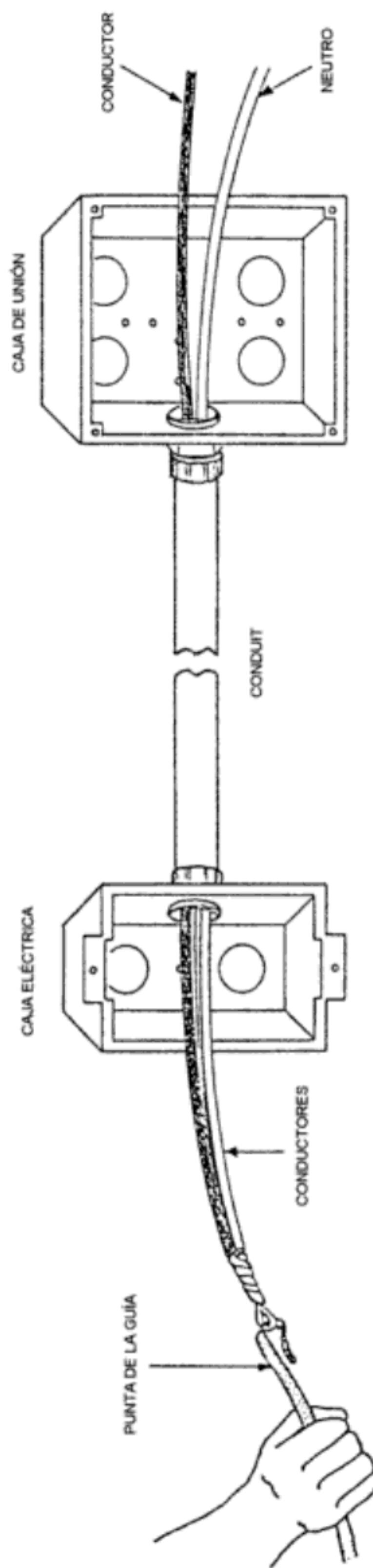
- ③ Introduce por la parte superior, alambre Núm. 12 AWG tipo TW o THHW para deslizarlo, quita las rebabas del tubo conduit y del condulet, agrega un poco de grasa (no abrasiva) en los puntos de entrada y comienza a introducir el conductor a través de una guía; por el otro extremo, coloca también grasa de uso automotriz y jala en forma severa, pero con cuidado para no dañar el aislamiento del conductor.
- ④ El mismo procedimiento es aplicable a la caja rectangular de conexión, donde se colocará un apagador (switch).
- ⑤ El procedimiento se repite para un punto de enlace para jalar.

INSTALACIÓN DE TUBO CONDUIT



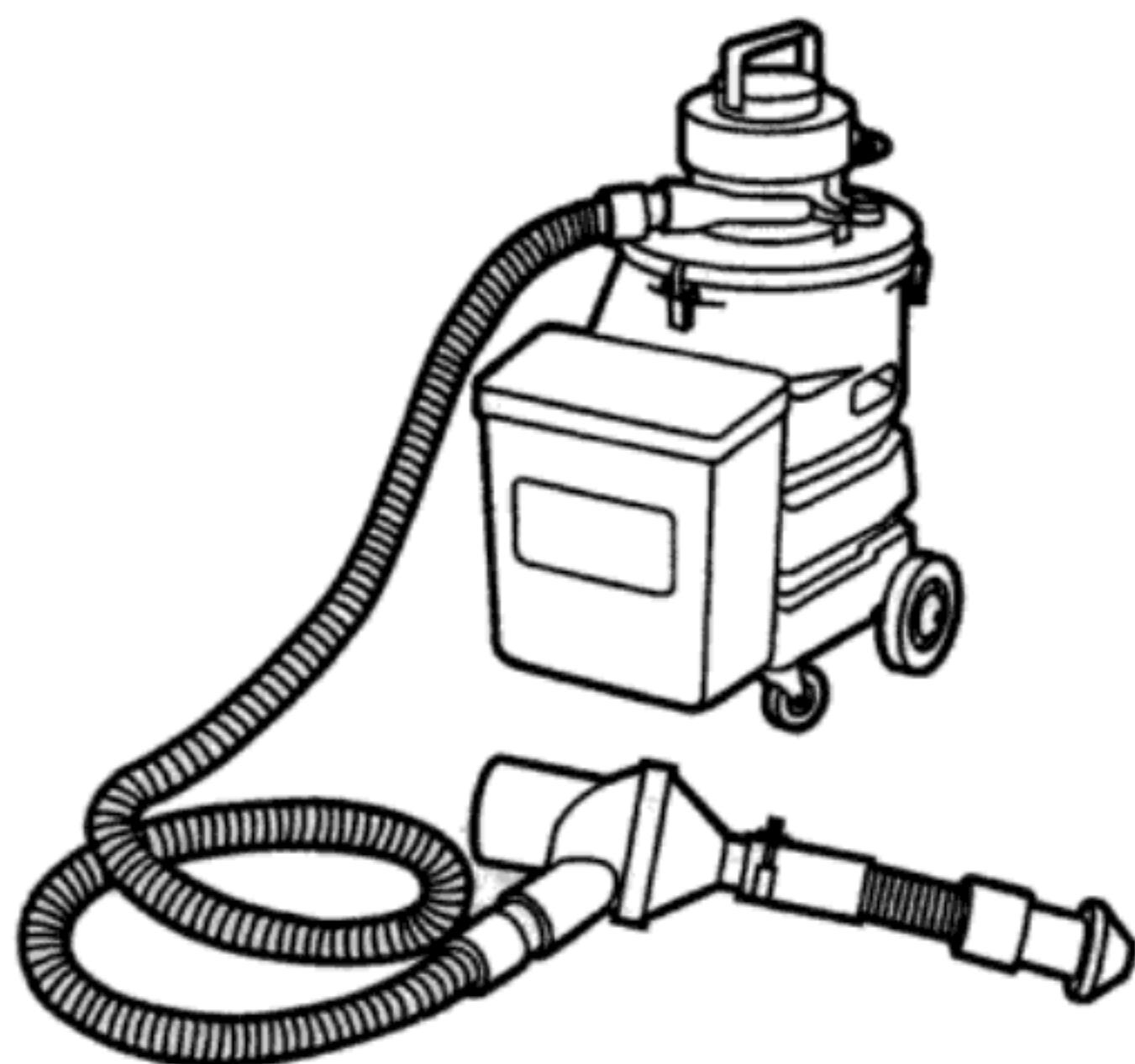
INSTALACIÓN DE CAJA



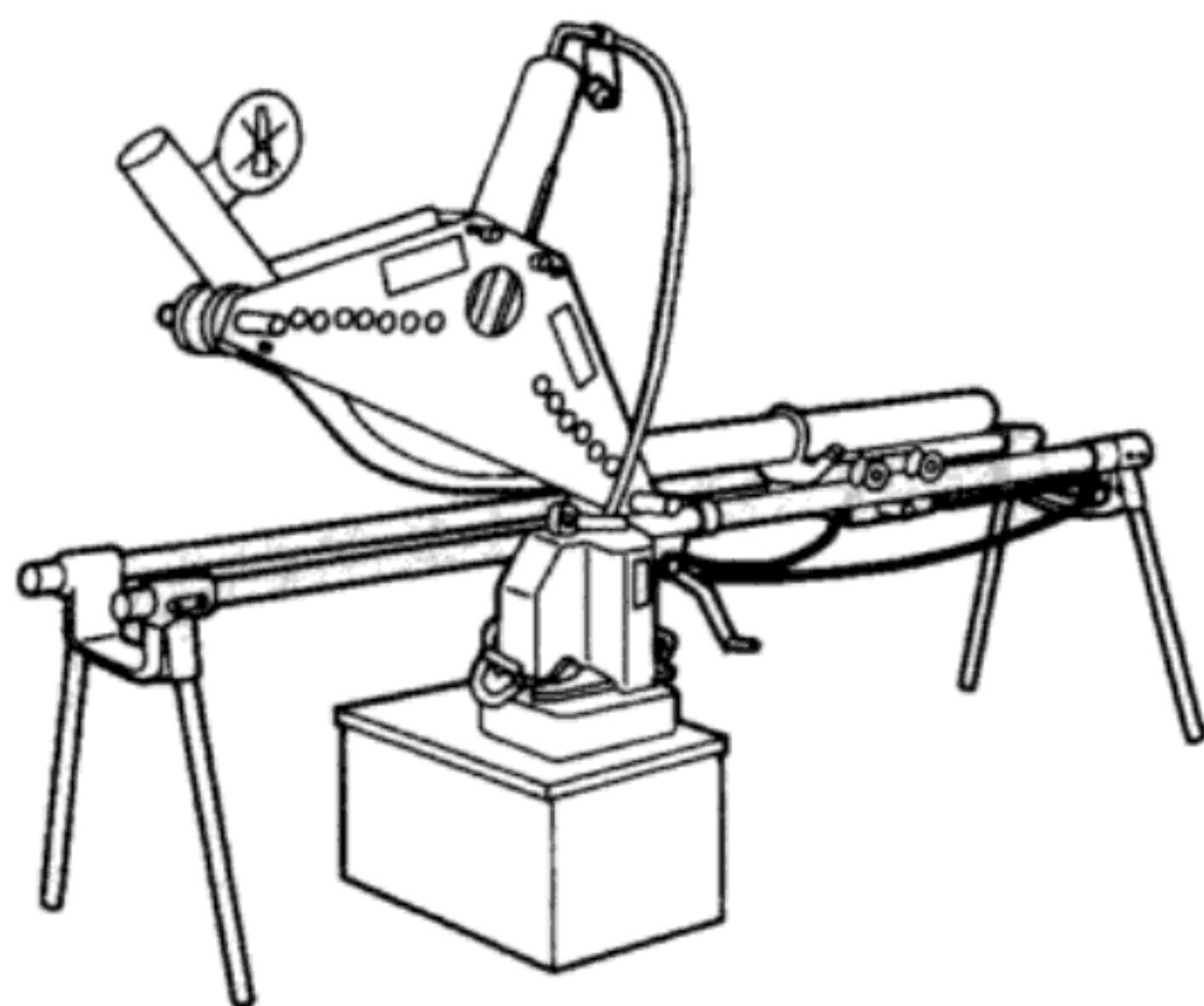


MÉTODO DE ALAMBRADO

EL ALAMBRADO O INTRODUCCIÓN DE LOS CONDUCTORES EN LOS TUBOS CONDUIT Y SU PASO POR LAS CAJAS DE CONEXIÓN REQUIERE DE UNA TÉCNICA DONDE SE USAN GUIAS



MÁQUINA DE VACÍO PARA GUÍAS DE ALAMBRADO QUE REQUIEREN
QUE EL ALAMBRE SEA JALADO



MESA PARA DOBLADO

TABLA 1
DIMENSIONES DE LOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS DESMUDOS

CALIBRE A.W.G. K.C.M.	SECCIÓN		DIÁMETRO	
	cm	mm ²	pulg.	mm
20	1022	0.5176	0.03196	0.812
18	1624	0.8232	0.04030	1.024
16	2583	1.3090	0.05082	1.291
14	4107	2.0810	0.06408	1.628
12	6330	3.3090	0.08081	2.053
10	10380	5.2610	0.1019	2.588
8	16510	8.3670	0.1285	3.264
6	26250	13.3030	0.1620	4.115
4	41740	21.1480	0.2043	5.189
3	52630	26.6700	0.2294	5.827
2	66370	33.6320	0.2576	6.543
1	83370	42.4060	0.2893	7.348
0	105500	53.4770	0.3249	8.252
00	133100	67.4190	0.3648	9.266
000	167800	85.0320	0.4096	10.403
0000	211600	107.2250	0.4600	11.683
250		126.644	0.575	14.605
300		151.999	0.630	16.002
350		177.354	0.681	17.297
400		202.709	0.728	18.491
500		253.354	0.814	20.675
600		303.999	0.893	22.682
700		354.708	0.964	24.685
800		405.160	1.031	26.187
750		379.837	0.998	25.349
900		455.805	1.093	27.762
1000		506.450	1.152	29.260
1250		633.063	1.289	32.741
1500		759.677	1.412	35.865
1750		886.286	1.526	38.760
2000		1012.90	1.631	41.427

A excepción de los conductores eléctricos usados en líneas aéreas y redes de distribución, los empleados en las instalaciones eléctricas están aislados. Antiguamente, los conductores eléctricos se aislaban con hule, conociéndose comercialmente como tipo R. Actualmente, se fabrican con aislantes de tipo termoplástico con distintas denominaciones comerciales, según el tipo de fabricante, siendo los más conocidos, por ser a prueba de

agua, entre otras propiedades, los siguientes: Tipo TW, Vinanel 900, Vinanel Nylon, Vulcanel E.P., Vulcanel XLP.



1.14 SELECCIÓN DEL CALIBRE DE CONDUCTOR PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

Lo estudiado antes, relacionado con las propiedades de los conductores, corresponde básicamente a los conductores eléctricos usados para instalaciones. Para el cálculo de las instalaciones eléctricas, la selección adecuada de un conductor que llevará corriente a un dispositivo específico se hace tomando en consideración dos factores:

- ① La capacidad de conducción de corriente (ampacidad).
- ② La caída de voltaje.

Estos dos factores se consideran por separado para un análisis y simultáneamente en la selección de un conductor, y como es posible que los resultados en la selección de un conductor difieran considerando estos factores, entonces se debe tomar como bueno el que resulte de mayor sección o área, ya que de esta manera el conductor se comportará satisfactoriamente desde el punto de vista de caída de voltaje y cumplirá además con los requerimientos de capacidad de corriente.



1.15 CÁLCULO DE CONDUCTORES POR CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE

La capacidad de conducción de un conductor (ampacidad) se encuentra limitada por los siguientes factores:

- ① Conductividad del metal conductor.
- ② Capacidad térmica del aislamiento.

Desde el punto de vista de conductividad, se han elaborado tablas que dan la resistencia eléctrica de los conductores de cobre, factor que es muy importante, porque determina las pérdidas de potencia eléctrica al paso de la corriente, según la fórmula: $W = R \times I^2$

Donde:

R = Resistencia eléctrica en ohms.

I = Corriente eléctrica en amperes.

W = Potencia en watts.

Esta potencia, por un período de tiempo determinado, es una energía que se disipa en forma de calor.

Por otra parte, se sabe que la resistencia eléctrica de los conductores varía por la temperatura, y los datos de resistencia normalmente están dados para una temperatura de 60°C , por lo que al calcular la resistencia de un conductor a cualquier otra temperatura se debe corregir mediante la fórmula:

$$R_T = R \times (60^{\circ}\text{C}) [1 + \alpha \times (T - 60)]$$

Donde:

R_T = Resistencia a la temperatura deseada.

T = Temperatura considerada.

α = Coeficiente de corrección en ohms/ $^{\circ}\text{C}$, en el caso del cobre su valor es 0.00385.

Es conveniente recordar también que los valores de resistencia indicados en las tablas están dados para una corriente directa, y cuando una corriente alterna circula por un conductor, se produce lo que se conoce como el **efecto superficial**, debido a que se desarrolla una tensión por efecto de la inducción, que es mayor en la parte central del conductor que en la superficie; produciendo el efecto de una corriente en sentido contrario a la corriente normal que circula por él, manifestándose con esto un aumento de resistencia.

De lo anterior, se deduce que la resistencia de un conductor, cuando circula por él una corriente alterna, es mayor que cuando circula una corriente directa; debido a esto, se han obtenido factores de corrección para alcanzar los valores de resistencia en corriente alterna a partir de los valores de resistencia en corriente directa.

Como se expresó en la ecuación para las pérdidas RI^2 , se manifiestan en forma de calor, que a su vez influye directamente en el aislamiento del conductor, factor que es muy importante porque determina la temperatura máxima de operación a régimen permanente de un conductor.

En la siguiente tabla, se indican estas temperaturas para algunos conductores comerciales en baja tensión.

TABLA 2

**TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN A REGIMEN PERMANENTE
DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN**

T.W.	60 °C en ambiente seco	60 °C en ambiente mojado
Vinanel 900	90 °C en ambiente seco	75 °C en ambiente mojado
Vinanel Nylon	90 °C en ambiente seco	75 °C en ambiente mojado
Vulcanel EP	90 °C en ambiente seco	75 °C en ambiente mojado
Vulcanel XLP	90 °C en ambiente seco	75 °C en ambiente mojado

De lo anterior, se deduce que la capacidad de conducción de corriente de un conductor está íntimamente ligada a la capacidad del aislamiento a las temperaturas elevadas, esto, considerando también que por lo general los conductores se encuentran dentro de canalizaciones en las instalaciones eléctricas, que se comportan como emisoras de calor y también por temperaturas ambientales superiores a los 40 °C.

Teóricamente, un conductor desnudo soportado por aisladores de porcelana puede transmitir una gran corriente, hasta el punto en que por efecto Joule se alcance la temperatura de fusión del material; en realidad esto no ocurre, ya que los conductores manejan la corriente permisible de acuerdo a su capacidad, pero en el caso de sobrecargas, el calor producido es disipado por el aire circundante al conductor.

En el caso de las instalaciones eléctricas de baja tensión, los conductores se encuentran alojados en un medio de canalización, en donde además están otros conductores. Consideremos como ejemplo un tubo conduit, en este caso el calor generado tiende a disiparse en el medio envolvente, es decir, en el propio aislamiento del conductor, en el aislamiento de los conductores vecinos, en el aire que está contenido en el tubo y en el tubo mismo.

En este caso, el calor generado en las sobrecargas permanentes destruirá a los aislamientos mucho antes que el material conductor llegue a su temperatura de fusión, debido a que la capacidad térmica del aislamiento es mucho menor que la del conductor; por lo que es muy importante limitar la temperatura de trabajo de los conductores hasta el punto en que el calor que se genere no llegue a la temperatura de fusión de los aislamientos, es decir, **que siempre se debe trabajar al conductor abajo de la temperatura de fusión del aislamiento.**

Para fines prácticos, se va un poco más abajo y no se permite trabajar al conductor con temperaturas que excedan a las de reblandecimiento de éste con un régimen de trabajo permanente.

Desde el punto de vista teórico, se pueden establecer las bases para el cálculo del calibre del conductor, de acuerdo con su capacidad de conducción de corriente, considerando el efecto térmico en los términos que se describieron anteriormente. Este cálculo establece una analogía con la ley de Ohm para circuitos eléctricos, y a semejanza de la ecuación conocida para la ley de Ohm, que expresa la caída de voltaje en un circuito (V) cuando circula una corriente (I) a través de una resistencia (R).

$$V = R \times I$$

Se tiene una ecuación para un medio en el cual está circulando calor, y establece que un incremento de temperatura es igual al calor circundante en el medio, multiplicado por la resistencia térmica del mismo. Se expresa como:

$$\Delta T = R \times W$$

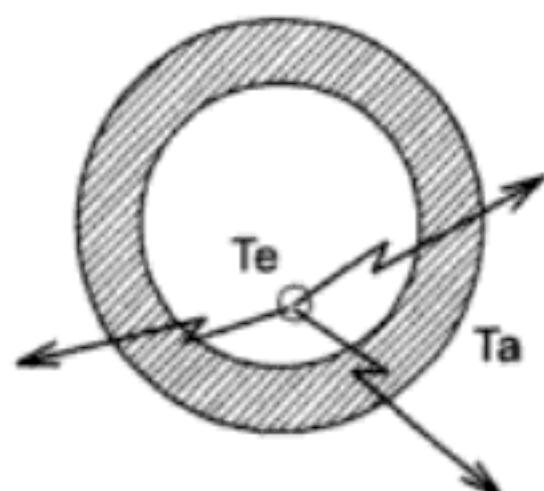
Donde:

ΔT = Incremento o caída de temperatura en °C.

W = Calor circulante en Watts/m.

R_x = Resistencia térmica del medio en $\frac{^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}}{\text{Watt}}$

Suponiendo el caso de un conductor aislado dentro de un tubo conduit y que la temperatura ambiente T_a es menor que la producida por el conductor T_c , entonces el calor fluye del conductor hacia el medio ambiente pasando por su aislamiento, el aire contenido en el tubo y el tubo mismo. Cada uno de estos elementos tendrá una resistencia al paso del calor de acuerdo con sus características propias.



La variación de temperatura, desde el punto más caliente hasta el punto más frío, está dada como:

$$\Delta T = T_c - T_a$$

El calor que produce el conductor es exclusivamente el debido a efecto Joule.

$$W = RI^2 \frac{\text{Watts}}{\text{m}}$$

Donde:

R = Resistencia del conductor en ohms/m.

I = Corriente que circula por el conductor en amperes.

La resistencia térmica R_x es la suma de las resistencias térmicas de los distintos medios, desde el punto más caliente hasta el punto más frío.

$$R_x = R_{x1} + R_{x2} + R_{xn}$$

Haciendo algunas operaciones se tiene: $T_c - T_a = (RI^2) \cdot \sum_{i=1}^n R_{xi} = RI^2 \cdot R_x$

De la expresión anterior, se puede despejar la corriente I , que representa el valor admisible de corriente en el conductor:

$$I = \sqrt{\frac{T_c - T_a}{R \cdot R_x}}$$

Si se expresa la resistencia del conductor como:

$$R = \sigma \frac{l}{s}$$

Donde:

σ = Resistividad en $\frac{\Omega \cdot m}{mm^2}$

l = Longitud en m

s = Sección en mm^2

La ecuación para la corriente queda como: $I = \sqrt{\frac{\Delta(T_c - T_a)}{\sigma \cdot R_x}}$

Esta ecuación permite fijar la temperatura de operación de un conductor.



1.16 CÁLCULO DEL NÚMERO DE CONDUCTORES EN TUBO CONDUIT

Anteriormente, se ha mencionado que los conductores eléctricos están limitados en su capacidad de conducción de corriente, por razones de calentamiento al existir limitaciones en la disipación de calor y debido a que el aislamiento impone una fuerte restricción por sus limitaciones de tipo térmico.

Por esta razón, el número de conductores dentro de un tubo conduit tiene que ser restringido, de tal forma que permita un arreglo físico de los

mismos de acuerdo a la sección del tubo cordult, para que facilite el alojamiento y manipulación durante la instalación de los conductores y se considere también la cantidad de aire necesaria para que los conductores se mantengan a temperaturas adecuadas para un buen enfriamiento. Estas condiciones se logran estableciendo una relación adecuada entre las secciones del tubo y los conductores.

Si A es el área interior del tubo en mm^2 o pulg^2 y a es el área total de los conductores, el factor de relleno es:

$$\rightarrow F = \frac{a}{A}$$

Este factor de relleno tiene los siguientes valores establecidos para instalaciones:

$$F = \begin{cases} 53\% & \text{para un conductor.} \\ 51\% & \text{para dos conductores.} \\ 43\% & \text{para tres conductores.} \\ 40\% & \text{para cuatro o más conductores.} \end{cases}$$

TABLA 3

**RESISTENCIA ELÉCTRICA EN OHMS CON CORRIENTE CONTINUA
A UNA TEMPERATURA DE 60 °C PARA CONDUCTORES DE COBRE**

CALIBRE A.W.G. K.C.M.	OHMS POR 1000 PIES	CALIBRE A.W.G. K.C.M.	OHMS POR 1000 PIES
14	3.00	250	0.049
12	1.87	300	0.0408
10	1.18	350	0.0350
8	0.740	400	0.0306
6	0.465	500	0.0245
4	0.292	550	0.0222
3	0.228	600	0.0204
2	0.185	750	0.0163
1	0.146	1000	0.0123
0	0.116	1250	0.0098
00	0.092	1500	0.00816
000	0.073	1750	0.00700
0000	0.058	2000	0.00612

La resistencia aumenta 0.34% por 1°C de aumento de temperatura.

TABLA 4

**FACTORES MULTIPLICADORES PARA CONVERTIR RESISTENCIAS CON
CORRIENTE CONTINUA A RESISTENCIAS CON CORRIENTE ALTERNA
DE 50 A 60 CICLOS**

CALIBRE A.W.G. K.C.M.	FACTOR MULTIPLICADOR CABLES CON CUBIERTA NO MAGNÉTICA EN AIRE O EN DUCTOS NO MAGNÉTICOS	FACTOR MULTIPLICADOR CABLES CON CUBIERTA MAGNÉTICA EN AIRE O EN DUCTOS NO MAGNÉTICOS
2	1.000	1.01
1	1.000	1.01
0	1.001	1.02
00	1.001	1.03
000	1.002	1.04
0000	1.004	1.05
250	1.005	1.06
300	1.006	1.07
350	1.009	1.08
400	1.011	1.10
500	1.018	1.13
600	1.025	1.16
700	1.034	1.19
750	1.039	1.21
800	1.044	1.22
1000	1.067	1.30
1250	1.102	1.41
1500	1.142	1.53
1750	1.185	1.67
2000	1.233	1.82

TABLA 5

CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CONDUCTORES DE CU
BASADA EN UNA TEMPERATURA AMBIENTE DE 30 °C

CALIBRE A.W.G. K.C.M.	TIPO T.W. 60 °C				VINAMEL 900 75 °C			
	1 A 3 COND.S. TUBO	4 A 6 COND.S. TUBO	6 A 9 COND.S. TUBO	1 COND. AIRE	1 A 3 COND.S. TUBO	4 A 6 COND.S. TUBO	6 A 9 COND.S. TUBO	1 COND. AIRE
	14	15	12	10	20	15	12	10
12	20	16	14	25	20	16	14	25
10	30	24	21	40	30	24	21	40
8	40	32	28	55	45	36	31	65
6	55	44	38	80	65	52	45	95
4	70	56	49	105	85	68	59	125
2	95	76	66	140	115	92	80	170
0	125	100	87	195	150	120	105	230
00	145	116	110	225	175	140	122	265
000	165	132	115	260	200	160	140	310
0000	195	156	132	300	230	184	161	360
250	215	172	150	340	255	204	178	405
300	240	192	168	375	285	228	199	445
350	260	208	182	420	310	248	217	505
400	280	224	196	455	335	268	234	545
500	320	256	224	515	380	304	266	680
600	355	284	248	575				
750	400	320	280	655				
1000	455	364	318	780				
1250	495	396	346	890				
1500	520	416	364	980				
1750	545	436	382	1070				
2000	560	448	392	1155				
TEMP.	FACTOR DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURA AMBIENTE MAYOR DE 30 °C							
40	0.82	0.82	0.82	0.82	0.88	0.88	0.88	0.88
45	0.71	0.71	0.71	0.71	0.82	0.82	0.82	0.82
50	0.58	0.58	0.58	0.58	0.75	0.75	0.75	0.75
55	0.41	0.41	0.41	0.41	0.67	0.67	0.67	0.67
60	----	----	----	----	0.58	0.58	0.58	0.58

TABLA 6

**NÚMERO DE CONDUCTORES TIPO TW Y VINAMEL 900 NORMAL QUE
PUEDEM INSTALARSE DENTRO DE UN TUBO CONDUIT
DE ACUERDO CON LOS FACTORES DE RELLENO ESTABLECIDOS**

CALIBRE A.W.G.	TAMAÑO DEL TUBO CONDUIT											
	1/2 "	5/8 "	1"	1 1/4 "	1 1/2 "	2"	2 1/4 "	3"	3 1/8 "	4"	5"	6"
K.C.M.	13mm	19mm	25mm	31mm	38mm	51mm	64mm	76mm	89mm	101mm	127mm	152mm
18	13	24	39	68	92							
16	11	19	31	54	74							
14	9	13	25	44	60	99						
12	7	12	20	34	47	78						
10	5	9	15	26	36	60	85					
8	3	5	8	14	20	32	46	72				
6	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62		
4	1	1	3	5	7	12	17	27	36	46	63	
2	1	1	1	4	5	9	12	20	26	34	54	78
1	0	1	1	2	4	6	8	14	19	25	39	57
0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	21	33	45
00	0	1	1	1	3	4	6	10	14	18	28	41
000	0	0	1	1	1	4	4	9	12	15	24	35
0000	0	0	1	1	1	3	4	7	10	13	20	29
250				1	1	2	3	6	8	10	16	23
300					1	1	2	5	7	9	14	20
350					1	1	1	1	6	8	12	18
400						1	1	1	5	7	11	16
500						1	1	1	4	6	9	13
600							1	1	3	5	7	11
700							1	1	3	4	6	10
750							1	1	3	4	6	9
800							1	1	3	4	6	8
900							1	1	3	3	5	8
1000							1	1	3	3	5	7
1250								1	2	2	3	5
1500									1	2	3	5
1750									1	1	3	4
2000									1	1	2	3



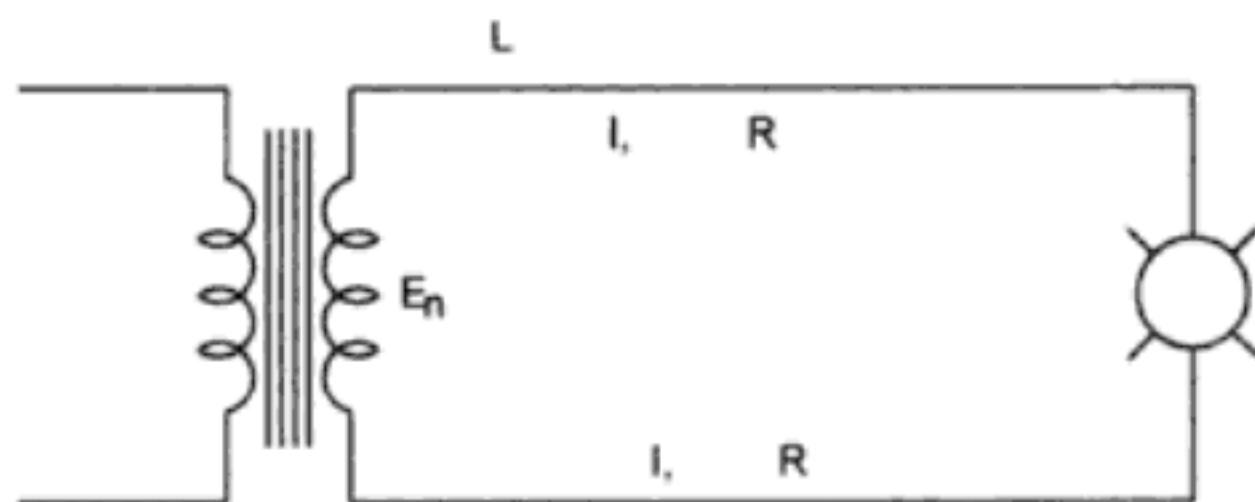
1.17 CÁLCULO DE CONDUCTORES POR CAÍDA DE VOLTAJE

No basta calcular los conductores únicamente por corriente, es decir, seleccionar el calibre de un conductor de acuerdo con la corriente que circulará por él. También es necesario que la caída de voltaje en el conductor no exceda los valores establecidos por las normas para instalaciones eléctricas (que son 2% caída de voltaje en instalaciones residenciales y 3 ó 4% en instalaciones industriales).

Para estar seguros de que las caídas de voltaje no excedan esos valores, es necesario calcularlas en los circuitos derivados y en los alimentadores. En las fórmulas que se desarrollarán a continuación, se empleará la siguiente nomenclatura:

- W = Potencia en watts.
- I = Corriente en amperes por conductor.
- E_f = Voltaje entre fases.
- E_n = Voltaje de línea a neutro.
- Cos φ = Factor de potencia.
- R = Resistencia de un conductor en ohms.
- σ = Resistividad del cobre 1/58 ($\Omega\text{m}/\text{mm}^2$) = 1/50
- L = Longitud del conductor en metros.
- s = Sección del conductor en mm^2 .
- e = Caída de voltaje de fase a neutro en volts.
- E_f = Caída de voltaje entre fases, en volts.
- e% = Caída de voltaje en porciento.

$$e\% = \frac{e \times 100}{E_n} = \frac{e_f \times 100}{E_f}$$



La potencia que consume la carga es:

$$W = E_n I \cos \phi$$

$$I = \frac{W}{E_n \cos \phi}$$

La caída de voltaje por resistencia en el conductor es:

$$e = 2RI$$

$$R = \frac{\sigma L}{s} = \frac{1}{50} \frac{L}{s}$$

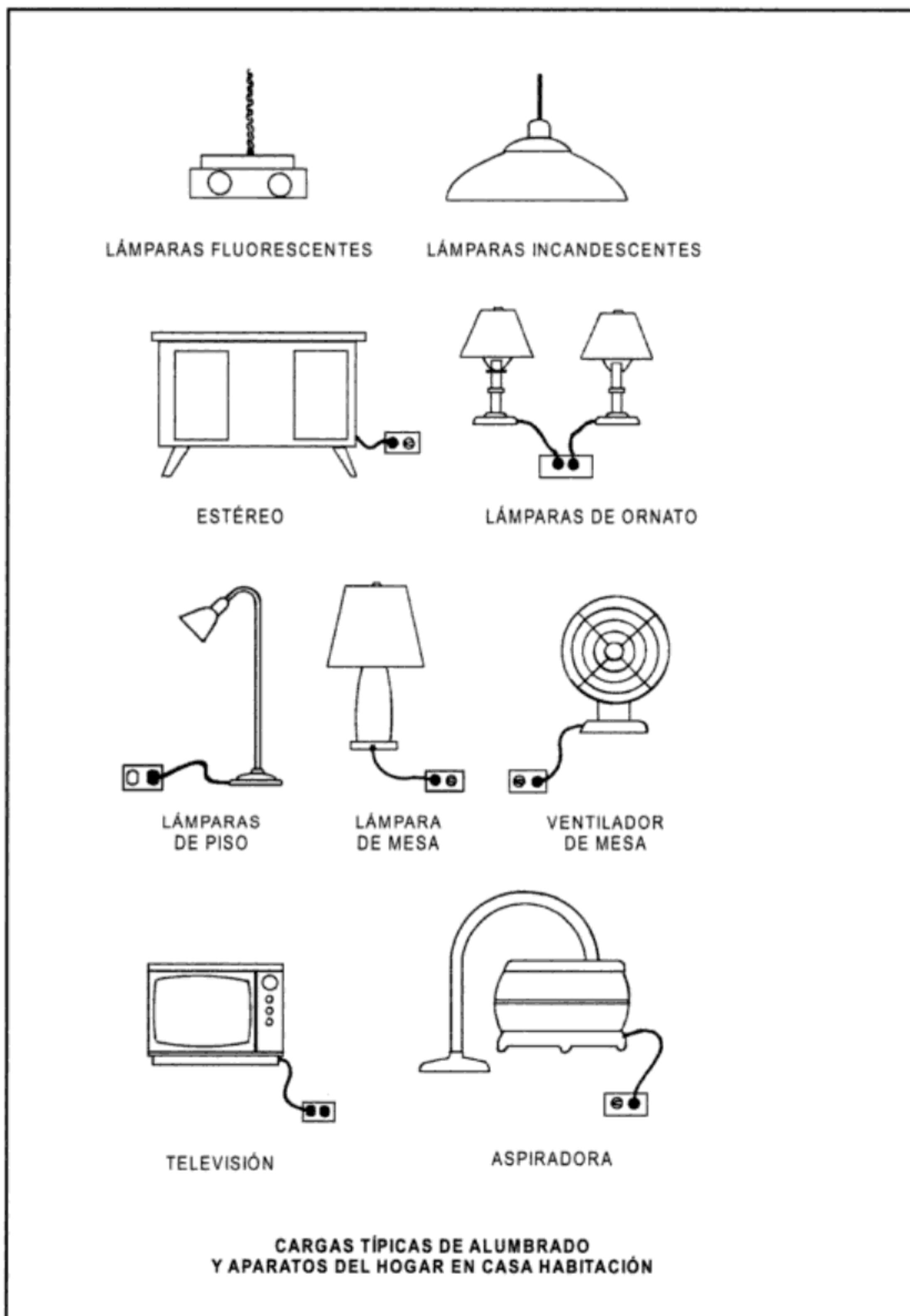
La resistencia del conductor es:

$$R = \frac{\sigma L}{s} = \frac{1}{50} \frac{L}{s} \quad e = \frac{1}{25} \frac{LI}{s}$$

De donde:

$$e = \frac{1}{25} \frac{LI}{s} \quad E\% = \frac{L}{25} \frac{I}{s} \frac{100}{E_n} = 4 \frac{LI}{E_n s}$$

$$e\% = \frac{L}{25} \frac{I}{s} \frac{100}{E_n} = 4 \frac{LI}{E_n s}$$

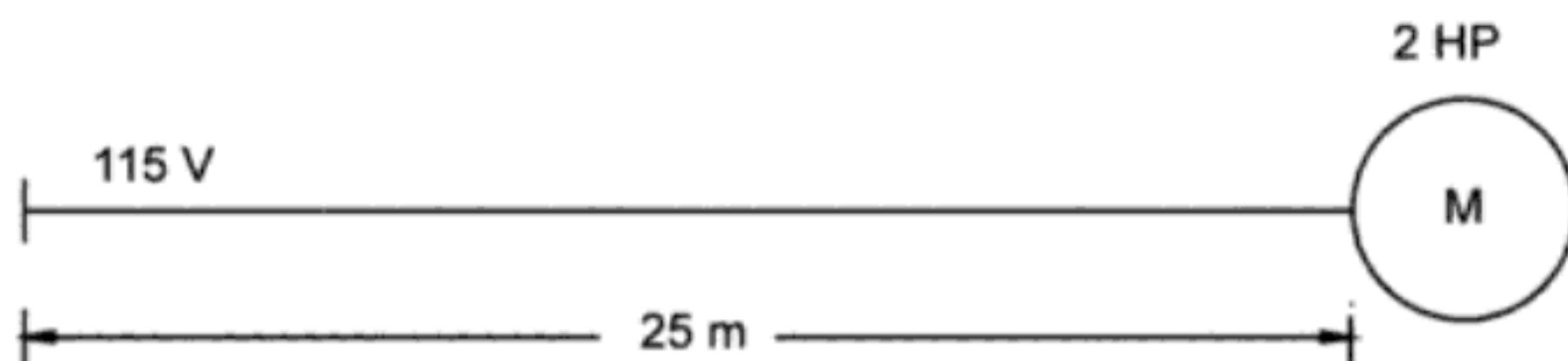


EJEMPLO



Calcular la caída de voltaje en el circuito derivado de un motor de 2HP, monofásico a 115 volts, con una eficiencia del 55%, que tiene una longitud de conductor del punto de alimentación al punto de conexión del motor de 25 m. El alambre es de cobre.

SOLUCIÓN



Para un motor monofásico de 2HP a 115 volts:

$$I_{pc} = 24 \text{ A}$$

$$1.25 I_{pc} = 1.25 \times 24 = 30 \text{ A}$$

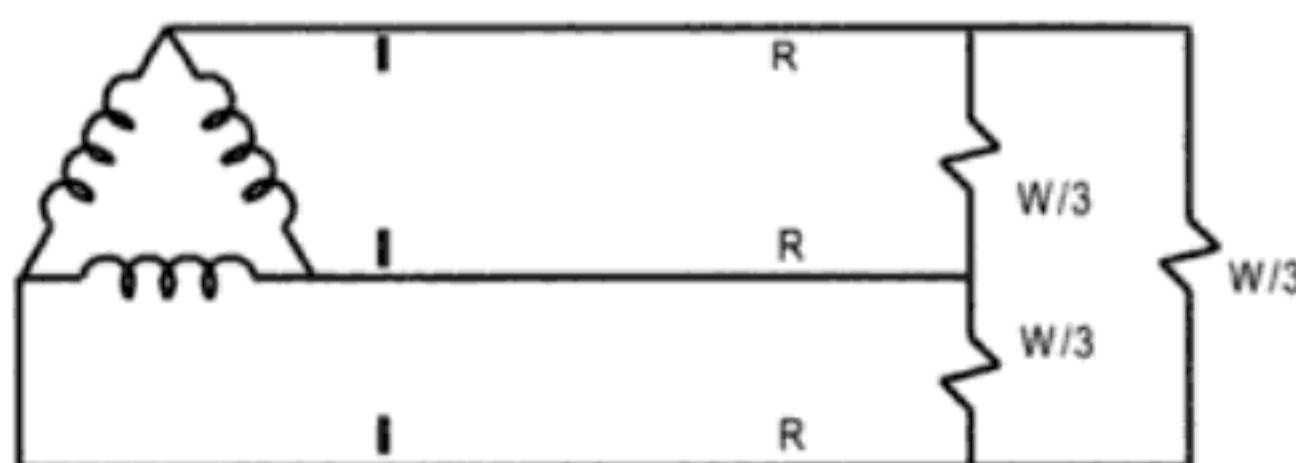
Calibre del conductor (2 conductores en tubo conduit) No. 10 (AWG)

Para un alambre No. 10, $s = 5.26 \text{ mm}^2$.

La caída de voltaje en porciento es:

$$e\% = \frac{4 \times 25 \times 24}{115 \times 5.26} = 4\%$$

SISTEMA TRIFÁSICO A TRES HILOS



La potencia que consume la carga trifásica es:

$$W = \sqrt{3} E_f I \cos \phi$$

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} E_f I \cos \phi}$$

La caída de voltaje entre fases es:

$$e_f = \sqrt{3} RI$$

Pero:

$$R = \frac{\sigma L}{s} \frac{1}{50} \frac{L}{s}$$

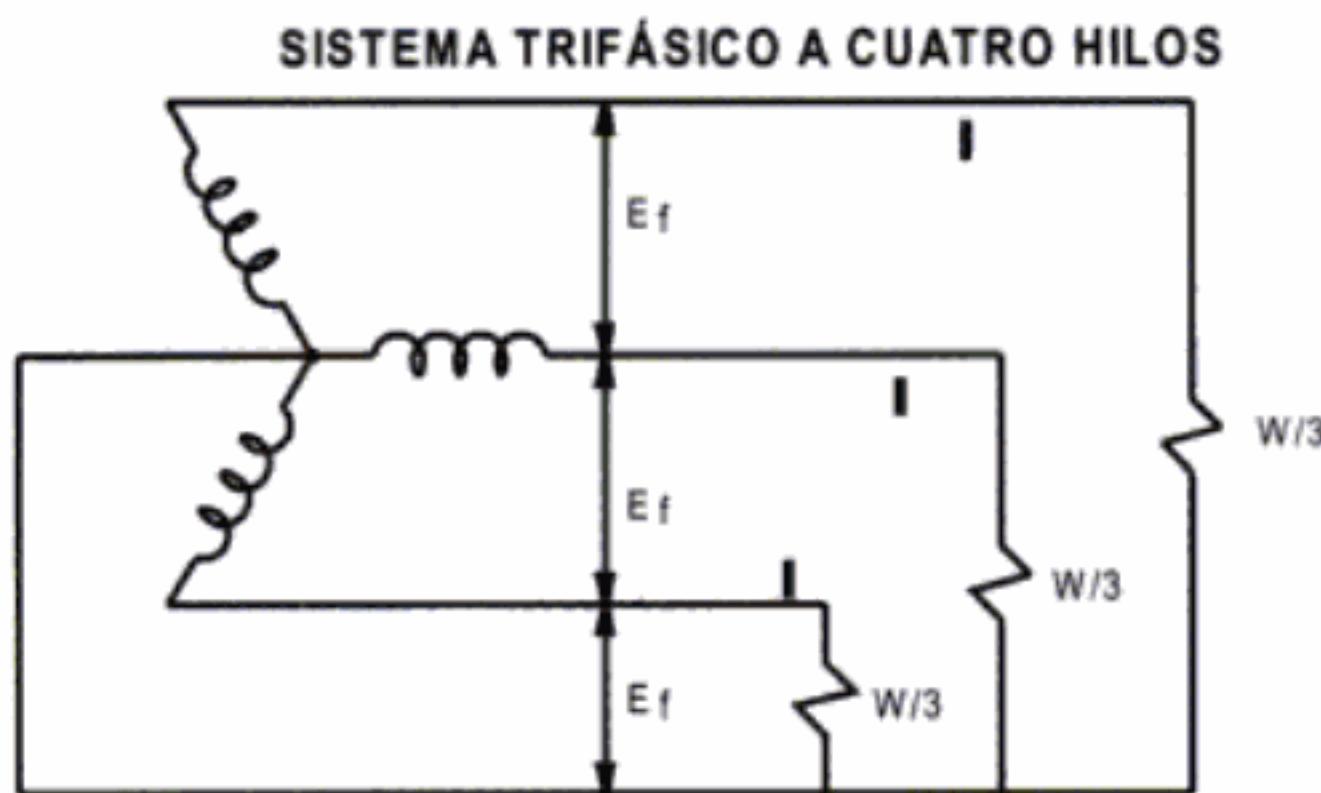
$$e_f = \frac{\sqrt{3}}{50} \frac{LI}{s}$$

El porcentaje de caída de voltaje es:

$$e\% = \frac{e_f}{E_f} \times 100$$

$$e\% = \frac{\sqrt{3} \frac{L}{s}}{50 \frac{s}{E_f}} \times 100$$

$$e\% = \frac{2 \sqrt{3} \frac{LI}{s}}{E_f}$$



La potencia que consume la carga trifásica es:

$$W = \sqrt{3} E_f I \cos \phi = 3 E_n I \cos \phi$$

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} E_f \cos \phi} = \frac{W}{3 E_n \cos \phi}$$

La caída de tensión al neutro es:

$$e = R \quad I = \frac{LI}{50s}$$

TABLA 7

CONSTANTES PARA EL CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN EN %

CALIBRE A.W.G. K.C.M.	CIRCUITOS MONOFÁSICOS A 127 V	CIRCUITOS MONOFÁSICOS A 220 V	CIRCUITOS TRIFÁSICOS A 220 V	CIRCUITOS TRIFÁSICOS A 440 V
14	0.01305	0.00754	0.00650	0.00326
12	0.00820	0.00474	0.00410	0.00205
10	0.00515	0.00298	0.00258	0.00129
8	0.00323	0.00187	0.00162	0.00081
6	0.00203	0.00117	0.00103	0.00051
4	0.00128	0.00074	0.00064	0.00032
2	0.00081	0.00047	0.00040	0.00020
1/0	0.00050	0.00029	0.00025	0.00013
2/0	0.00040	0.00023	0.00020	0.00010
3/0	0.00032	0.00018	0.00016	0.00008
4/0	0.00025	0.00015	0.00013	0.00006
250	0.00021	0.00012	0.00011	0.00005
300	0.00018	0.00010	0.00009	0.00004
400	0.00013	0.00008	0.00007	0.00003
500	0.00011	0.00006	0.00005	0.00002

Notas:

1. Los valores de la tabla son aplicables a todos los tipos de conductores de baja tensión (Vinanel Nylon, Vinanel 900, TW, Vulcanel EP y Vulcanel XLP).
2. Dado que los valores anotados en la tabla solamente expresan las constantes para obtener la caída de tensión en %, es necesario multiplicar los valores de la tabla por la longitud del circuito en metros, en un sólo sentido y por la corriente en amperes que circule por el mismo.

EJEMPLOS DE CÁLCULO DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS POR CAPACIDAD DE CORRIENTE Y TAMAÑO DEL TUBO CONDUIT

EJEMPLO



Calcular el calibre de los conductores tipo TW y el tamaño del tubo conduit para una línea monofásica de dos conductores, con una corriente de 100 amperes y a una temperatura de 30 °C.

SOLUCIÓN



De la tabla 5, para la corriente de 100 amperes y 2 conductores en un tubo conduit a 30 °C, se requiere: Calibre número 1/0.

De la tabla 6, para 2 conductores de 1/0, se requiere: Tubo conduit de 32 mm (1/4 pulg.).

EJEMPLO



Calcular el calibre de los conductores Vinanel 900 y el tamaño del tubo conduit para una línea trifásica con 4 hilos, 3 de corriente y neutro, para conducir una corriente de 40 amperes por fase, a una temperatura ambiente de 40 °C.

SOLUCIÓN



De la tabla 5, para una temperatura ambiente de 40 °C y 4 conductores en un tubo conduit, el factor de corrección por temperatura es 0.88, de manera que la corriente equivalente a esta temperatura es:

$$I_{40^\circ C} = \frac{40}{0.88} = 45.45$$

De la tabla 5, el conductor es: el calibre número 4.

De la tabla 6, el tubo conduit es: 31 mm (1 1/4").

EJEMPLO



Calcular el tamaño del tubo conduit para contener a los siguientes conductores tipo Vinanel 900: 2 No. 12, 4 No. 14, 4 No. 1/0.

SOLUCIÓN



Es posible elaborar una tabla como la siguiente, a partir de la información de la tabla 7:

CANTIDAD DE CONDUCTORES	CALIBRE	ÁREA DE C/U mm ²	ÁREA TOTAL mm ²
2	12	3.3090	6.6180
4	8	8.4	33.60
4	1/0	53.477	213.908
			a = 254.126

Según la tabla 8, se requiere tubo de 1 1/4 pulg.

EJEMPLO



En el tubo conduit PVC rígido del tipo pesado se lleva una línea trifásica de 3 hilos con conductores Vinanel 900, una corriente de 125 amperes y una temperatura ambiente de 40 °C, y una línea monofásica de 2 hilos con 30 amperes de alambre TW con la misma temperatura ambiente.

SOLUCIÓN



De la tabla 5, para Vinanel 900 de 1 a 3 conductores en tubo, para una temperatura de 40 °C, el factor de corrección es: F = 0.88.

De la misma tabla, para 1 a 3 conductores TW para 40° C de temperatura, el factor de corrección es $F = 0.82$.

Las corrientes a esta temperatura son:

Para la línea trifásica:

$$I_{40^\circ C} = \frac{125}{0.88} = 142 \text{ amperes}$$

De la misma tabla 5, calibre 1/0 AWG (150 amperes).

Para la línea monofásica que lleva 30 amperes:

$$I_{40^\circ C} = \frac{30}{0.82} = 36.58 \text{ amperes}$$

De la misma tabla 5 calibre No. 8 AWG (40 amperes).

El tubo conduit para llevar las dos líneas se calcula como sigue:

Si A es el área interior del tubo en mm^2 n_1 el número de conductores de área a_1 , $n_2 a_2$ en mm^2 , el número de conductores de área a_2 , etcétera.

Y F el factor de relleno:

$$A \times F = n_1 a_1 + n_2 a_2 + \dots + n_n a_n$$

$$A = \frac{n_1 a_1 + n_2 a_2 + \dots + n_n a_n}{F}$$

Para los conductores anteriores las áreas son:

$$\text{para 1/0 } a_1 = 53.477$$

$$\text{para 8 } a_2 = 8.367$$

Para cinco conductores $F = 0.40$:

$$A = \frac{3 \times 53.477 + 2 \times 8.367}{0.40}$$

$$A = 442.9125 \text{ mm}^2$$

$$A = 0.6866 \text{ pulg}^2$$

Tubo conduit PVC rígido tipo pesado de 38 mm (1 ½ pulg).

TABLA 8
DIMENSIONES DE TUBO CONDUIT Y ÁREA DISPONIBLE
PARA LOS CONDUCTORES

DIÁMETRO NOMINAL mm	DIÁMETRO INTERIOR pulg.	ÁREA INTERIOR TOTAL (mm ²)	ÁREA DISPONIBLE PARA CONDUCTORES (mm ²)	
			40% (PARA 3 CONDUCTORES O MÁS)	30% (PARA 2 CONDUCTORES)
13	½	15.81*	196	78
19	¾	21.30*	356	142
25	1	26.50*	552	221
32	1 ¼	35.31*	979	392
38	1 ½	41.16*	1 331	532
51	2	52.76*	2 186	874
63	2 ½	62.71**	3 088	1 235
76	3	77.93**	4 769	1 908
89	3 ½	90.12**	6 378	2 551
102	4	102.26**	8 213	3 285

* Corresponde al tubo metálico tipo ligero.

** Corresponde al tubo metálico tipo pesado.

Notas relativas a la tabla anterior:

1. El factor de corrección por temperatura para la resistencia óhmica es de 0.34 por °C.
2. Para conductores en ducto de acero o con armaduras de acero, la resistencia aumenta en 25%, por lo tanto, multiplíquense los valores por 1.25.
3. Los valores de la reactancia mínima, se aplican para conductores juntos dentro de un tubo conduit o ducto. Los valores de la reactancia máxima se aplican para conductores separados en instalaciones aéreas o en ménsulas en galerías de conductores.
4. Para 50 ciclos, los valores de la reactancia deben multiplicarse por 5/6.

TABLA 9

MÚMERO MÁXIMO DE CONDUCTORES EN CAJAS DE CONEXIÓN

DIMENSIONES DE LAS CAJAS (EN PULGADAS)	VOLUMEN (PULG. ³)	MÁXIMO NÚMERO DE CONDUCTORES			
		No. 14	No. 12	No. 10	No. 8
3 1/2 x 1 1/2 Octogonal	10.9	5	4	4	3
3 1/2 x 1 1/2 "	11.9	5	5	4	3
4 x 1 1/2 "	17.1	8	7	6	5
4 x 2 1/8 "	23.6	11	10	9	7
4 x 1 1/2 Cuadrada	22.6	11	10	9	7
4 x 2 1/8 "	31.9	15	14	12	10
4 11/16 x 1 1/2 Cuadrada	32.2	16	14	12	10
4 11/16 x 2 1/8 "	46.4	23	20	18	15
3 x 2 x 1 1/2 Dispositivo	7.9	3	3	3	2
3 x 2 x 2 "	10.7	5	4	4	3
3 x 2 x 2 1/4 "	11.3	5	5	4	3
3 x 2 x 2 1/2 "	13	6	5	5	4
3 x 2 x 2 3/4 "	14.6	7	6	5	4
3 x 2 x 3 1/2 "	18.3	9	8	7	6
4 x 2 1/8 x 1 1/2 "	11.1	5	4	4	3
4 x 2 1/8 x 1 7/8 "	13.9	6	6	5	4
4 x 2 1/8 x 2 1/8 "	15.6	7	6	6	5

EJEMPLO



En un tubo conduit se llevarán 2 líneas trifásicas de 3 hilos con 125 amperes por fase con conductores TW y una temperatura ambiente de 40 °C. Calcular el calibre de los conductores y el tamaño del tubo conduit.

SOLUCIÓN



Para 40 °C de temperatura, para 4 a 6 conductores en un tubo, el factor de corrección es 0.82.

$$I_{40^\circ C} = \frac{125}{0.82} = 152.439 \text{ amperes}$$

Para 4 a 6 conductores tipo TW calibre No. 4/0 (156) de la tabla 5, de la tabla 2.8, tubo conduit de 7.6 mm (3 pulg).



1.18 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Entre los dispositivos de protección y control en las instalaciones residenciales, se pueden mencionar como funciones generales las siguientes:

- ① Se deben proveer de circuitos separados para alumbrado general, para contactos y aplicaciones especiales.
- ② Las ramas de los circuitos con más de una salida no deben tener una carga que exceda al 50% de la capacidad de conducción.
- ③ Los ramales individuales de cada circuito.
- ④ El tamaño menor de conductor en alumbrado no debe ser menor del No. 12.
- ⑤ De acuerdo con la capacidad de carga de cada circuito, se deben instalar tableros de distribución con tantos circuitos como sea necesario.

Para esto, es necesario contar con los siguientes dispositivos:

Interruptores en caja de lámina. También conocidos como de seguridad, son interruptores de navaja con puerta y palanca exterior para la operación del interruptor.

Tableros de distribución. Estos tableros también son conocidos como centros de carga, consisten de dos o más interruptores de navaja, con palanca o con interruptores automáticos termomagnéticos. Se instalan cerca de los centros de carga, en lugares accesibles donde la apariencia del tablero no perjudique la decoración.

Fusibles. Los fusibles son elementos de protección que constan de un alambre o cinta de una aleación de plomo y estaño con un bajo punto de fusión, que se funde cuando se excede el límite para el cual fue diseñado, interrumpliendo el circuito. Se fabrican para operación en dos tipos:

- ⇒ Fusibles de tapón: usados en casas habitación con capacidades de 10, 15, 20 y 30 amperes.
- ⇒ Tipo cartucho: que a su vez pueden ser tipo casquillo para capacidades de 3 a 60 amperes y tipo navaja para capacidades de 75 a 600 amperes. Estos fusibles son renovables, ya que si se funde, el elemento fusible puede ser reemplazado.

De acuerdo con sus características eléctricas, los elementos fusibles pueden ser: de tipo normal y de acción retardada. El tipo normal está formado por cinta o alambre, el de acción retardada tiene formas diversas para retardar el tiempo de fusión.

Interruptores termomagnéticos. Estos interruptores están diseñados para abrir el circuito en forma automática cuando ocurre una sobrecarga, accionado por una combinación de un elemento térmico y un elemento magnético.

El **elemento térmico** consta esencialmente de la unión de dos elementos metálicos de diferente coeficiente de dilatación, conocido también como par térmico, el cual al paso de la corriente se calienta y, por lo tanto, se deforma, habiendo un cambio de posición que es aprovechado para accionar el mecanismo de disparo del interruptor. Operan, desde el punto de vista de tiempo de apertura, con curvas características de tiempo-corriente.

El **elemento magnético** consta de una bobina cuyo núcleo es móvil y puede operar o disparar el mecanismo del interruptor, el circuito se abre en forma instantánea cuando ocurre una sobrecorriente. Operan con sobrecargas con el elemento térmico y por sobrecorrientes con el elemento magnético para fallas.

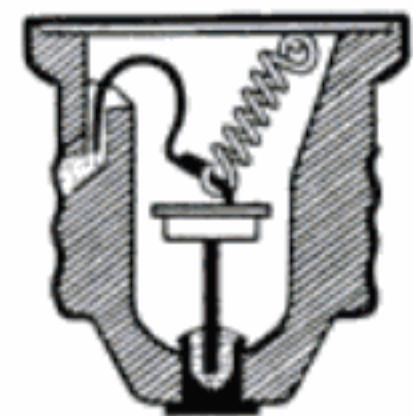
Las características principales de los interruptores de seguridad para servicio normal, de navaja para fusible tipo cartucho, tipo sencillo en caja de usos generales, son los siguientes:

- Mecanismo rápido de desconexión para capacidades superiores a los 30 amperes.
- Tienen base de porcelana de 30 hasta 100 amperes, con base de pizarra en los demás.
- La manija puede ser asegurada en las posiciones de abierto y cerrado.

Se fabrican en 2 polos para 250 volts C.A. de 30 a 600 amperes y en tres polos para 240 volts C.A., también de 30 a 600 amperes.

En ambos casos, las capacidades comerciales son: 30, 60, 100, 200, 400 y 600 amperes.

En la figura, se identifican algunos de los elementos de protección usados en las instalaciones eléctricas.



Ⓐ



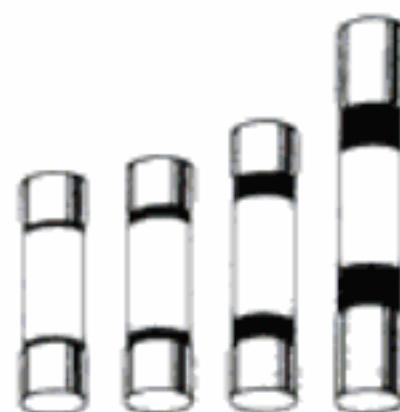
Ⓑ



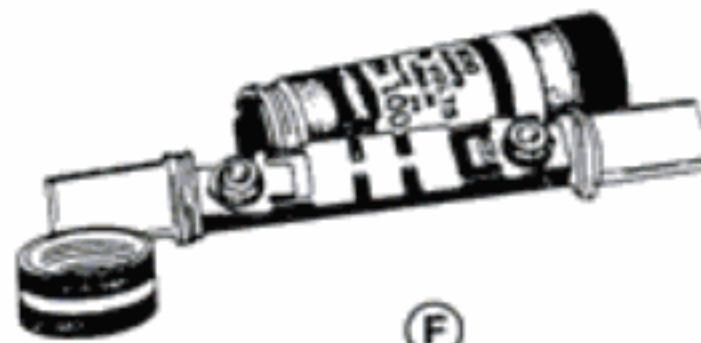
Ⓒ



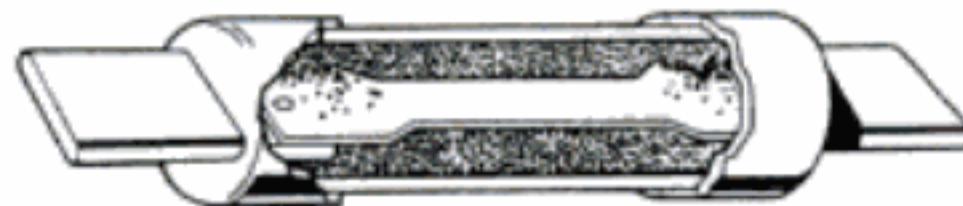
Ⓓ



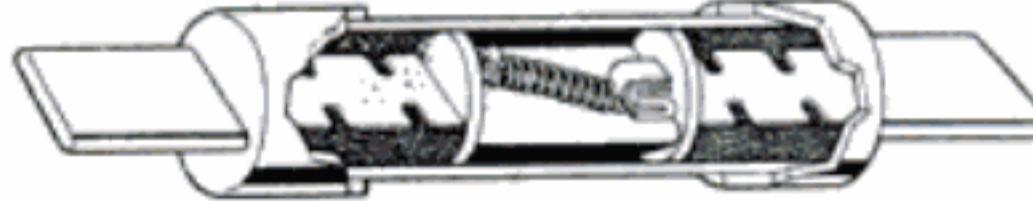
Ⓔ



Ⓕ



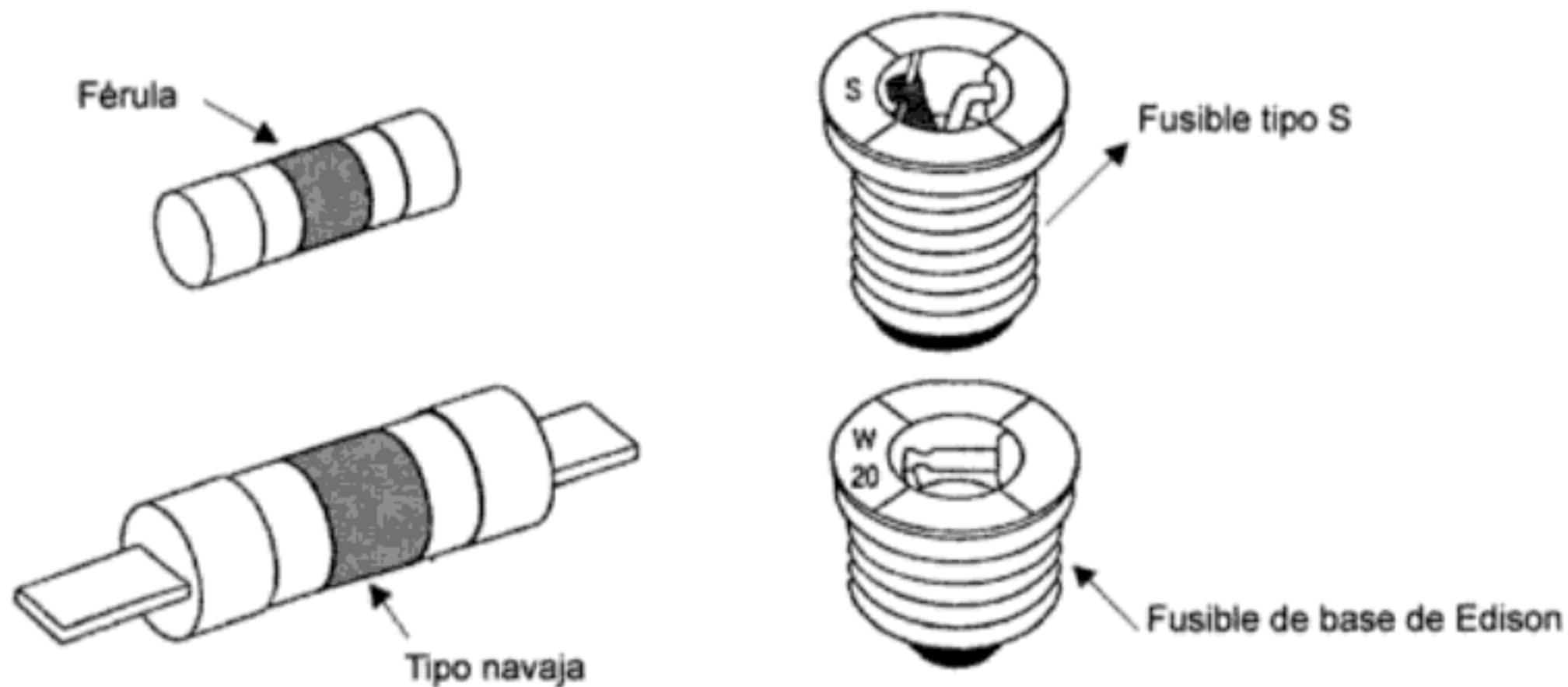
Ⓖ



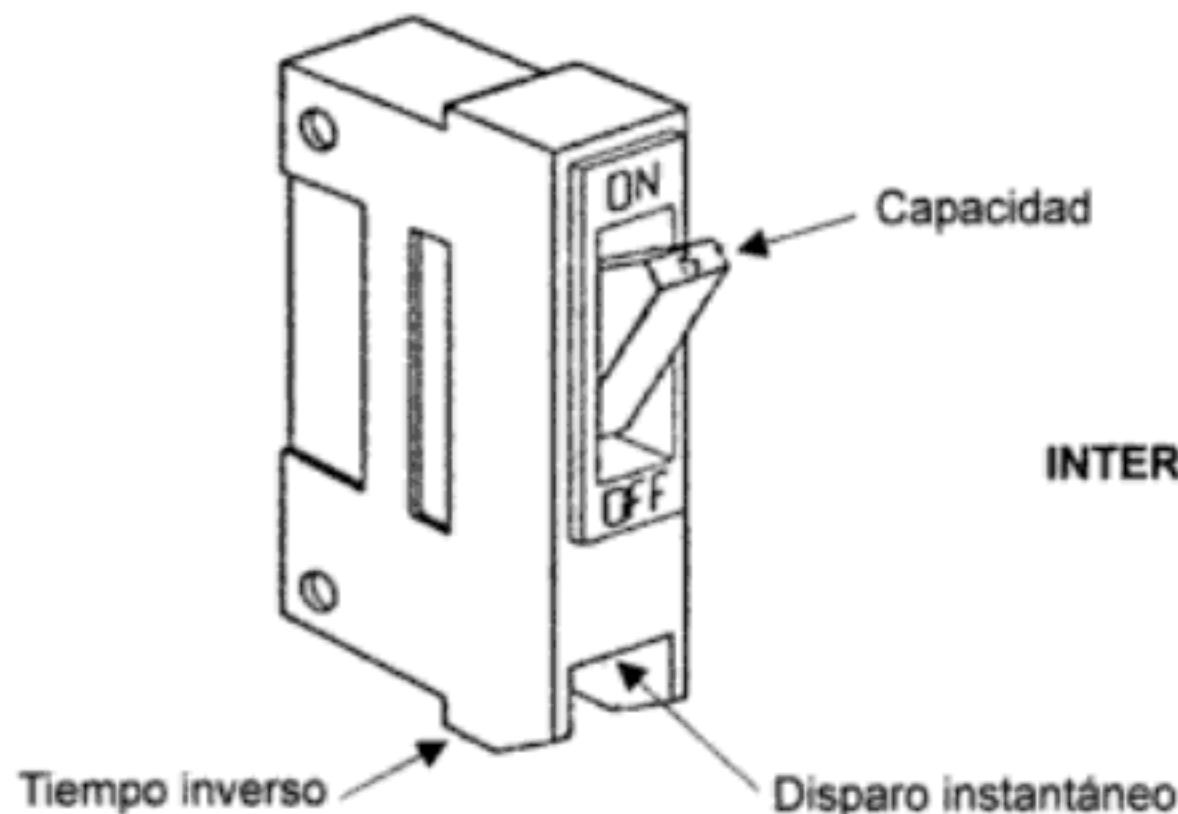
Ⓗ

- D Fusible tipo cartucho en tubo de vidrio.
- F Fusible tipo cartucho renovable.
- C Interruptor con fusible enchufable.
- G Fusible de navaja no renovable.
- A Fusible tipo tapón o rosca dual.
- H Fusible tipo cartucho dual.
- B Fusible tipo tapón o rosca.
- E Fusible tipo cartucho estándar.

FUSIBLES



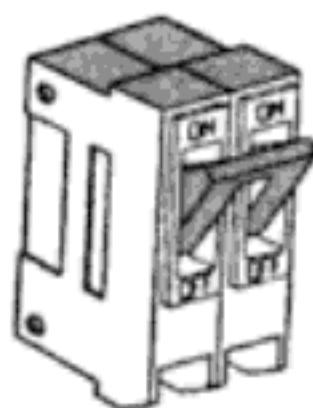
INTERRUPTORES



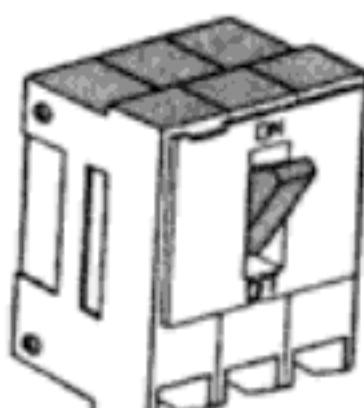
DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE

INTERRUPTORES DE TIEMPO INVERSO

Interruptor de 1 polo



Interruptor de 2 polos



Interruptor de 3 polos

**LOS INTERRUPTORES DE TIEMPO INVERSO
SE ENCUENTRAN DISPONIBLES EN CONFIGURACIONES
DE 1 POLO, 2 POLOS Y 3 POLOS**

Estos interruptores de seguridad, se fabrican también para servicio pesado de navajas, para fusibles tipo cartucho, tiro sencillo, para usos generales hasta 600 volts máximos en corriente alterna, con las características principales siguientes:

- ⇒ Puerta con seguro para evitar abrirlo en la posición de cerrado.
- ⇒ Mecanismos rápidos de conexión y desconexión.
- ⇒ Suspensión de arco.
- ⇒ Partes conductoras plateadas.

Las capacidades comerciales para 600 volts C.A. son de 30, 60, 100, 200, 400 y 600 amperes.



LA INTERPRETACIÓN DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS RESIDENCIALES

2



2.1 INTRODUCCIÓN

Las instalaciones eléctricas de cualquier naturaleza, ya sea residenciales, industriales o comerciales, están constituidas por un gran número de dispositivos eléctricos disponibles, herrajes, conectores, materiales y equipo para formar un sistema completo de alambrado, por lo que se deben estudiar los principios básicos relacionados con estos circuitos eléctricos y tener un conocimiento práctico de cada componente.

Si la corriente eléctrica es para producir un efecto, tiene que circular hacia el equipo que debe ser operado, en otras palabras, deben haber dos conductores desde el punto de inicio (la fuente de alimentación a la instalación) hasta el equipo.

Los elementos más comunes en las instalaciones eléctricas son: lámparas de alumbrado, conductores, cajas de salida, herrajes, conectores, apagadores, contactos, etcétera.

LOS APAGADORES (SWITCHES)

De las distintas componentes que puede tener una instalación eléctrica, los apagadores o switches representan un elemento importante, ya que tienen la función primaria de conectar conductores, componentes o un arreglo de éstos; de manera que la corriente eléctrica pueda circular de uno a otro, o bien, para descontinuar el flujo de esta corriente.

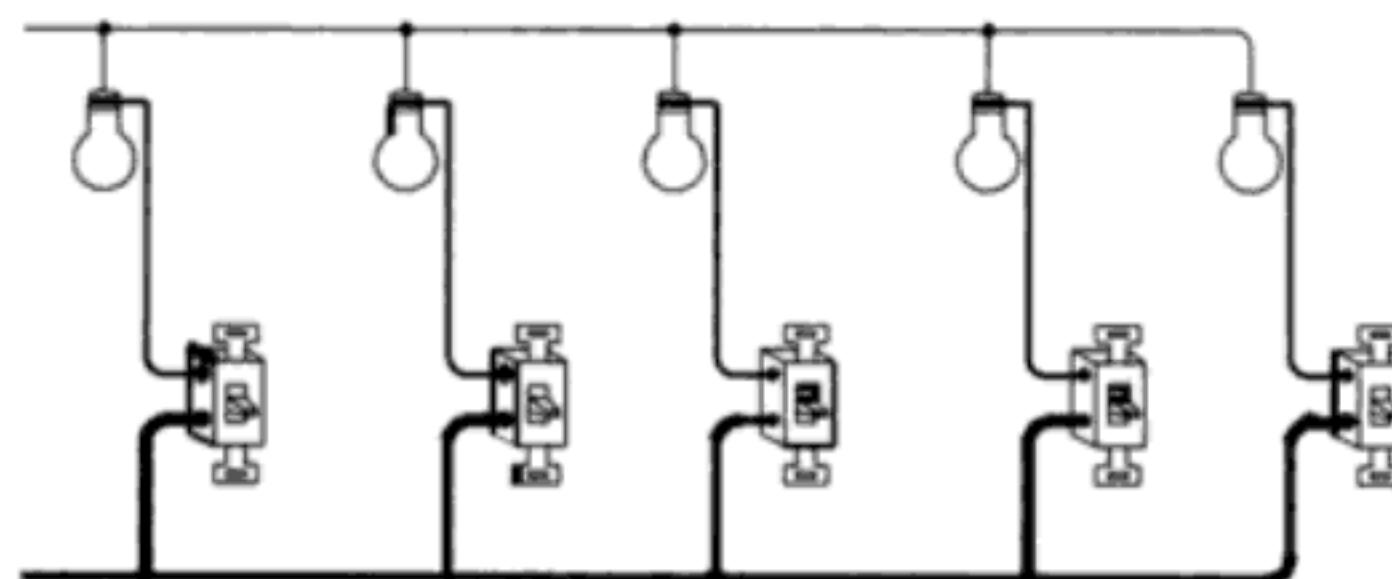
En la práctica, no sólo una corriente sino varias, pueden ser controladas. Los apagadores se pueden usar también para ubicar trayectorias convenientes

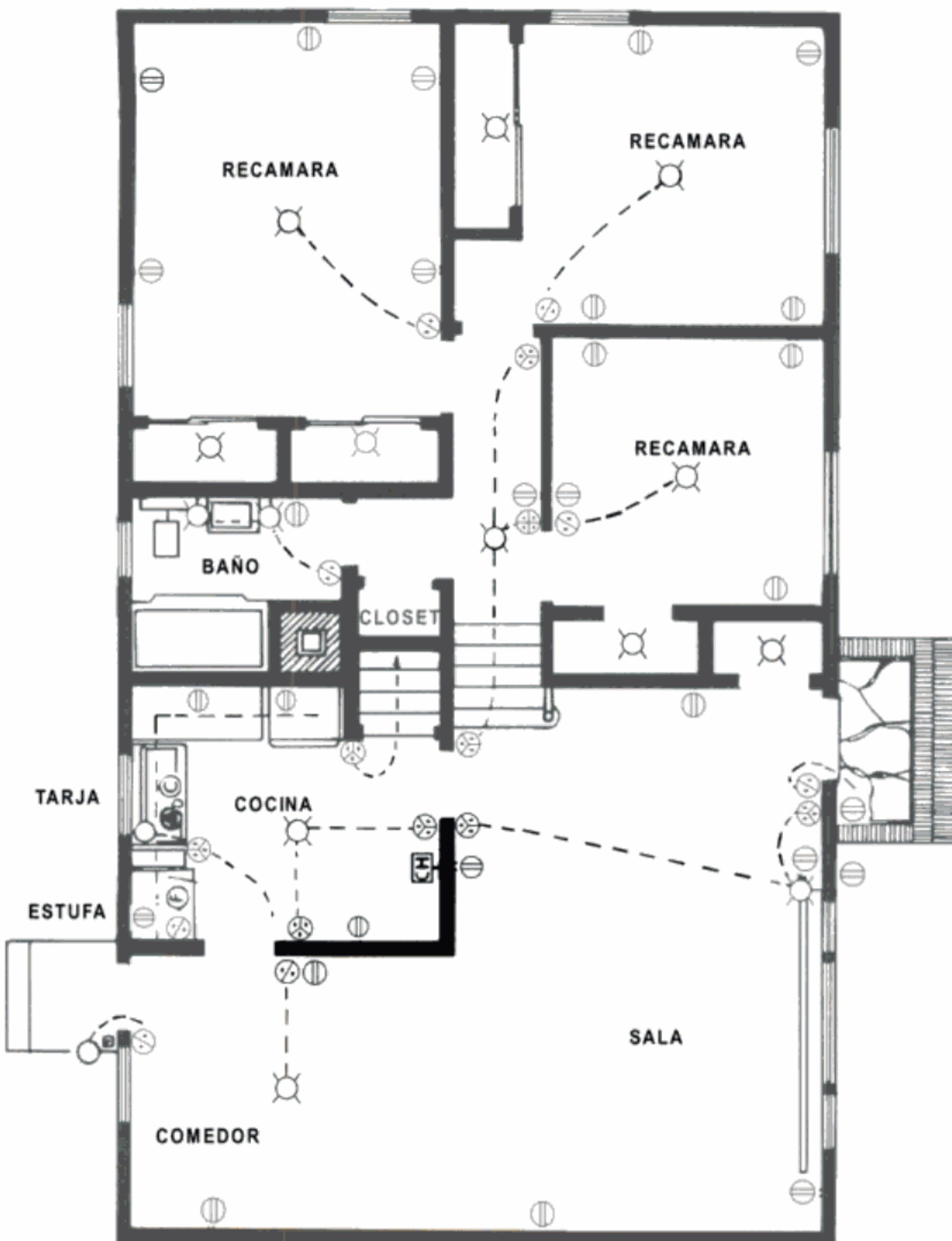
de las corrientes a través de trayectorias que están previamente determinadas.

Un apagador no es una carga, de manera que una caída de voltaje o una pérdida de voltaje en un apagador debe ser prácticamente cero o tan cercana a cero como sea posible. **Los apagadores se conectan o alambran siempre en serie** con el conductor vivo o de potencial en una instalación eléctrica, pero no se usan nunca para conectar al conductor neutro o al de tierra, tampoco se conectan directamente en paralelo con cualquier línea energizada, es decir, no se conectan al conductor neutro y al vivo.

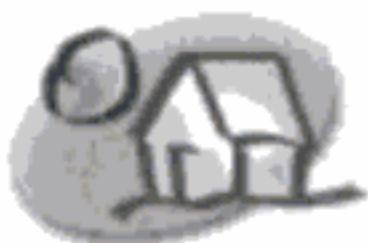
Sin embargo, un apagador se puede conectar en serie con la carga y, entonces, la combinación se puede conectar en paralelo como se muestra en la figura:

**EL APAGADOR SE CONECTA EN SERIE CON LA LÁMPARA
Y CADA GRUPO EN PARALELO CON LOS OTROS**





REQUERIMIENTOS DE SALIDAS ELÉCTRICAS EN UNA CASA



2.2 TIPOS DE APAGADORES

Los apagadores (switch) se encuentran disponibles en el mercado en una gran variedad de tipos, pero todos se pueden agrupar en tres grandes categorías: de corriente directa (C.D.), de corriente alterna (C.A.) y de corriente directa y corriente alterna (C.D./C.A.), se entiende que los de C.D. sólo operarán con corriente directa, los de C.A. sólo los hacen con C.A. y los de C.D./C.A. operan indistintamente con C.D. o C.A. El tipo más prevalente es el de C.A., que ofrece la ventaja sobre los de C.D. que a igualdad de potencia tienen un tamaño más reducido.

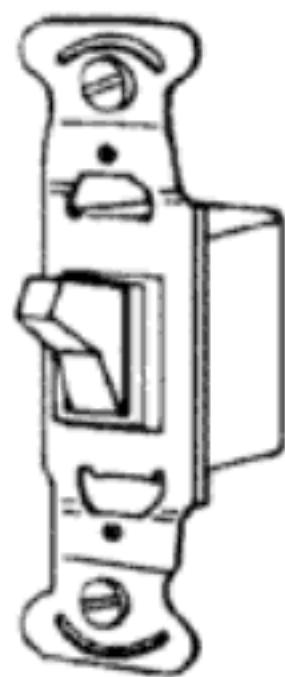
Los apagadores de C.D. se usan por lo general en aparatos portátiles que la mayoría de las veces son accionados por batería, en tanto que los apagadores de C.A. tienen una aplicación mucho más amplia en aparatos que operan con C.A. alimentados a través de la compañía suministradora.

Los apagadores, ya sea de C.A. o C.D./C.A. se pueden diseñar y clasificar por el número de polos y por la manera en cómo estos polos se accionan:

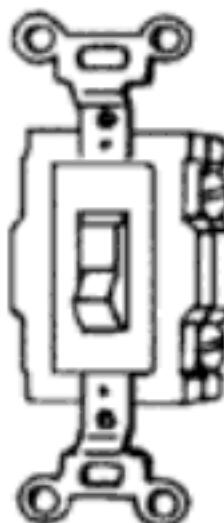
- ⇒ De un polo y tiro sencillo.
- ⇒ De un polo y doble tiro.
- ⇒ De dos polos y tiro sencillo.
- ⇒ De dos polos y doble tiro.

También se pueden clasificar de acuerdo a sus características físicas o por su uso como:

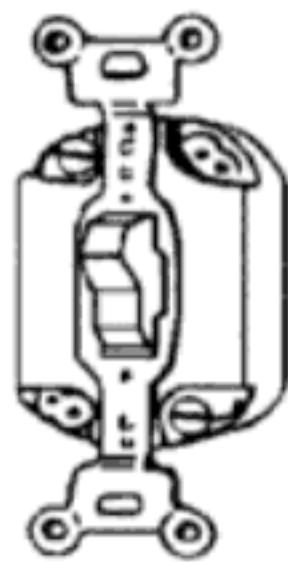
- | | |
|----------------|---------------------------|
| ⇒ Centrífugos. | ⇒ Con bloqueo. |
| ⇒ De botón. | ⇒ Con control de tiempo. |
| ⇒ De palanca. | ⇒ De contacto momentáneo. |
| ⇒ Iluminados. | ⇒ De servicio pesado. |



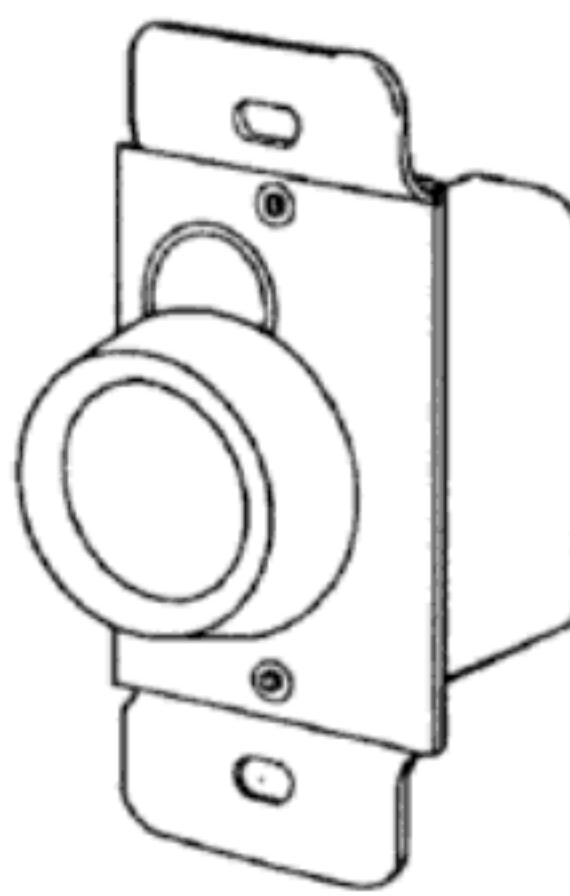
USO GENERAL EN C.A.



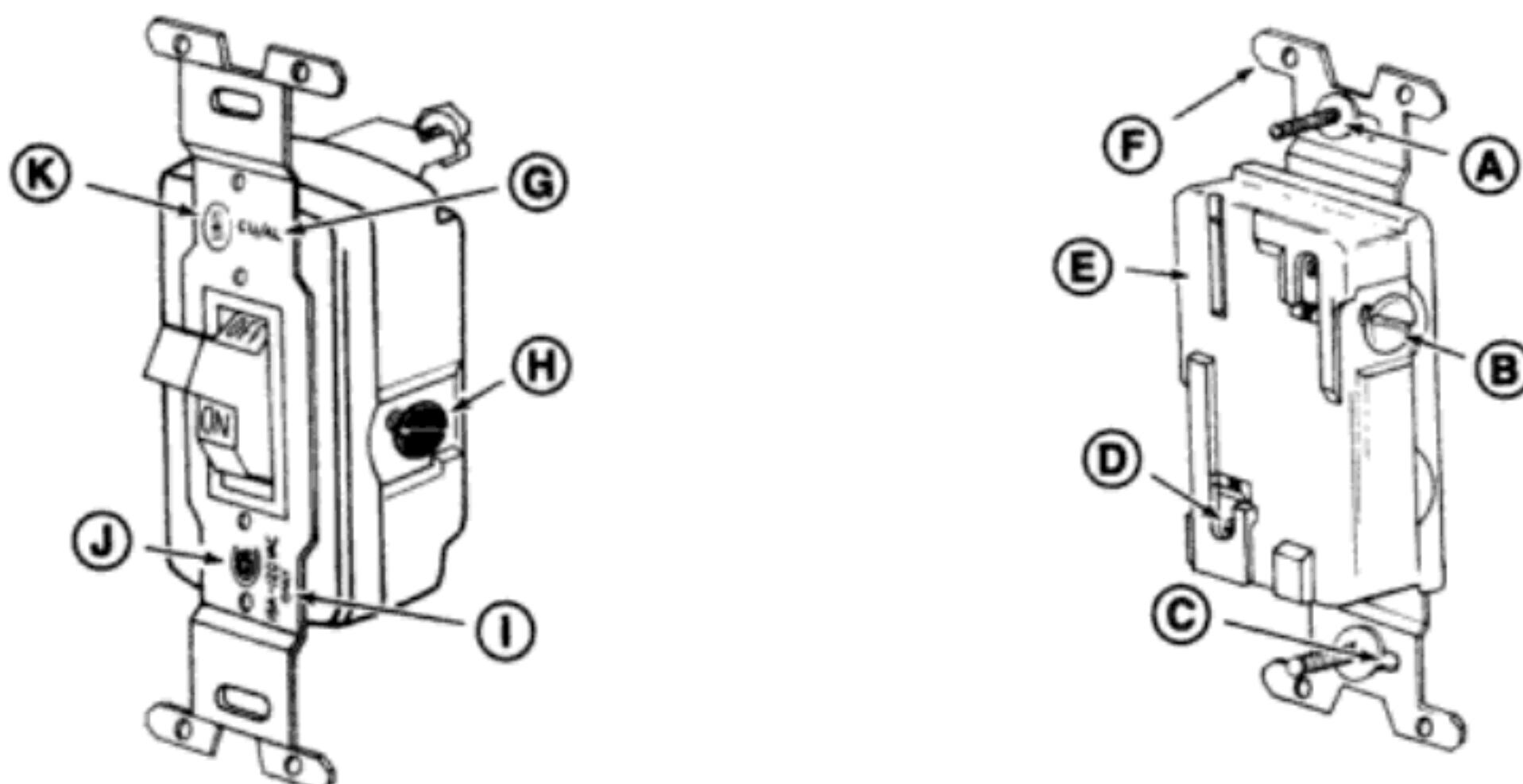
USO EN MOTORES DE C.A.



USO GENERAL EN C.A. Y C.D.

**APAGADORES TIPO PALANCA**SWITCH CON RETARDO
DE TIEMPOSWITCH DIMMER
(REGULADOR DE LUZ)**APAGADORES CON RETARDO Y DIMMER**

En la figura, se identifican las partes principales de un apagador sencillo de uso común en las instalaciones eléctricas residenciales.



J Marca.

G Conductores de cobre y aluminio únicamente.

H Tornillo coloreado.

B Tornillo plano.

F Tapones de plástico.

A Tornillo de montaje.

E Cinta de quitar.

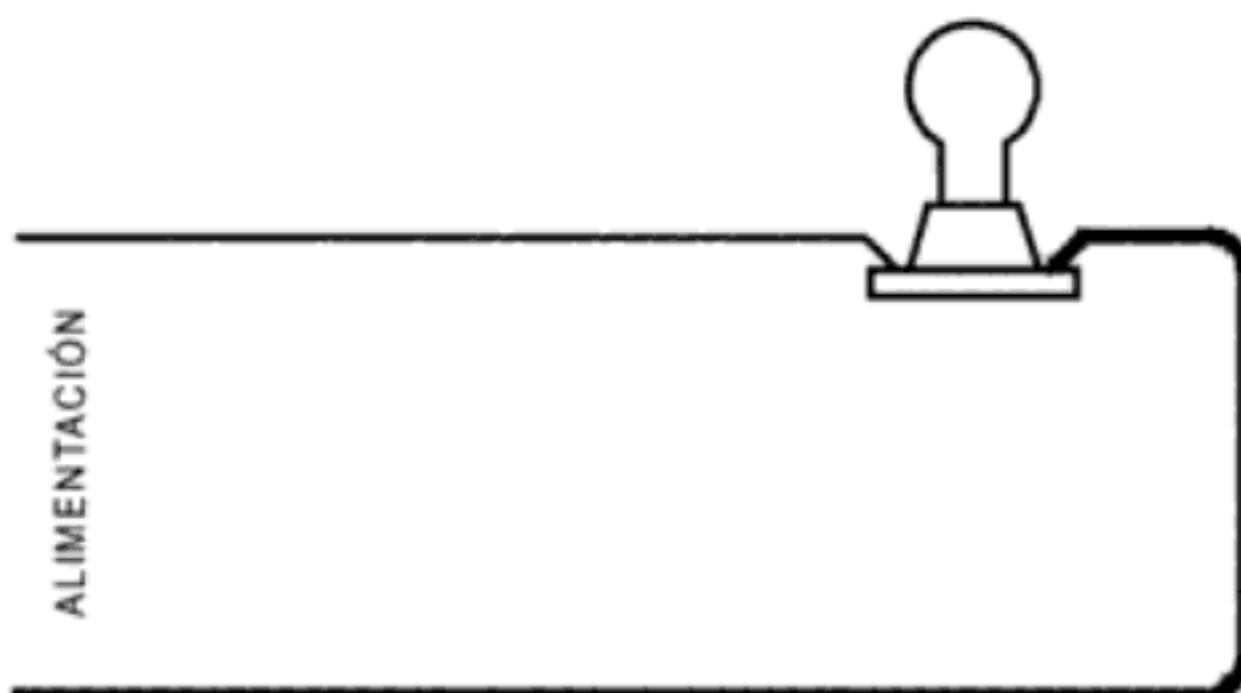
I Valor máximo de voltaje y corriente.

C Agujeros alargados.

D Agujeros de alambrado posterior.

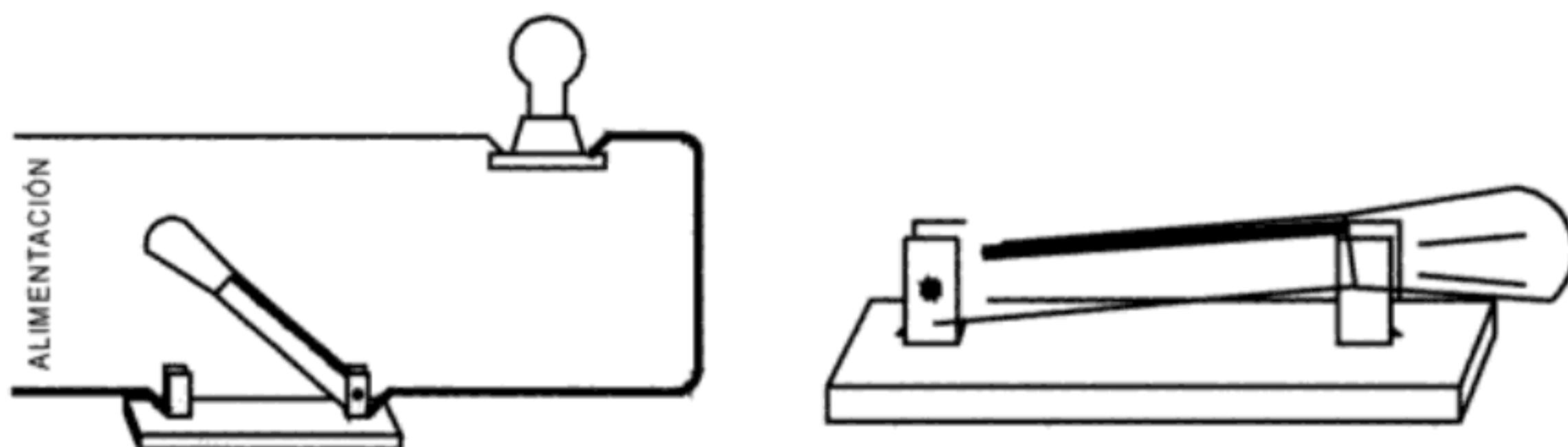
K NOM.

El circuito básico de una instalación eléctrica se muestra en la siguiente figura, en donde la alimentación representa el punto de partida para alimentar a una lámpara (que representa la carga), el conductor grueso no significa que conduzca más corriente que el delgado, sólo se usa como una forma de diferenciar entre el conductor vivo y el neutro (conductor delgado), esto en la práctica no modifica el calibre (tamaño del conductor), más bien, se diferencian el conductor vivo y el neutro por el uso de distintos colores.



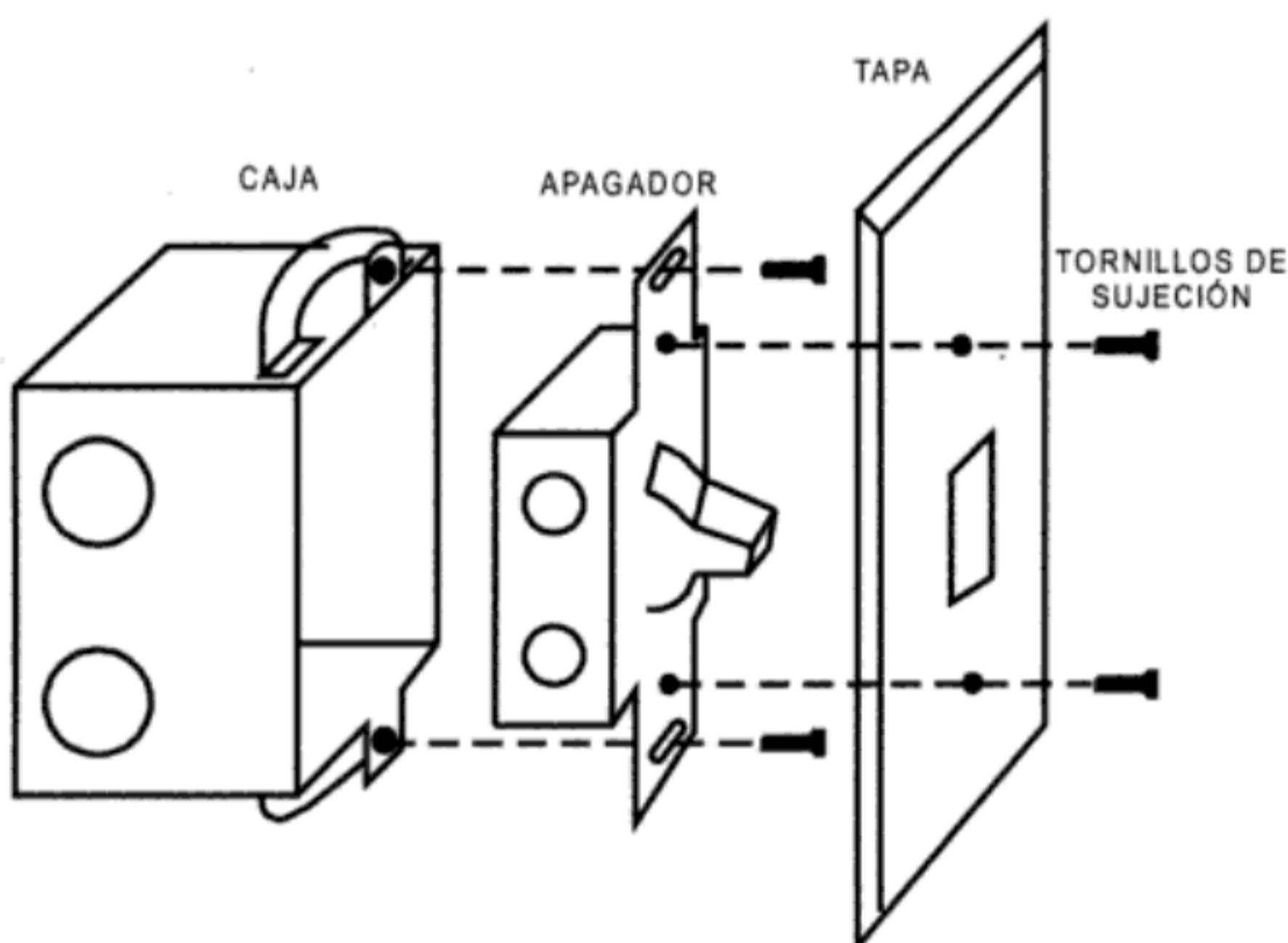
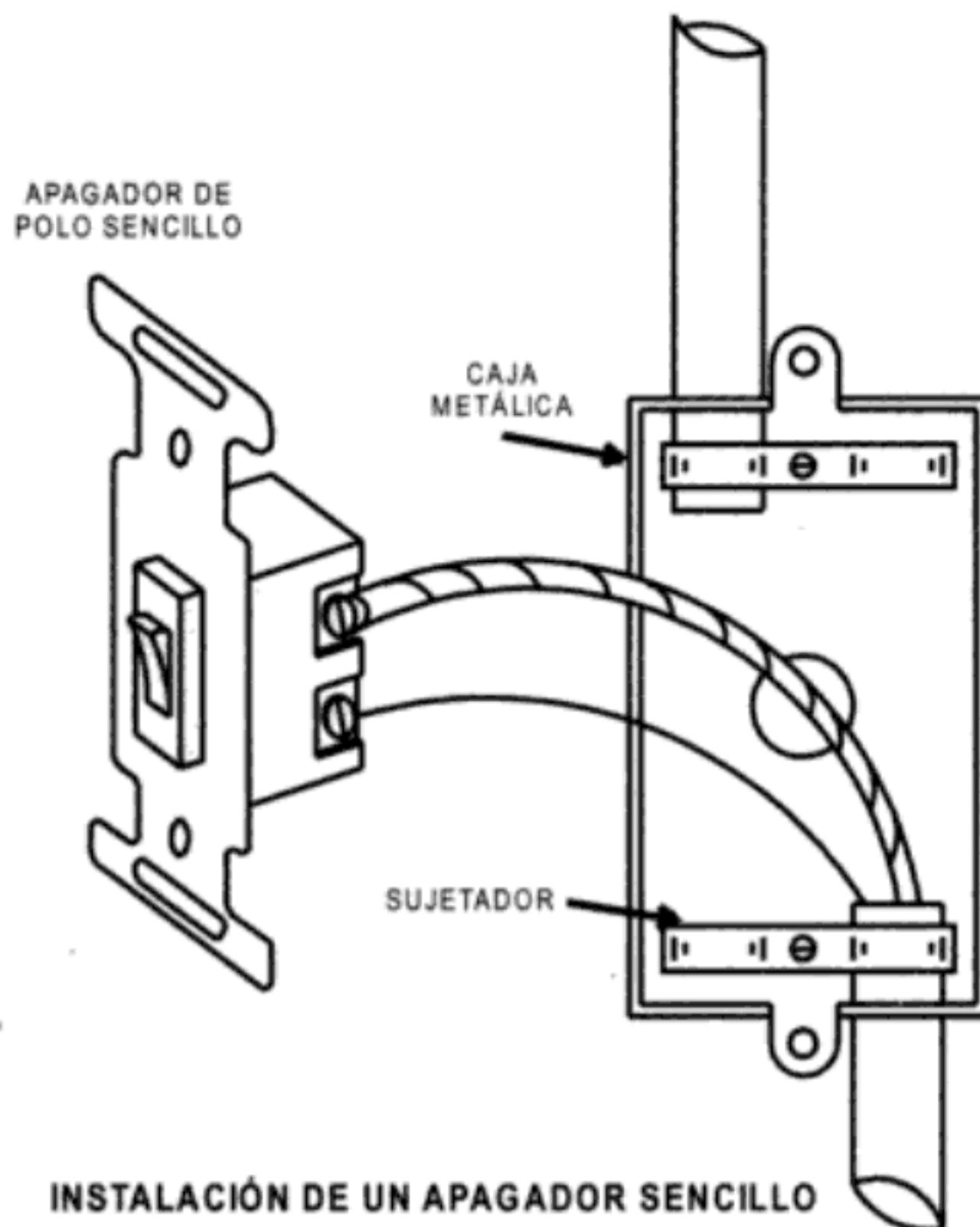
CIRCUITO BÁSICO DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Este circuito no representa a un circuito práctico, ya que no hay forma de controlar la lámpara, es decir, se alimenta y no se puede “**encender**” o “**apagar**”, ya que no tiene medio de control para esto. Debido a esta dificultad, en la figura siguiente se muestra a la lámpara montada sobre una base de porcelana, pero se le agrega un desconectador o switch de un polo y un tiro que permite abrir y cerrar el circuito.

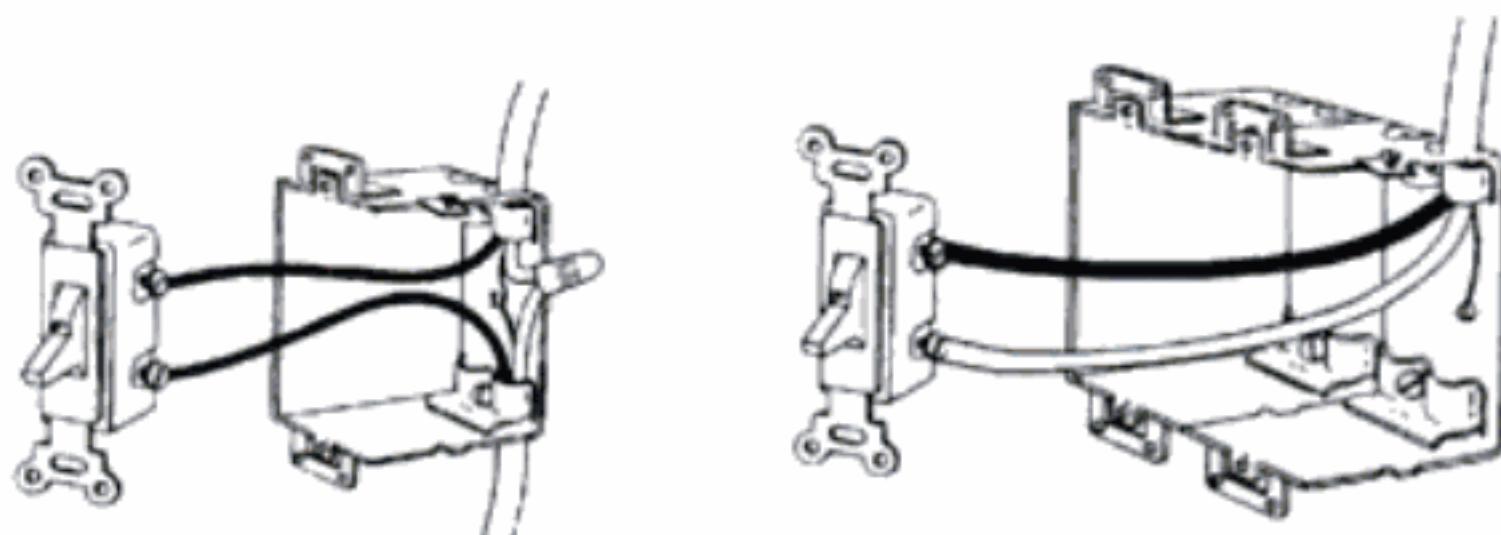
FORMA ELEMENTAL DE CONTROL DE UNA LÁMPARA
POR MEDIO DE UN DESCONECTADOR DE 1 POLO, 1 TIRO

DETALLE DEL DESCONECTADOR

El circuito anterior, es también ilustrativo de la forma elemental de controlar una lámpara, pero por supuesto que impráctico para una instalación, ya que por razones de seguridad de las personas, no se deben usar apagadores desnudos. En lugar del desconectador desnudo, se usa un apagador (switch) de palanca que también actúa sobre un conductor y alambre, pero su mecanismo se encuentra completamente cerrado.



FORMA DE MONTAJE DE UN APAGADOR SENCILLO

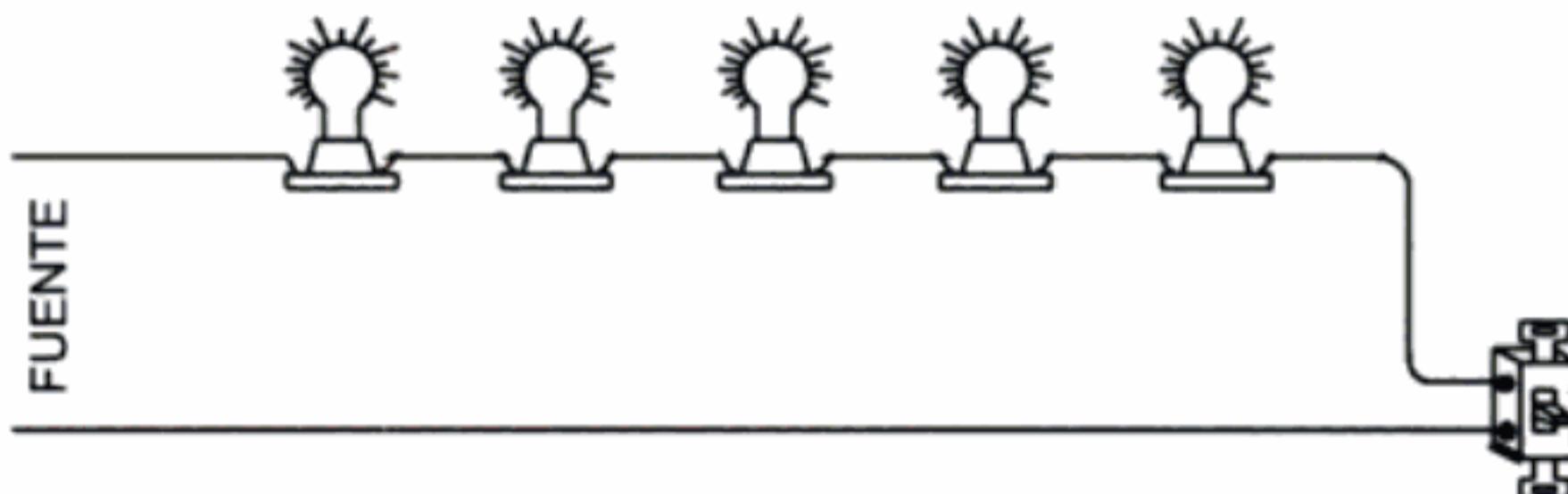


APAGADOR Y CAJA DE CONEXIONES



2.3 EL CIRCUITO SERIE

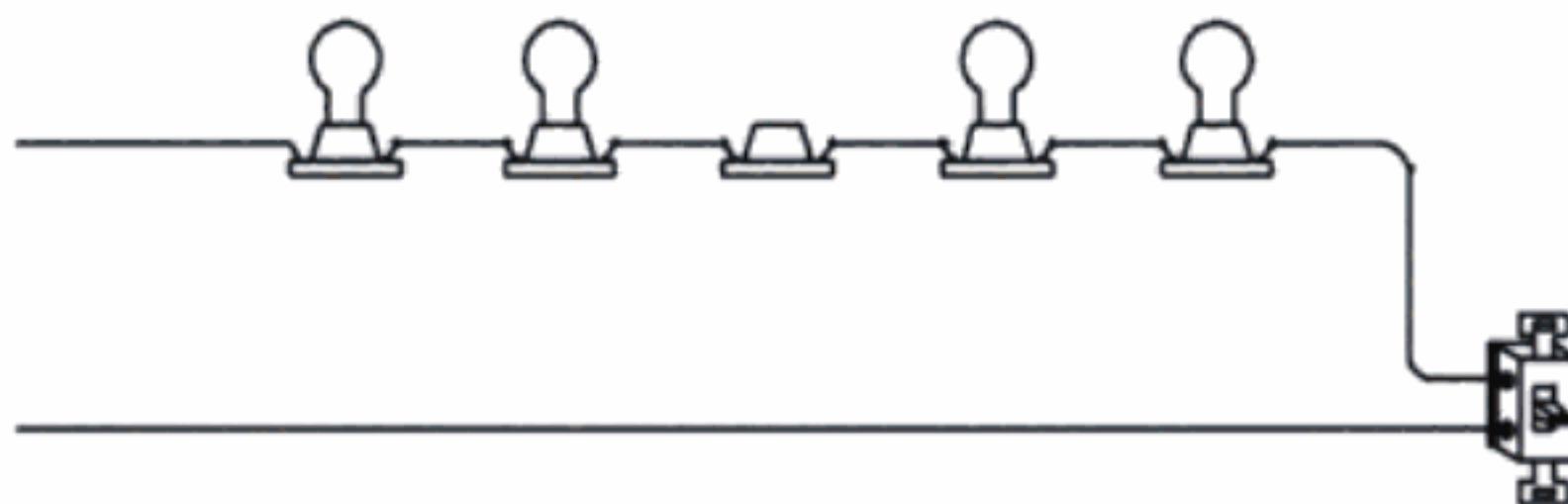
Los circuitos elementales que alimentan a una sola lámpara, aún cuando estén conectadas y controladas por un apagador, representan un caso particular del alambrado de instalaciones eléctricas, pero se pueden presentar con frecuencia otros casos, como por ejemplo el que un apagador controle dos o más lámparas; si se conectan a través de varios sockets o bases para lámpara, como se muestra en la siguiente figura, entonces la conexión se llama **SERIE**.



En esta conexión serie, la corriente circula desde la alimentación a través de una sola dirección o conductor hacia la primera lámpara, segunda lámpara, etcétera, y regresa a través del apagador hacia la fuente, de manera tal que las lámparas deben encender. Esto ocurre si no son demasiadas lámparas y si tienen el mismo tamaño y con el voltaje apropiado. La desventaja de esta conexión es que aún cuando todas las lámparas estén en buen estado, si la corriente no es suficiente, al depender ésta de la resistencia total, pueden haber algunas lámparas en las que el valor de la corriente no permita

suficiente calentamiento del filamento de la lámpara y, en consecuencia, su brillantez puede ser baja o en definitiva no encender.

También en esta conexión, si por alguna razón se retira cualquier lámpara de su base o se quema el filamento, se interrumpe la circulación de la corriente, y esta es una de las desventajas de la conexión serie.



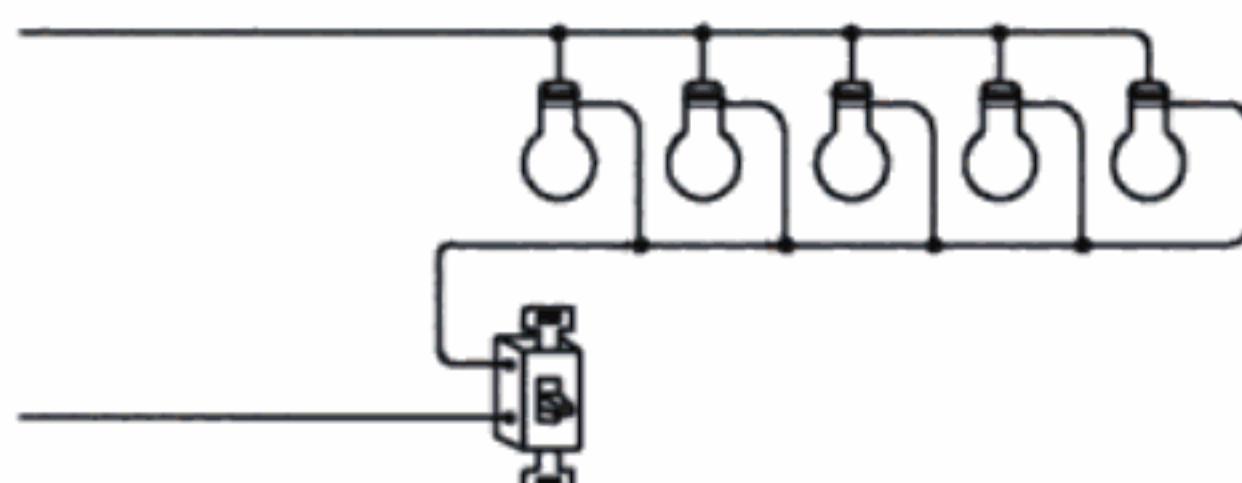
EN UN CIRCUITO SERIE,
CUANDO UNA LÁMPARA FALLA LAS OTRAS SE APAGAN

Al interrumpir el paso de corriente por la desconexión de una lámpara, equivale a desconectar el circuito con el apagador y esta es una de las razones por las que la conexión serie resulta impráctica.



2.4 EL CIRCUITO PARALELO

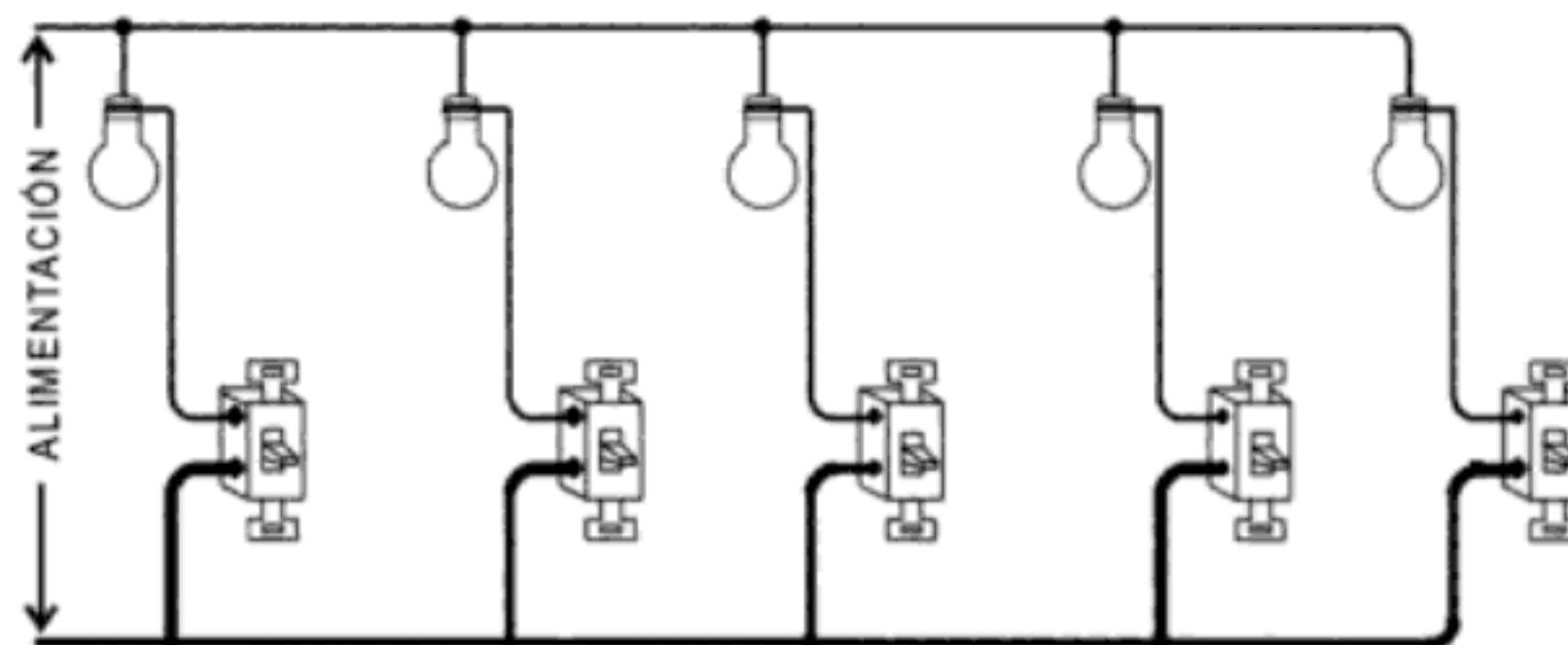
La conexión más común en las instalaciones eléctricas es la denominada **PARALELO**, en ésta, cuando una lámpara se funde o es removida, la corriente a cada una de las otras lámparas puede ser conservada en forma independiente del número de lámparas que sean.



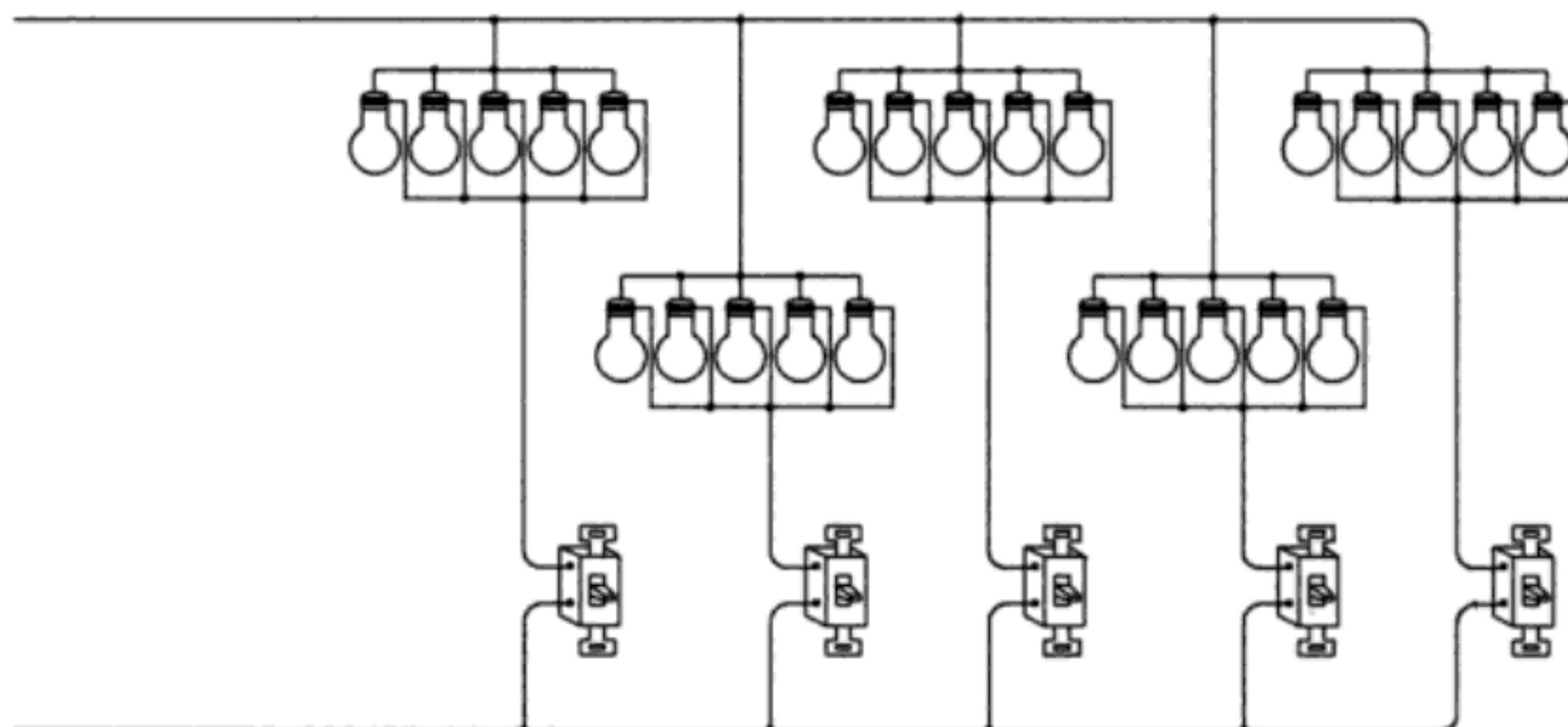
Un circuito en donde varias lámparas en paralelo son controladas por un sólo apagador, puede tener aplicación para controlar el alumbrado de grandes

áreas o en granjas, pero en una casa habitación nunca se controlan todas las lámparas por un sólo apagador.

En la práctica es igual de sencillo alambrar o instalar cualquier número de bases (sockets) con apagadores separados, en la figura siguiente se muestra esta conexión con un apagador por lámpara.

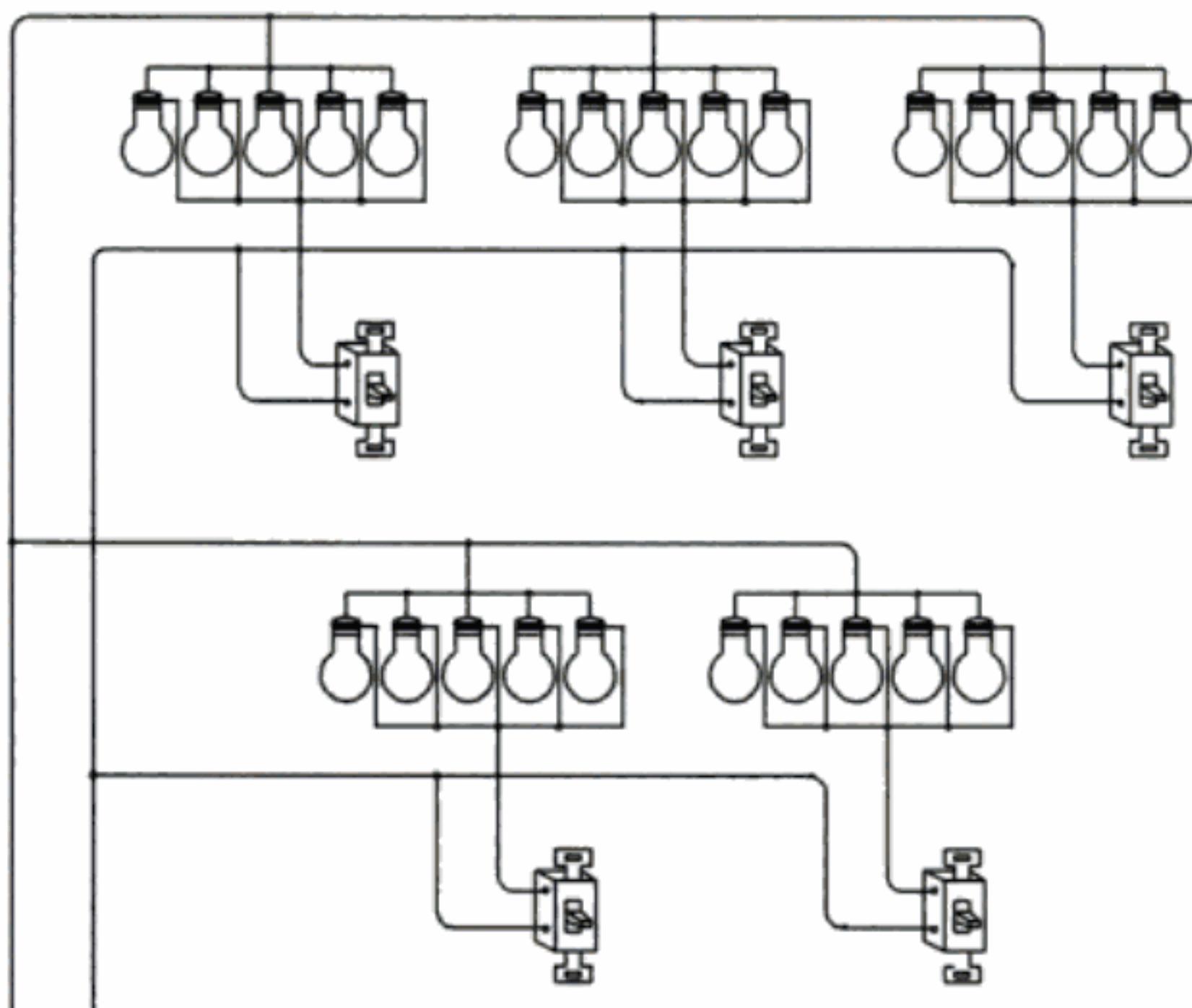


En forma semejante a esta conexión, si en lugar de cada lámpara se tiene un grupo de lámparas, entonces, cada apagador podrá controlar un grupo de lámparas, como se muestra en la siguiente figura:



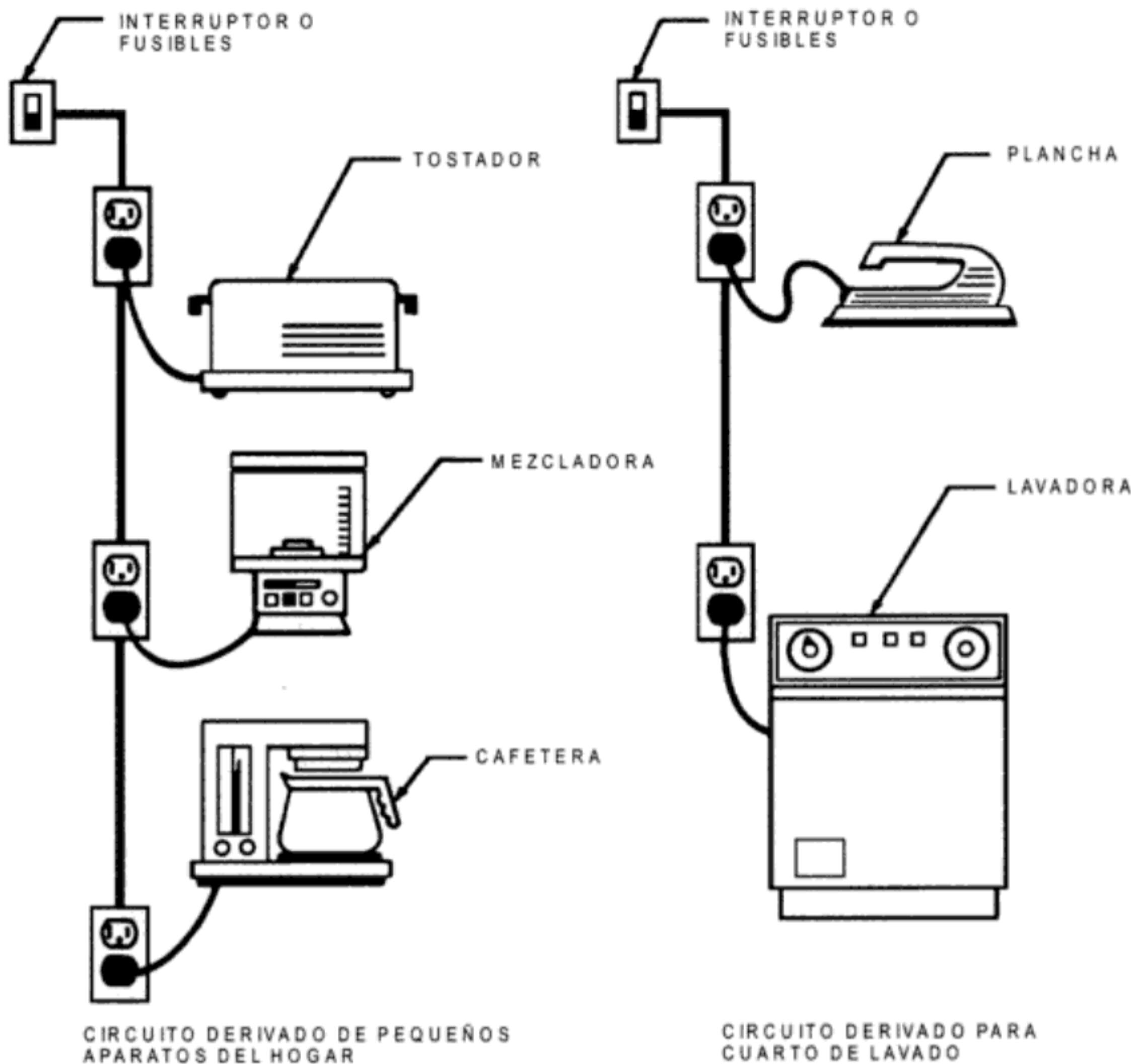
Una variante de esta conexión, que se usa principalmente en las instalaciones eléctricas comerciales o industriales, es la siguiente:

ESTA ES UNA VARIANTE DE CONEXIÓN DE CADA APAGADOR QUE CONTROLA UN GRUPO DE CINCO LÁMPARAS



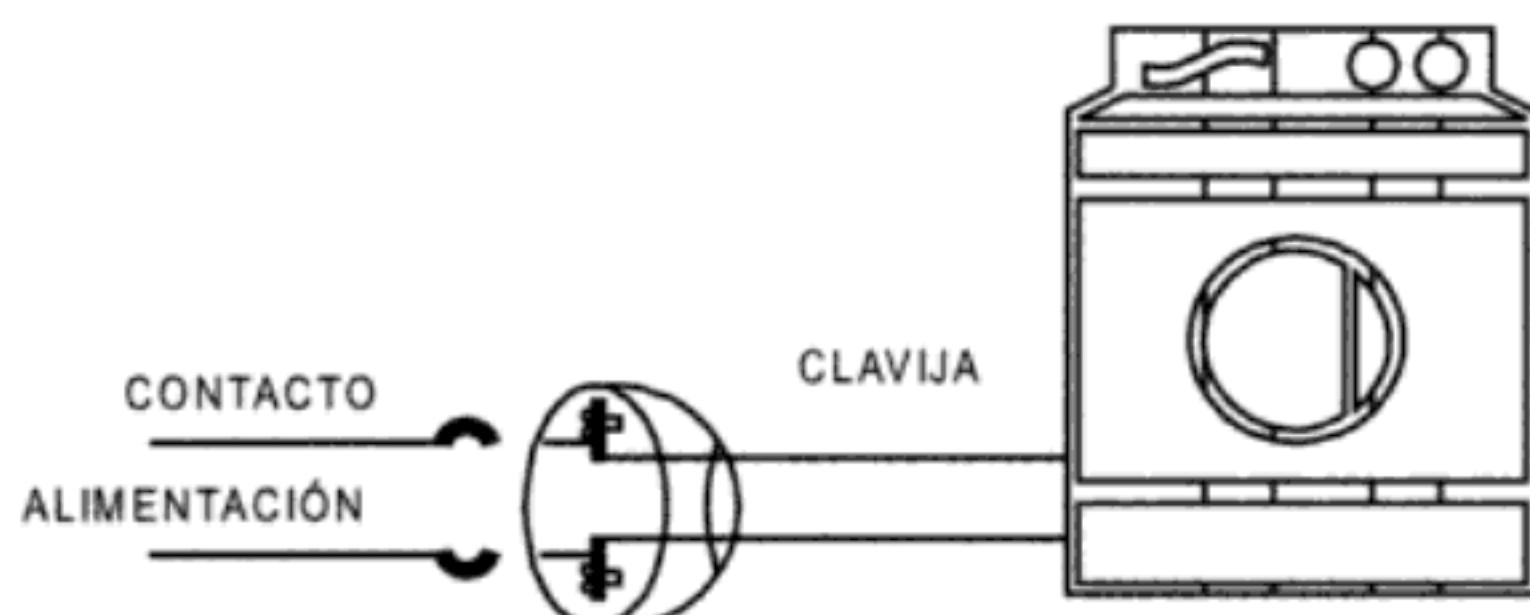
2.5 LOS CONTACTOS O TOMAS DE CORRIENTE

Existe un número importante de aparatos del hogar que son de tipo portátil, como por ejemplo: lámparas de mesa, tostadores, licuadoras, radios, equipos modulares, computadoras, impresoras, etcétera, estos aparatos conectados a estos "**contactos**" o "**tomas de corriente**" se encuentran también conectados en paralelo desde el punto de vista de los circuitos.



ALGUNOS TIPOS DE CIRCUITOS DERIVADOS

La idea básica de los contactos es la de un par de **contactos metálicos**, cada uno conectado a cada uno de los alambres de la alimentación. Se alimenta a los aparatos por medio de clavijas que al entrar en contacto con el primer par cierran el circuito y pasa la corriente eléctrica a través de ellos. En la figura siguiente, se muestra el concepto elemental de **contacto sencillo**, llamado así porque sólo tiene un par de contactos.

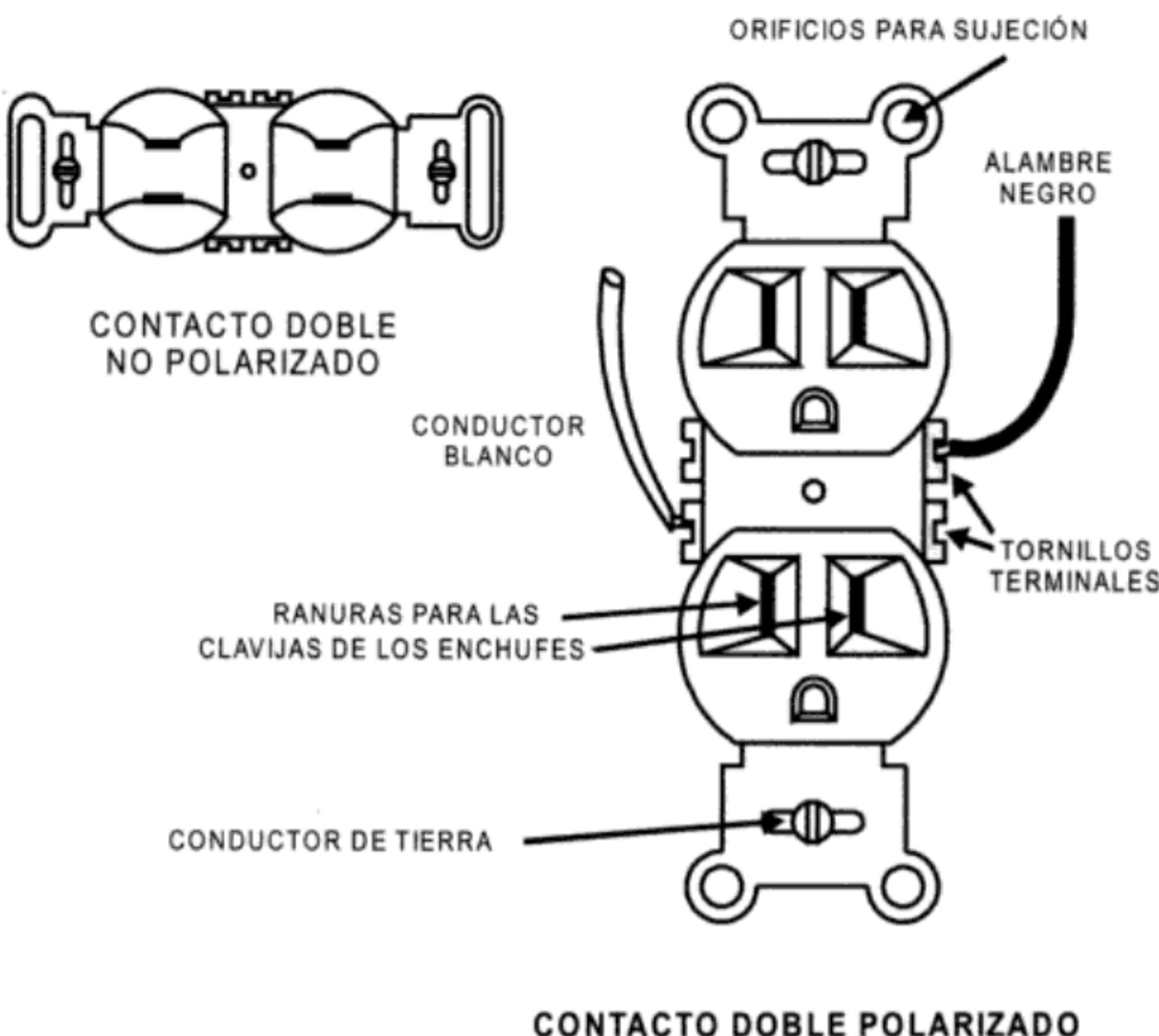


PRINCIPIO BÁSICO DEL CONTACTO

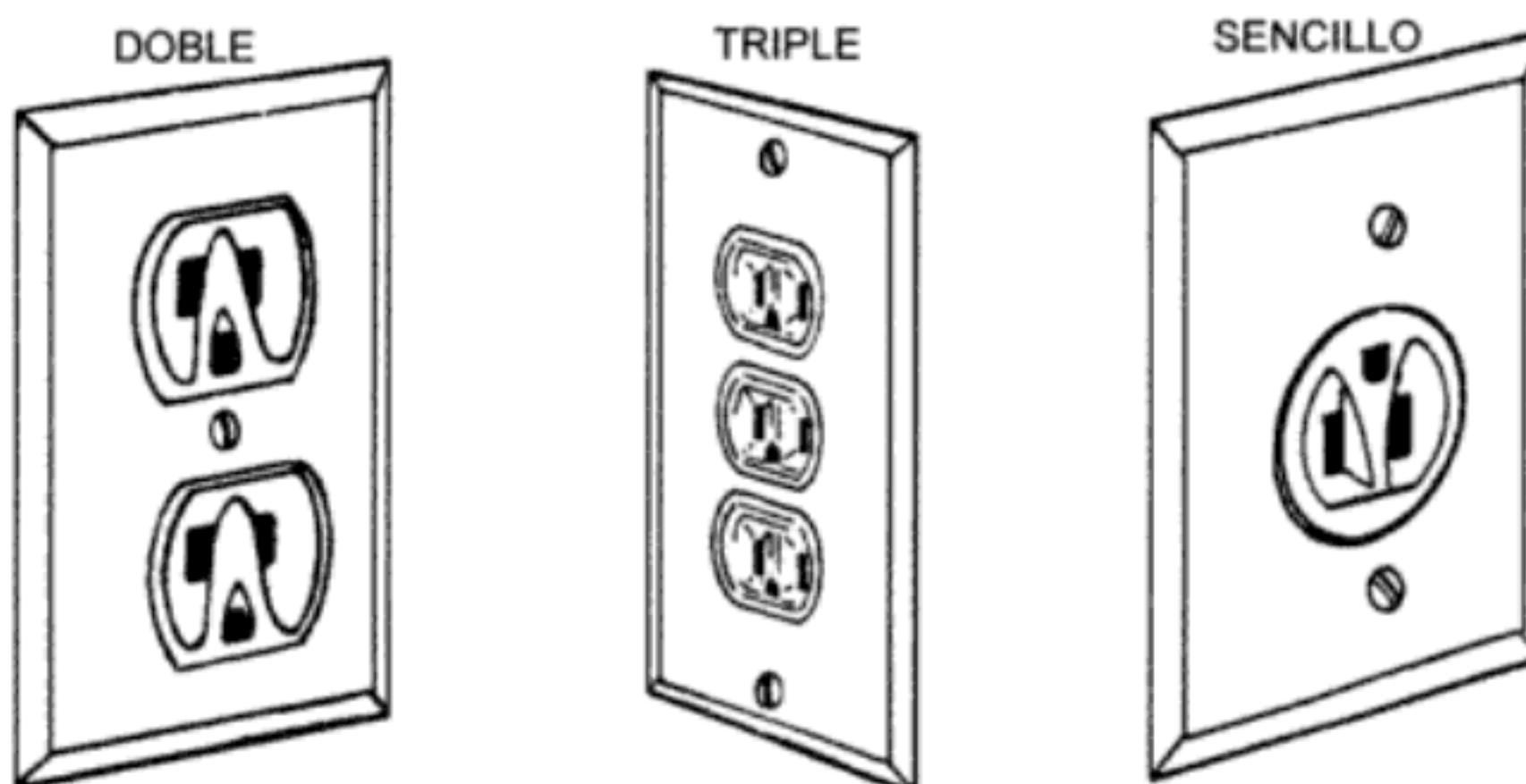
El contacto es entonces una componente diseñada para acomodar una clavija para entregar potencia a alguna componente eléctrica o aparato. Se puede montar en muro en forma embebida, sobrepuerta o en una caja eléctrica metálica o plástica para montaje sobrepuerto. En algunas ocasiones, el contacto es de dos terminales y el cordón clavija del aparato de tres, en estos casos se debe usar un adaptador de tres o dos terminales.

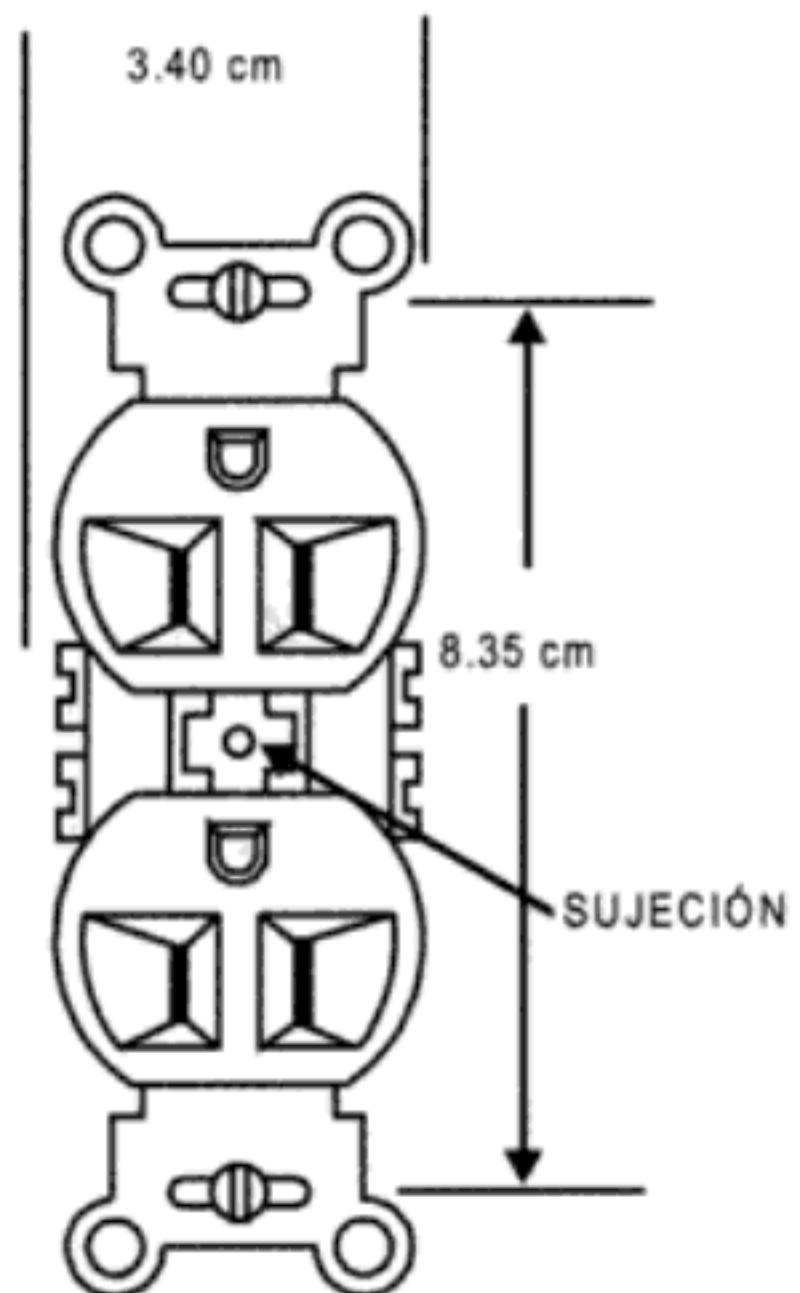
El contacto de dos terminales ha sido durante mucho tiempo el tipo más usado, pero se **ha sustituido gradualmente por el de tres terminales, que permite la conexión a tierra.**

Las conexiones se hacen generalmente a base de tornillos. Una variante de construcción es el uso de los contactos dobles, que no es más que la presencia de dos contactos en un mismo cuerpo y que pueden tener dos o tres terminales, según se trate de clavijas polarizadas o no polarizadas (con dos o con tres terminales).

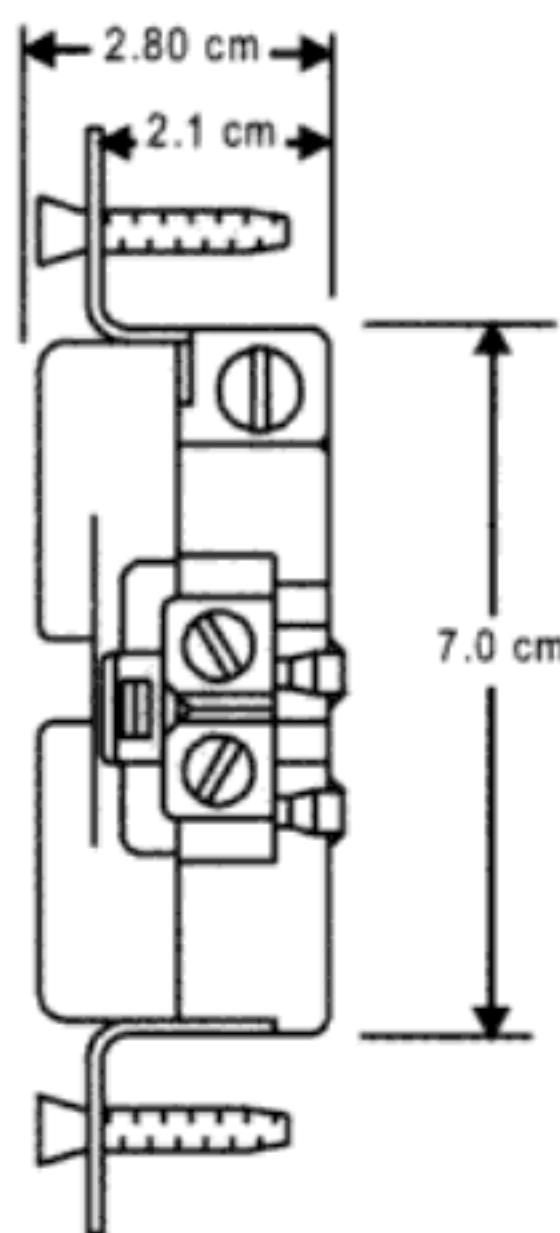


TIPOS DE CONTACTO



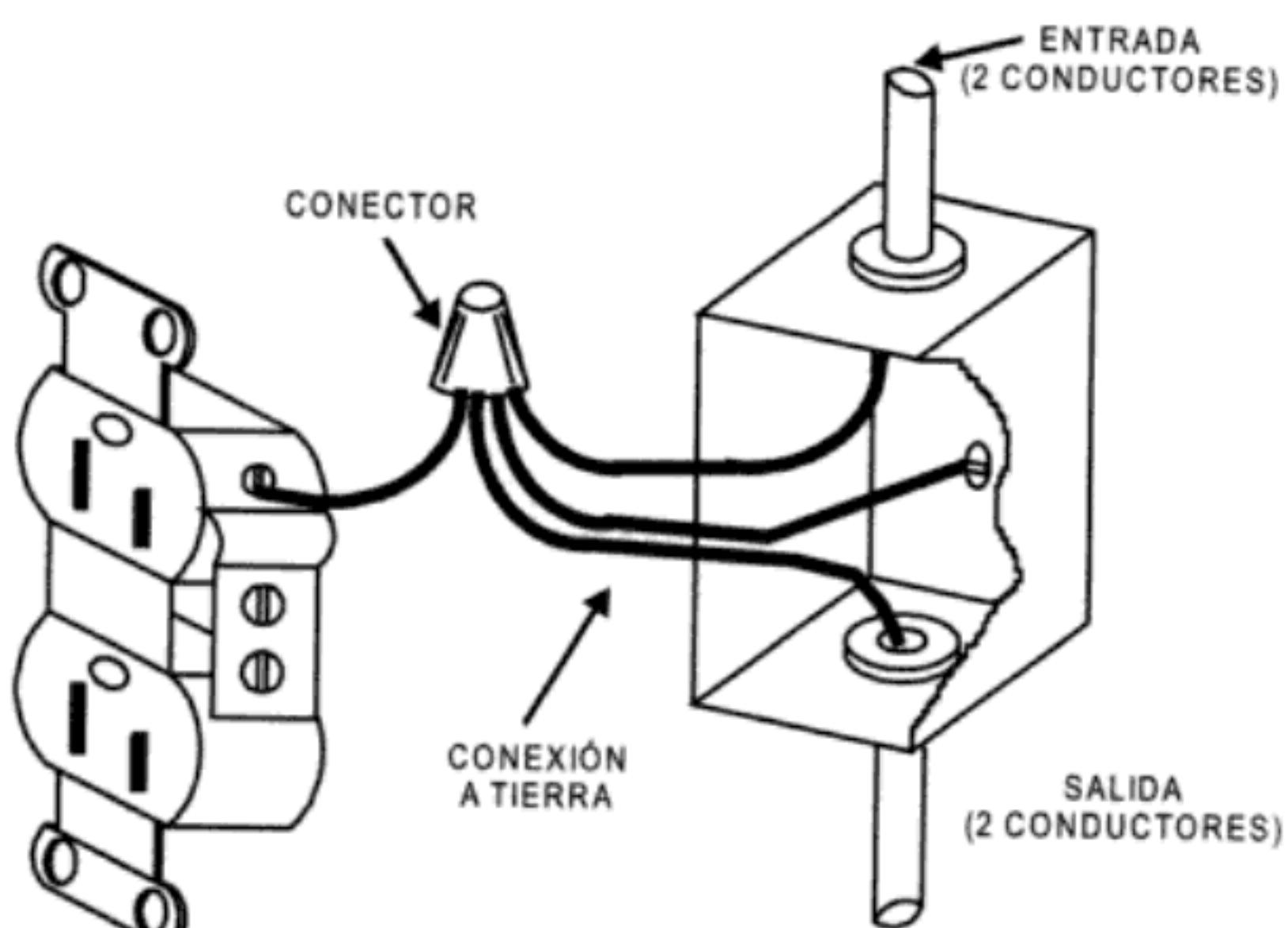


VISTA FRONTAL

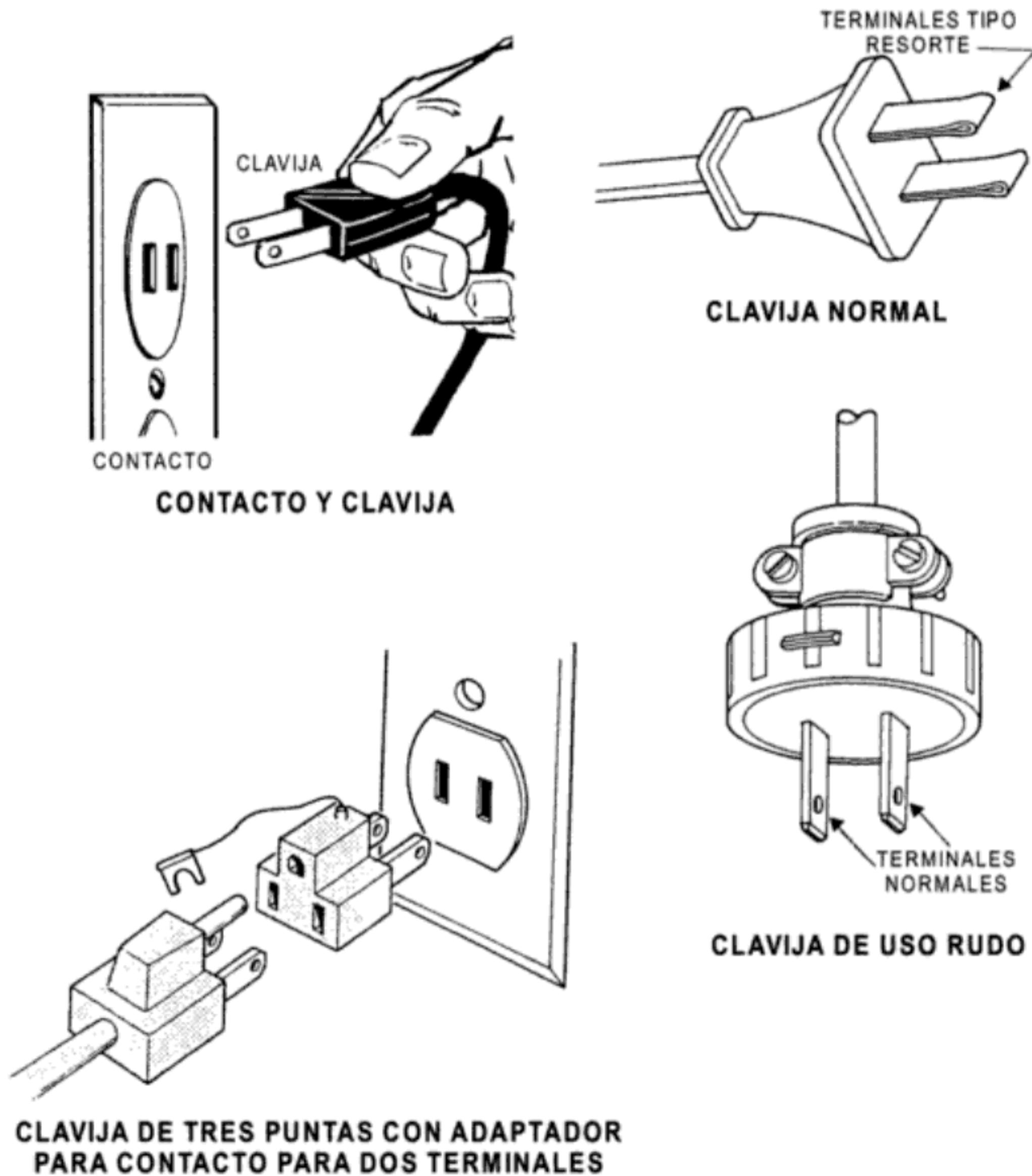


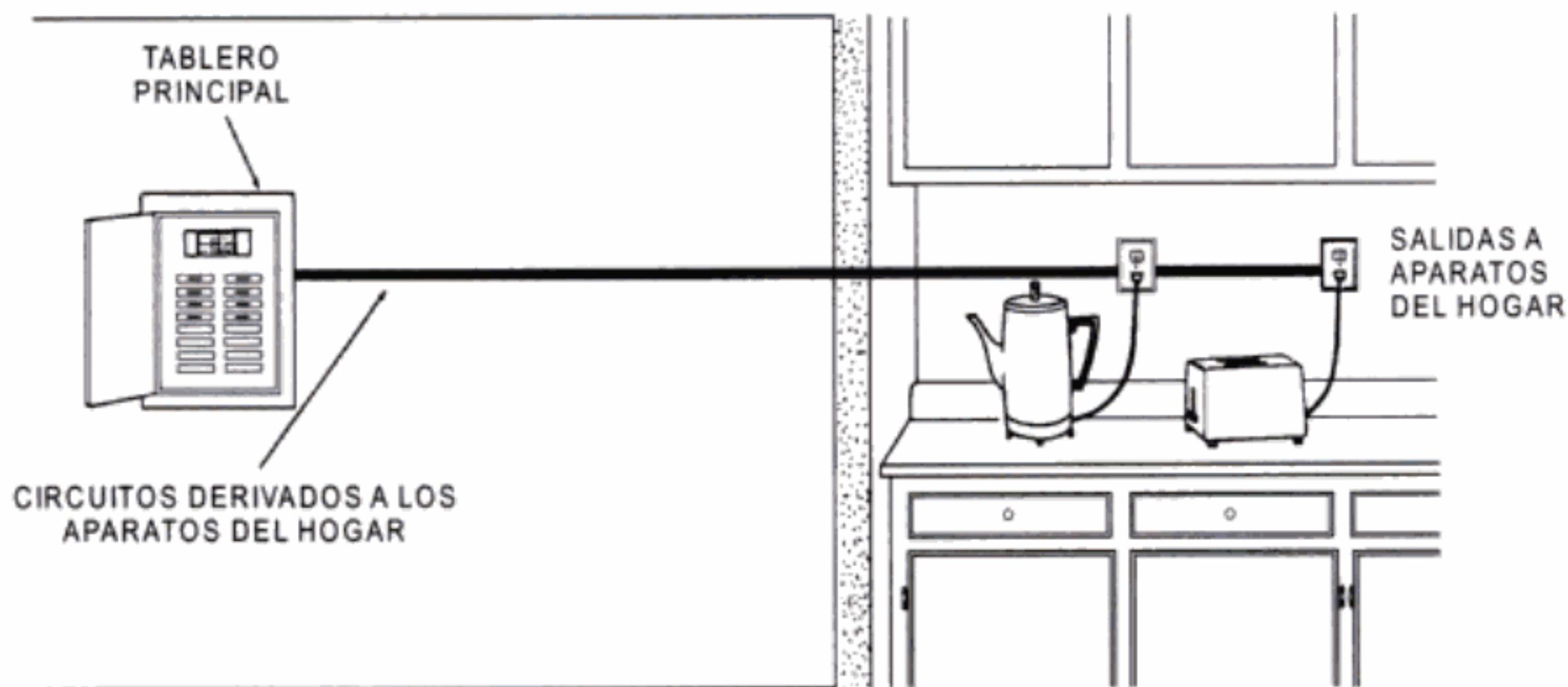
VISTA LATERAL

DIMENSIONES APROXIMADAS DE UN CONTACTO DOBLE

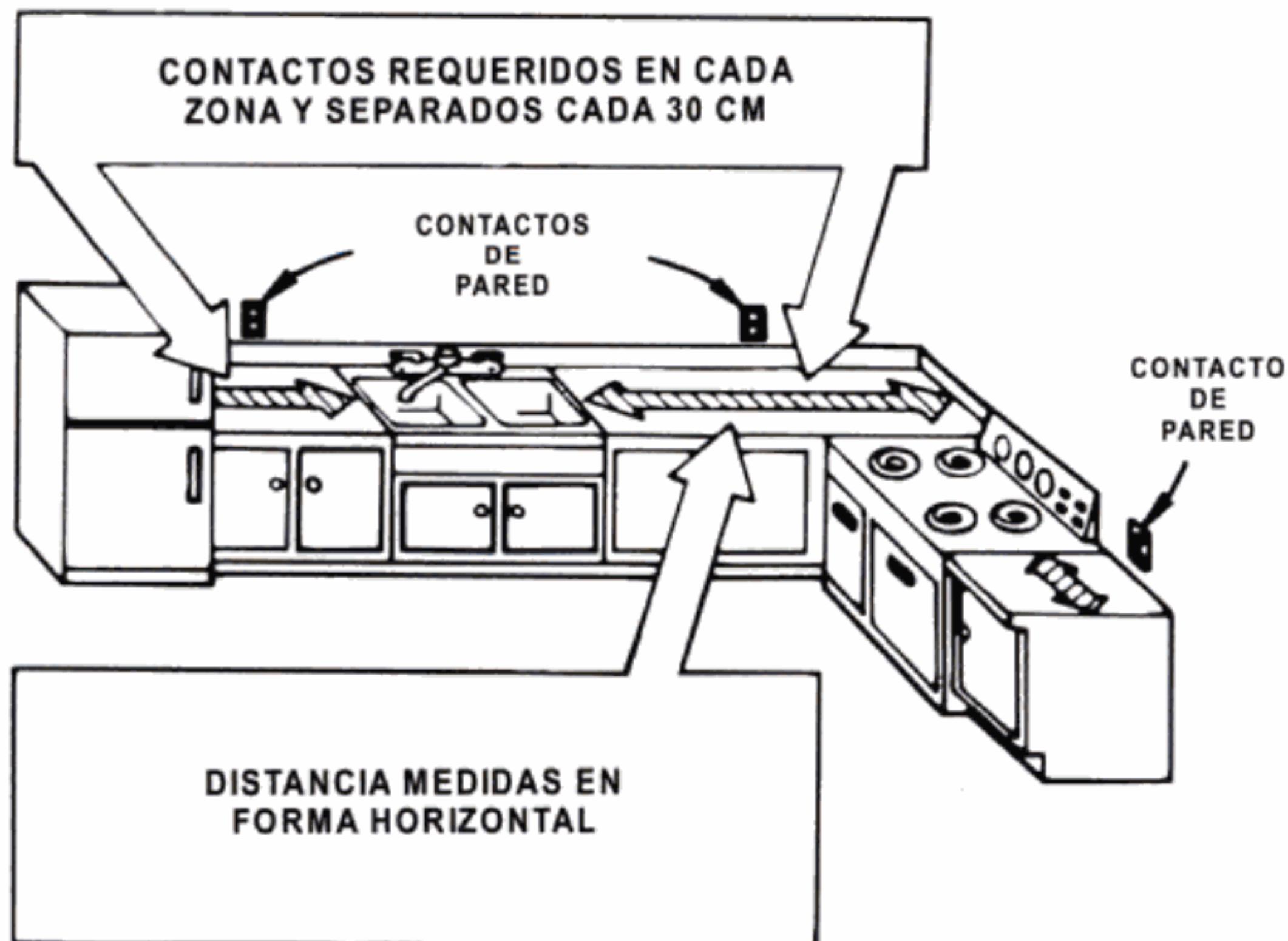


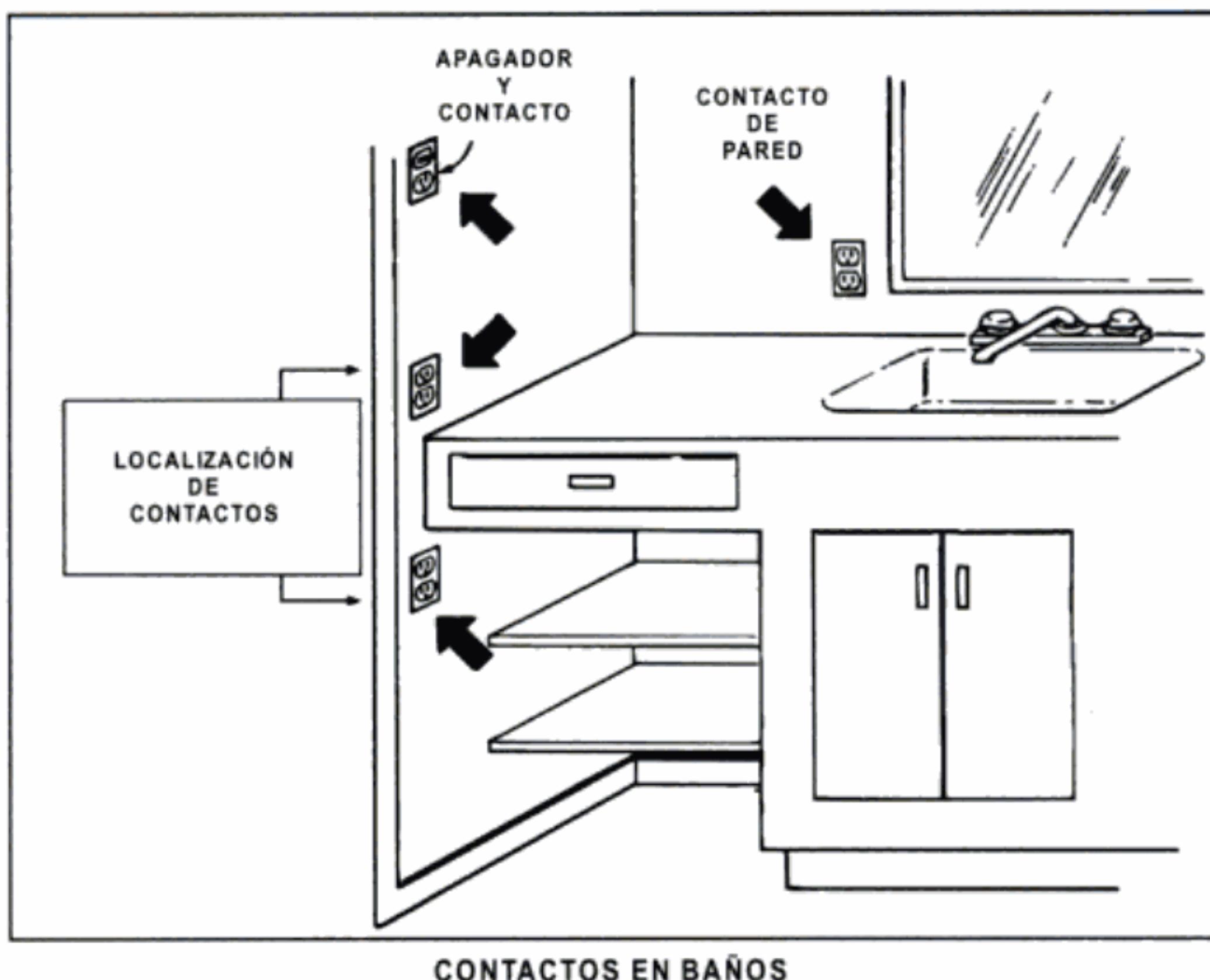
CONEXIÓN DEL CONTACTO DOBLE MOSTRANDO TIERRA





APLICACIONES DE CONTACTOS A LA ALIMENTACIÓN DE APARATOS DEL HOGAR





2.6 LOS CONTACTOS CON SUPRESIÓN DE ONDAS

Existen algunos equipos o aparatos como es el caso de las computadoras personales, los procesadores de palabras y en general equipo electrónico, que se ven severamente afectados por las ondas transitorias de voltaje. En el caso de las computadoras o equipos de procesamiento, estas ondas transitorias pueden producir una pérdida permanente de datos o inclusive daños mayores, hasta el punto de incapacitar a las computadoras, a los procesadores de palabras o a los drives de los discos.

Muchos supresores de onda son dispositivos externos que se enchufan en una salida estándar de C.A. Hay otro tipo, uno más permanente que tiene un margen de seguridad mayor y que es el contacto con supresor de ondas.

Estos contactos con supresor de ondas se suministran en dos tipos: **uno de tipo sencillo y otro con lámpara indicadora de potencia**, que permite

verificar instantáneamente si la potencia está disponible en el contacto y si el circuito de supresión es funcional. Si la lámpara se apaga, significa que la potencia se ha interrumpido, o bien, que la sección supresora de ondas transitorias ha sido dañada. Algunas veces tienen también una alarma sonora que suena cuando la protección de onda no funciona más y se mantiene así hasta que el contacto se reemplaza.

EL CONTROL POR MEDIO DE APAGADORES

Existen circuitos en las instalaciones eléctricas en los que se deben ejercer ciertas acciones de control por medio de los apagadores o switch, por ejemplo, para controlar una lámpara de techo, para encender o apagar lámparas desde la parte alta o baja de las escaleras, para controlar lámparas en garajes, entradas de casas, etcétera, o bien, para controlar determinados contactos. Algunos de estos casos se presentan a continuación:

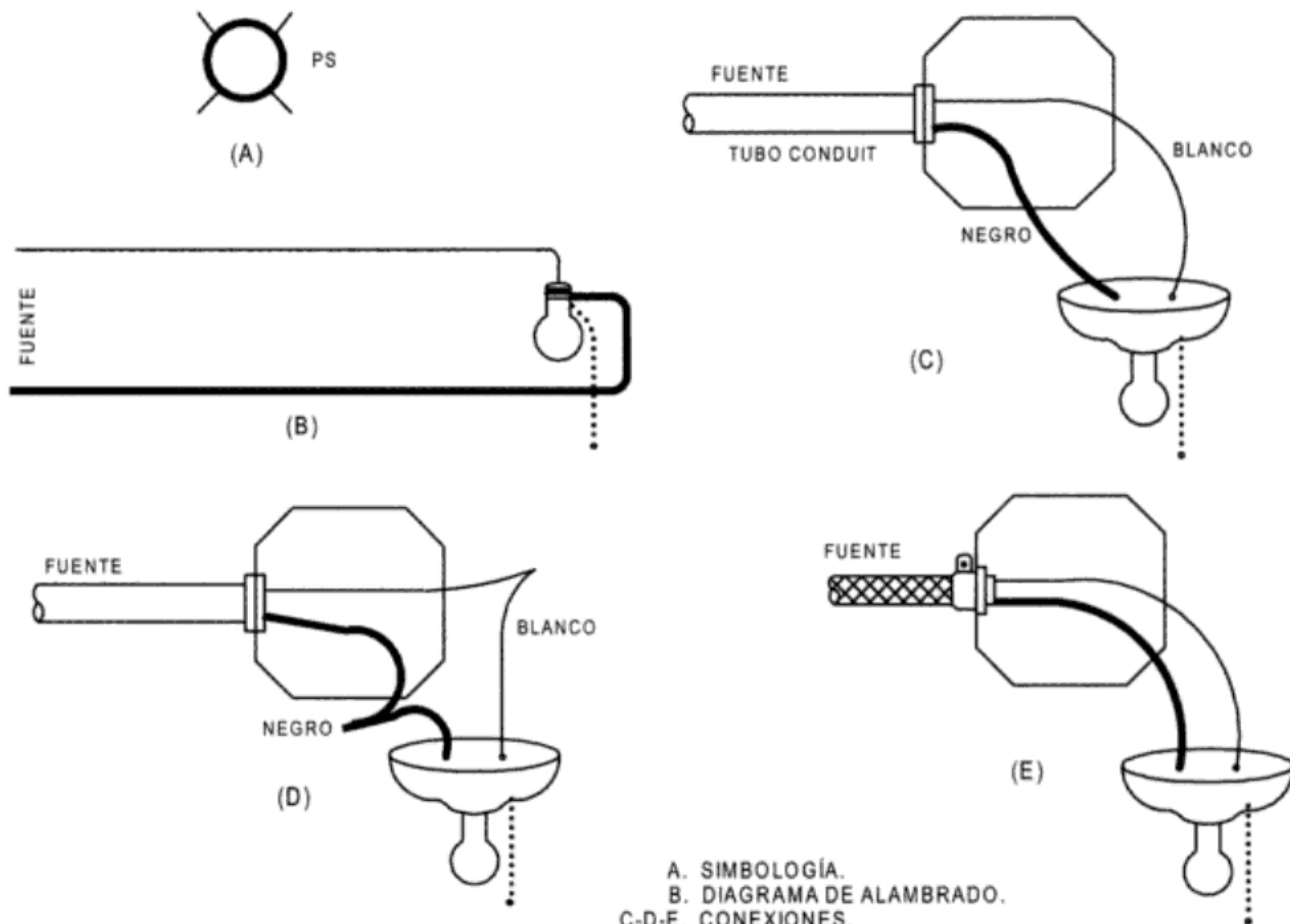
CONTROLES CON CABLE DE DOS CONDUCTORES

Se puede analizar el control eléctrico de la salida a lámparas o contactos por medio de apagadores **DENTRO-FUERA (ON-OFF)**. Esto puede significar cualquier cosa, desde actuar sobre una rama completa hasta actuar con un apagador sobre un contacto o una lámpara en un circuito. A continuación, se cubrirán la mayoría de posibilidades usando cables de control de dos conductores para los circuitos de control y, posteriormente, el control usando cable de tres conductores.

APAGADOR EN EL CONDUCTOR VIVO CONTRA APAGADOR EN EL LAZO O MALLA

Supóngase que tiene una salida para lámpara de techo en un circuito derivado. La pregunta es: **¿Cómo se podría operar el control ON-OFF de la lámpara?** Se podría alambrar con dos conductores en forma permanente y usar un apagador del tipo cadena (ON-OFF) fijo a la salida o base de la lámpara. Esto no es tan conveniente como resolver el problema con un apagador de pared, si esta fuera la decisión, es decir, usar un apagador de escalera. Ahora el problema es **¿de qué manera alambrar el apagador?**

Este tipo de solución se adopta para casa habitación, por lo general en cuartos donde se guardan cosas no útiles, en pasillos exteriores y también en cuartos de despensa o para almacenamiento. Esto da como resultado pocos espacios en donde se puede usar el apagador tipo cadena, aún cuando representa la forma más simple de control sobre una lámpara. En la figura siguiente, se muestra la forma de conexión a una salida con conductores al final.

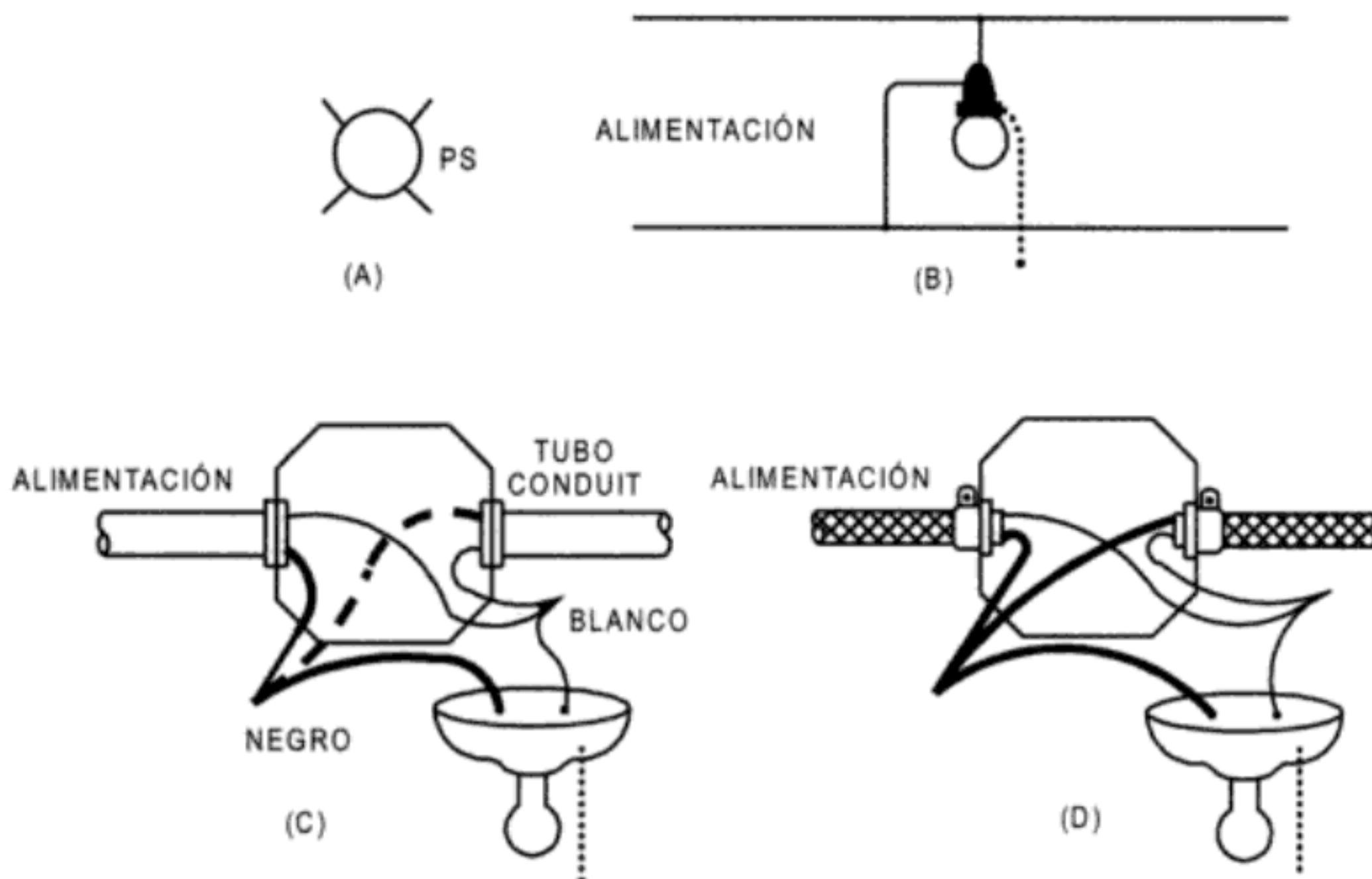


LÁMPARA CONTROLADA POR CADENA E INSTALADA EN EL EXTREMO

LA CONEXIÓN DE UNA SALIDA DE ALUMBRADO CON CONDUCTORES QUE CONTINUAN A UNA SALIDA SIGUIENTE

Si de la primera caja de salida los conductores continúan a una siguiente, no importa qué tipo de elemento se use en la siguiente salida, el único problema es cómo conectar a la primera salida los conductores que se alambran hacia la que sigue; esta combinación, se muestra a continuación:

- A. SIMBOLOGÍA.
 B. DIAGRAMA DE ALAMBRADO.
 C-D. CONEXIONES.



ALIMENTACIÓN A LÁMPARA CON CADENA

LOS APAGADORES (SWITCHES)

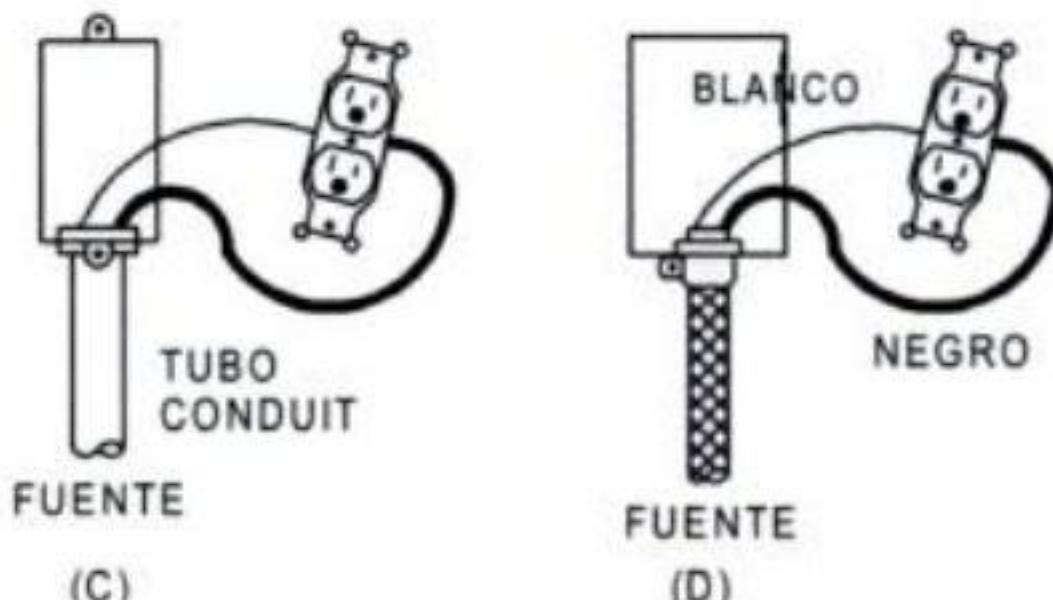
ALAMBRADO DE SALIDAS PARA CONTACTOS

En la figura siguiente, se muestra la forma de alambrado típica para una salida a una caja para contacto doble con posición final o de remate, es decir, sin paso a otra salida para cualquier otra aplicación.

- A. SIMBOLOGÍA.
 B. DIAGRAMA DE ALAMBRADO.
 C-D. CONEXIONES.



El grueso de la línea es para diferenciar línea y neutro

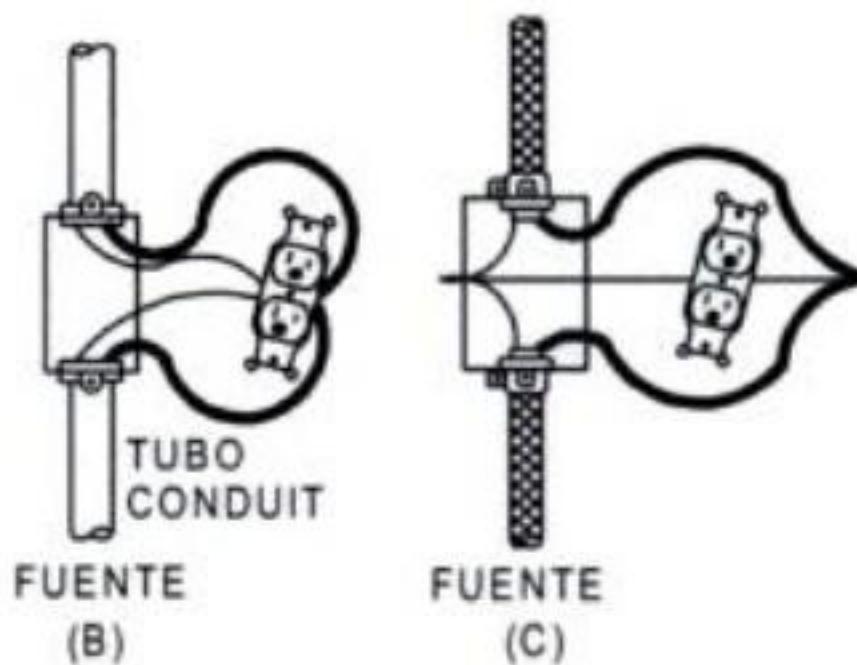
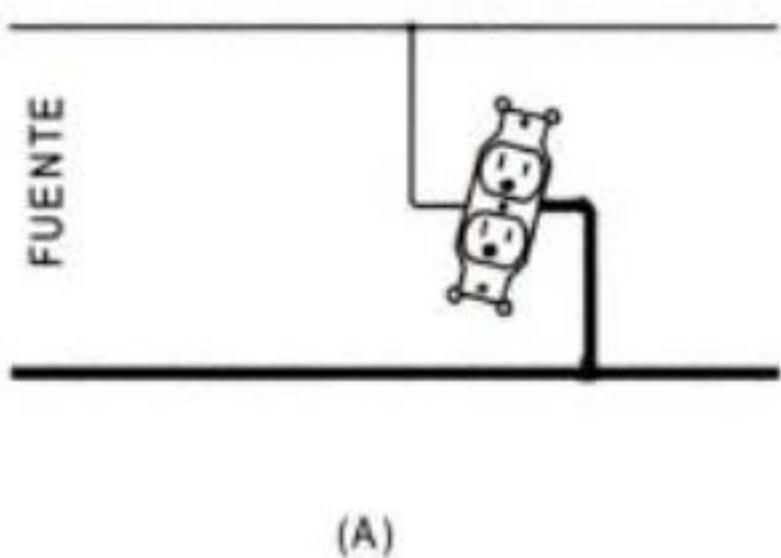


En la ejecución de la instalación se usan distintos colores para los conductores

SALIDA PARA CONTACTOS DOBLES

Salida para contactos con conductores que continúan a otra salida. En las instalaciones eléctricas de cualquier tipo, es bastante común que se conecten varios contactos, o bien, que después de un contacto existan salidas para diferentes aparatos. En estos casos, el alambrado se hace de distinta manera, como se muestra en la siguiente figura:

ESTA ES UNA VARIANTE DE LA CONEXIÓN ANTERIOR

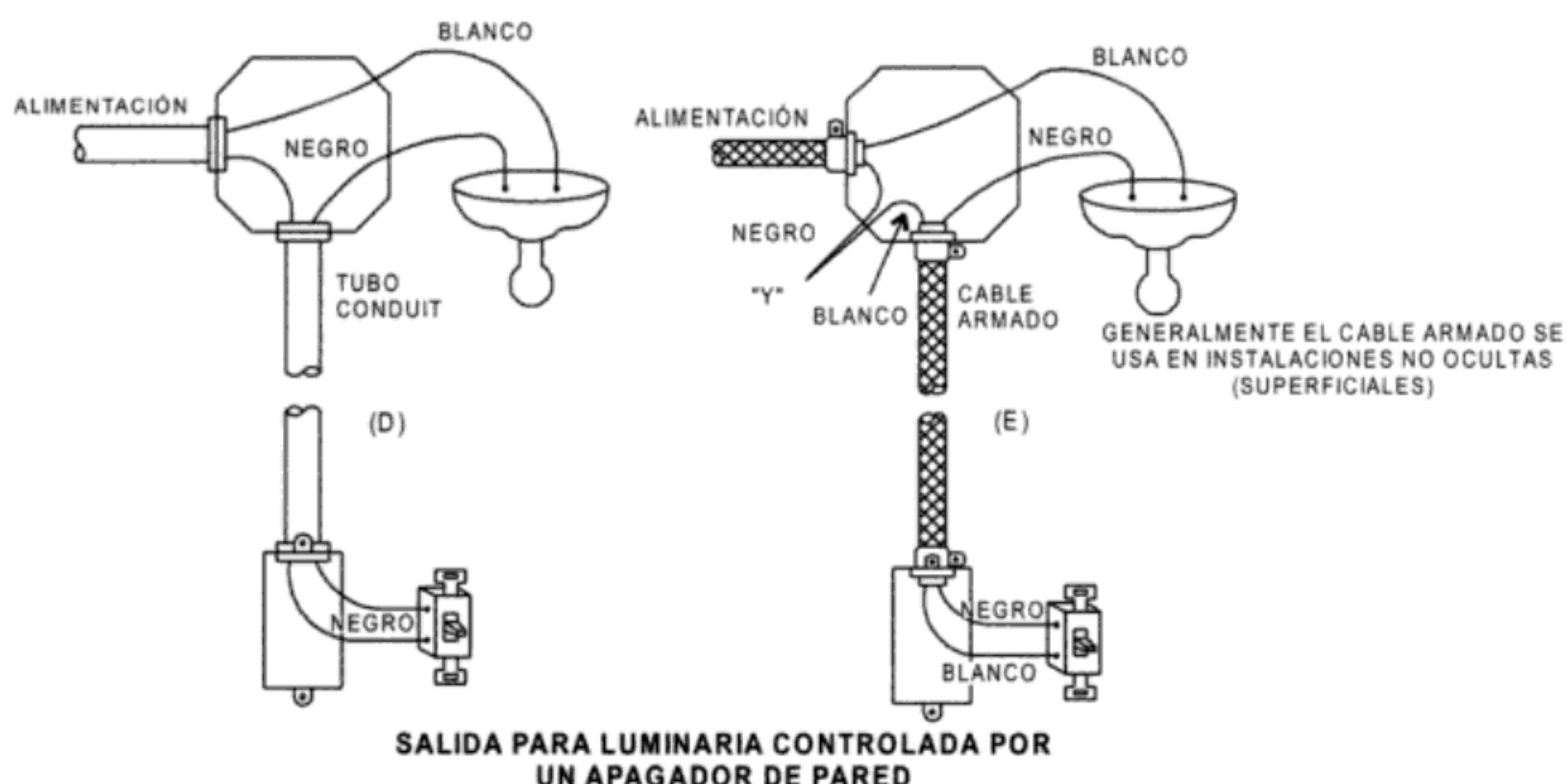
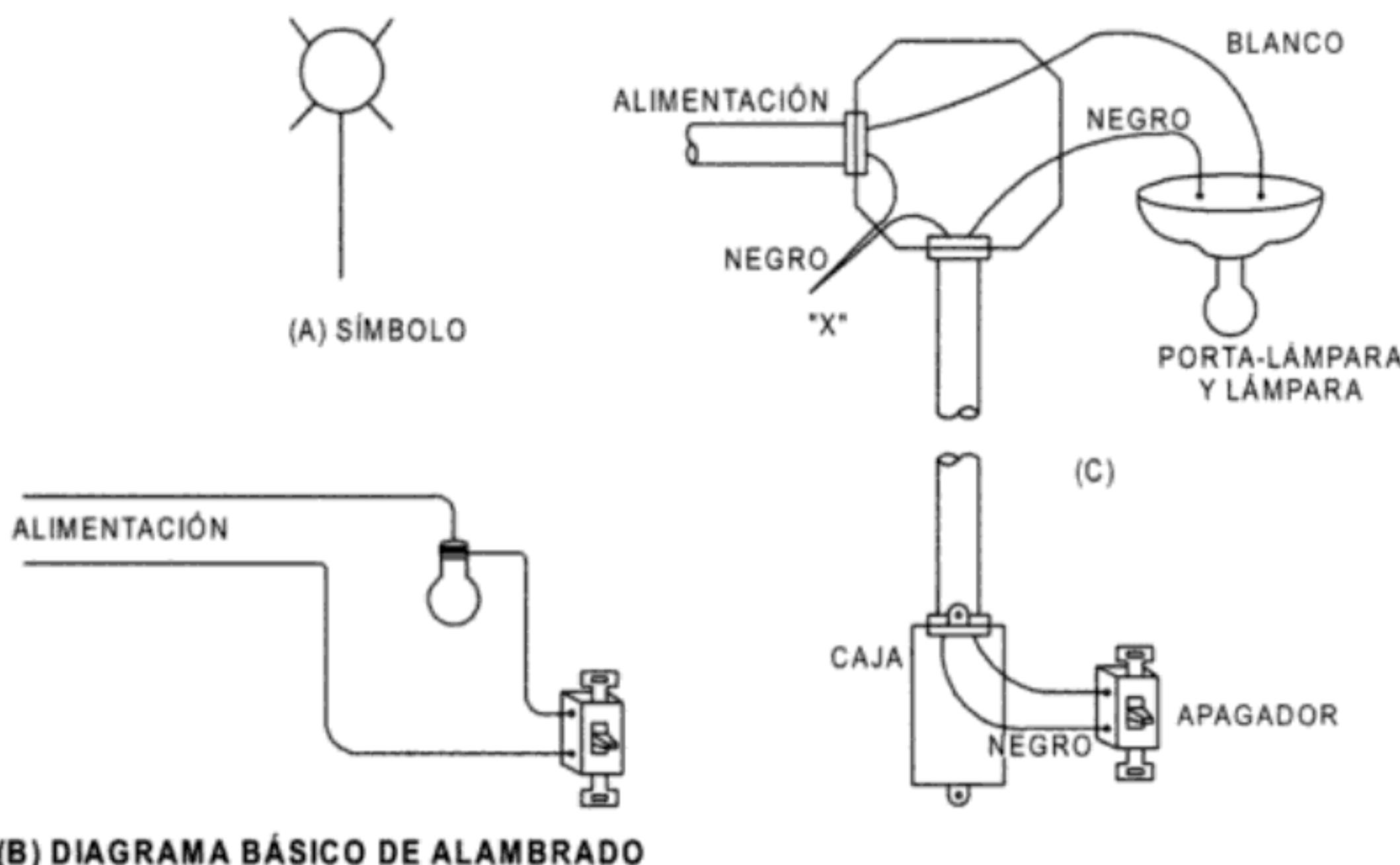


SALIDA DE CONTACTOS CON CONDUCTORES HACIA OTRA SALIDA

LÁMPARA CONTROLADA POR UN APAGADOR DE PARED

Esta es la combinación de las instalaciones eléctricas que es probablemente el circuito más simple y el más sencillo de alambrar. En las figuras siguientes, se muestra el procedimiento con dos opciones para conectar el

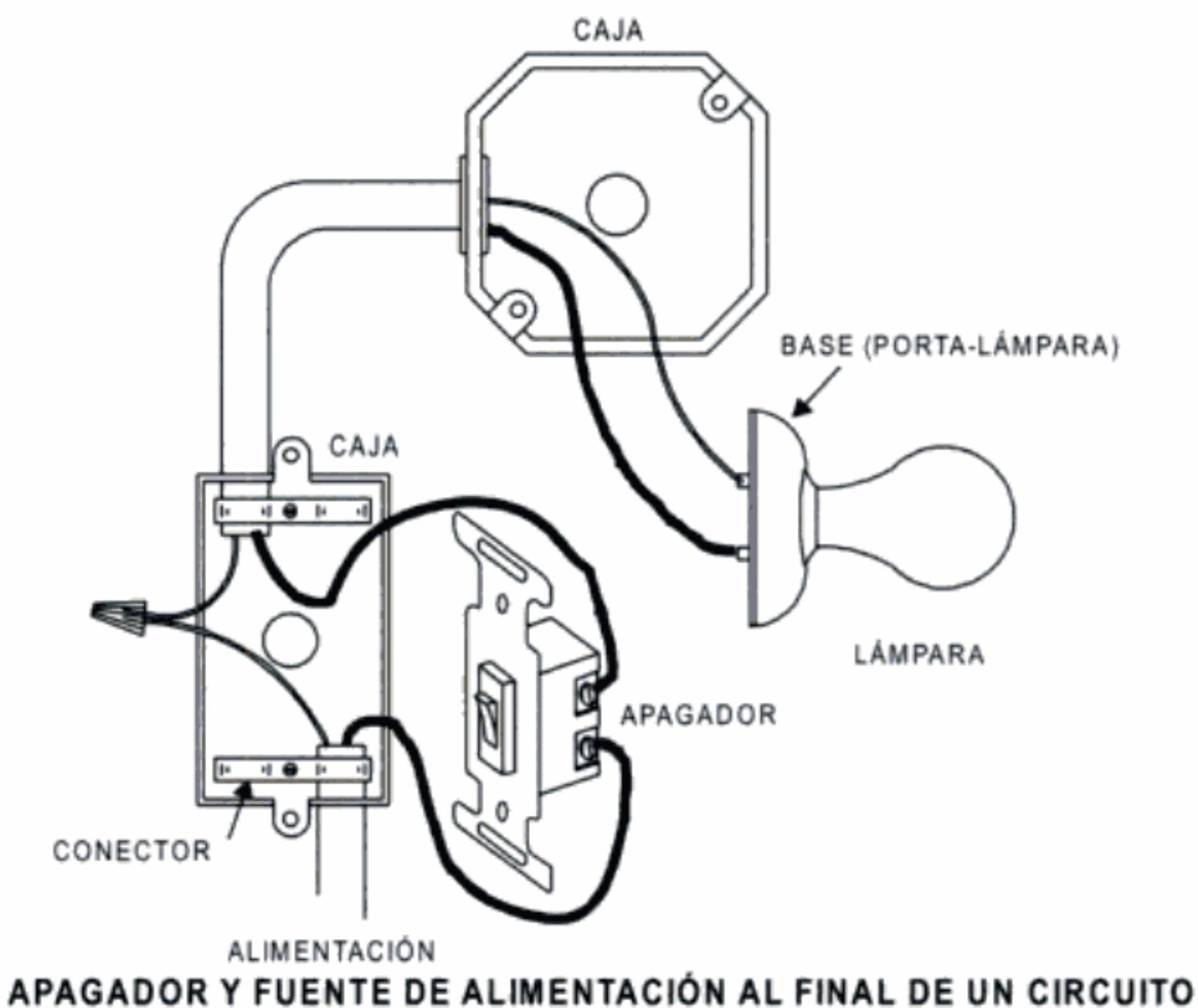
apagador y en las versiones de tubo conduit o con cable armado. **En la primera opción**, se llevan dos conductores negros de caja de salida al apagador y se conectan al mismo. Se conectan los extremos superiores uno al conductor negro desde la fuente y el otro a la luminaria o lámpara.



En la segunda opción (D), se muestra cómo un alambre negro se lleva en forma continua durante toda la trayectoria hasta la caja del apagador, en lugar de estar seccionado en el punto X, como se muestra en (C). En (E) se muestra la ejecución con cable armado o tubo conduit no metálico.

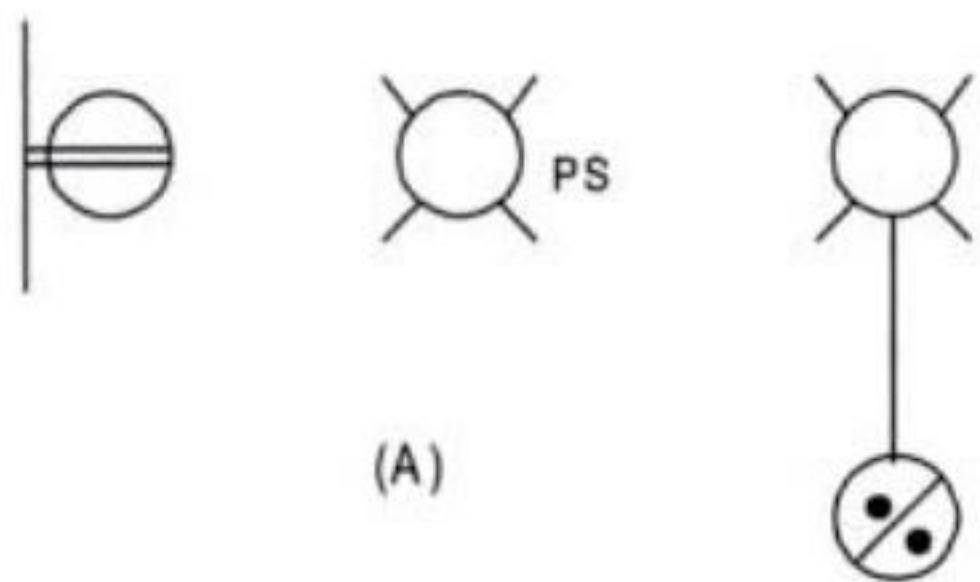
LÁMPARA CONTROLADA POR UN APAGADOR LOCALIZADO ANTES DE LA LÁMPARA

Esta es una variante del caso anterior y se puede alambrar también con dos conductores. Todos los alambres antes de la caja del apagador corresponden esencialmente al caso anterior, como se muestra en la figura siguiente:

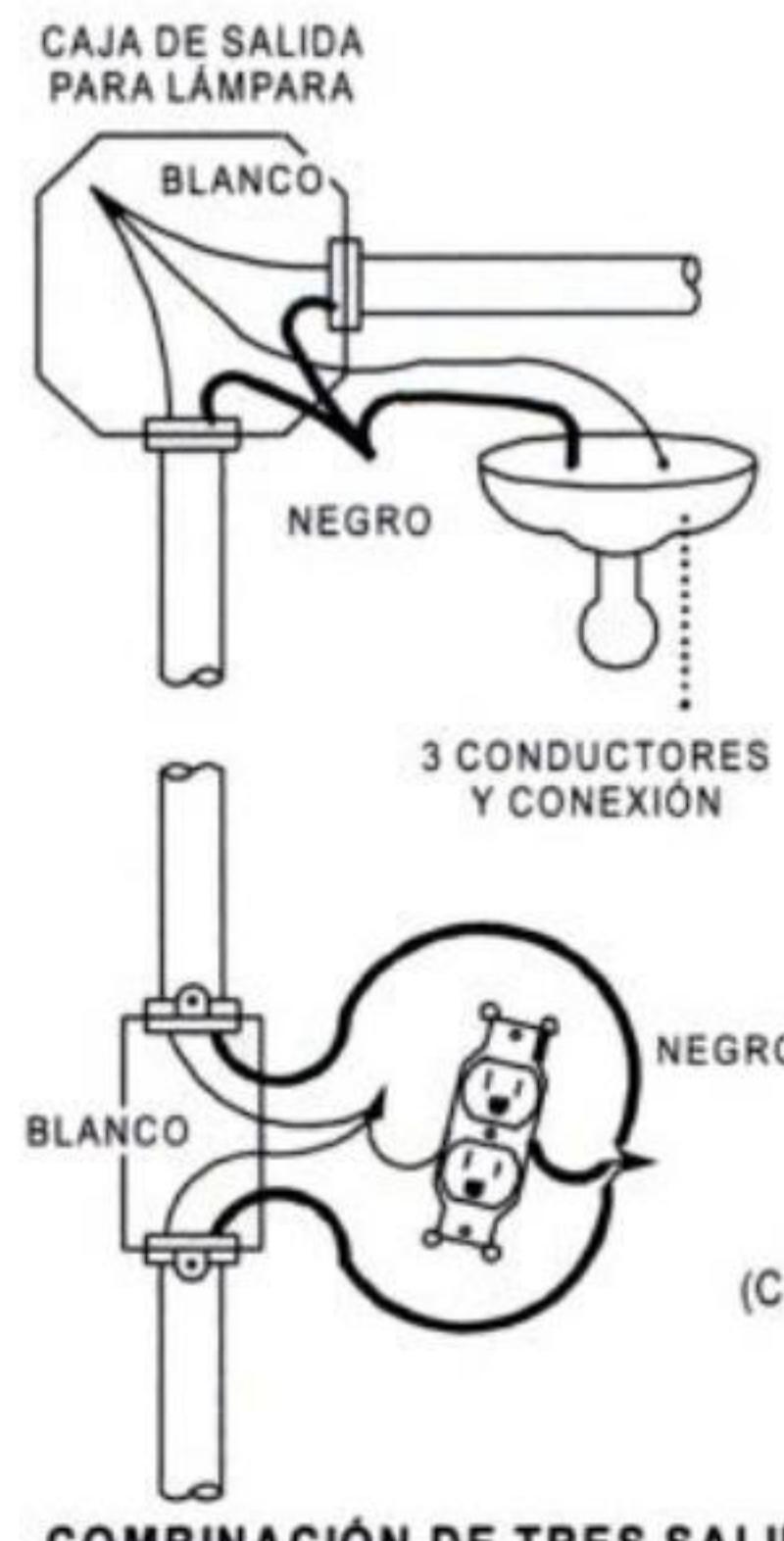
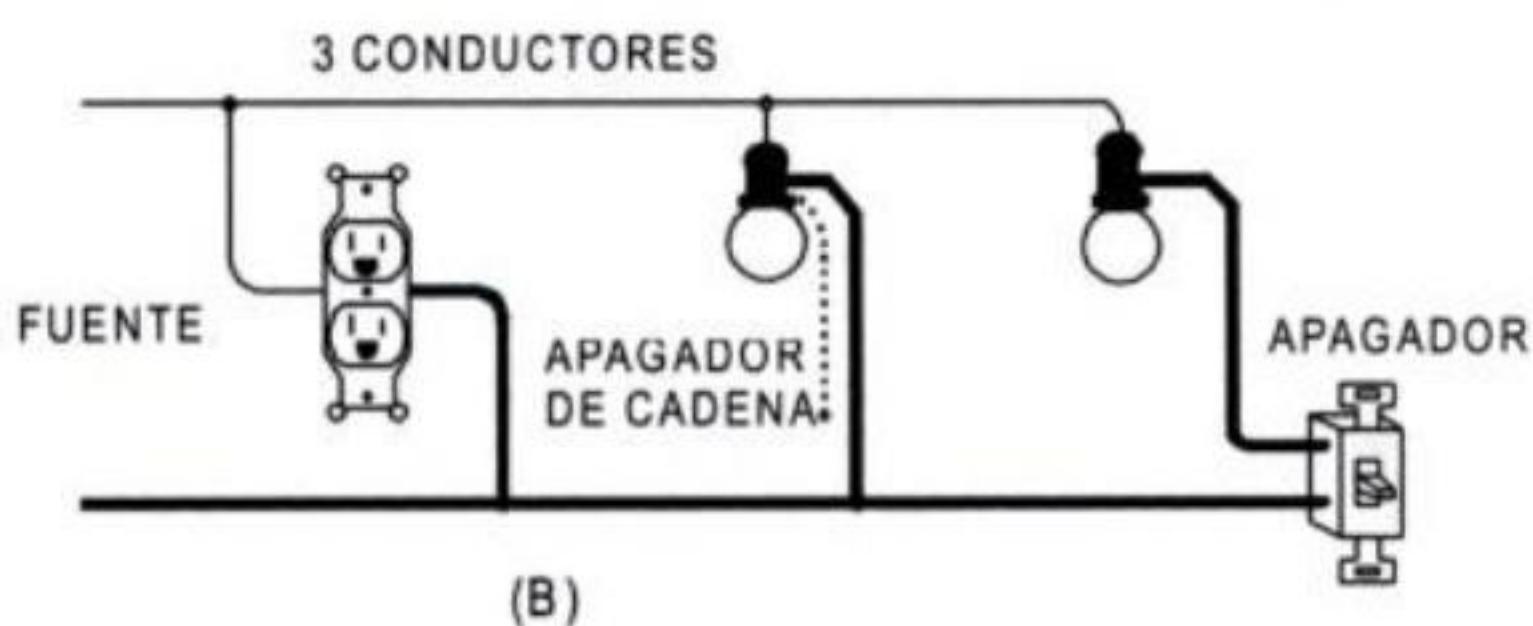


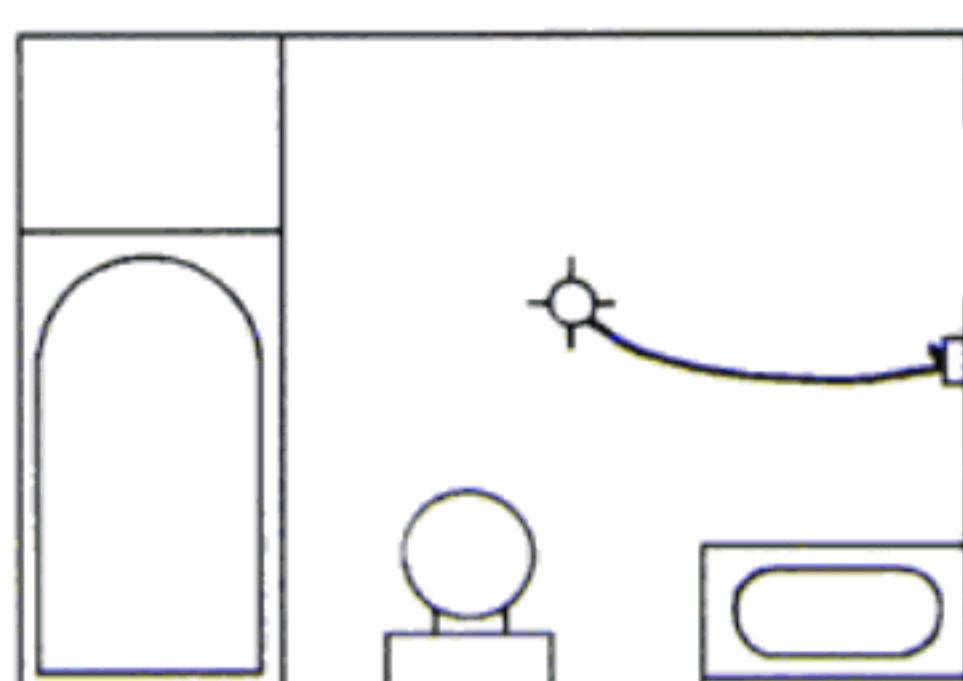
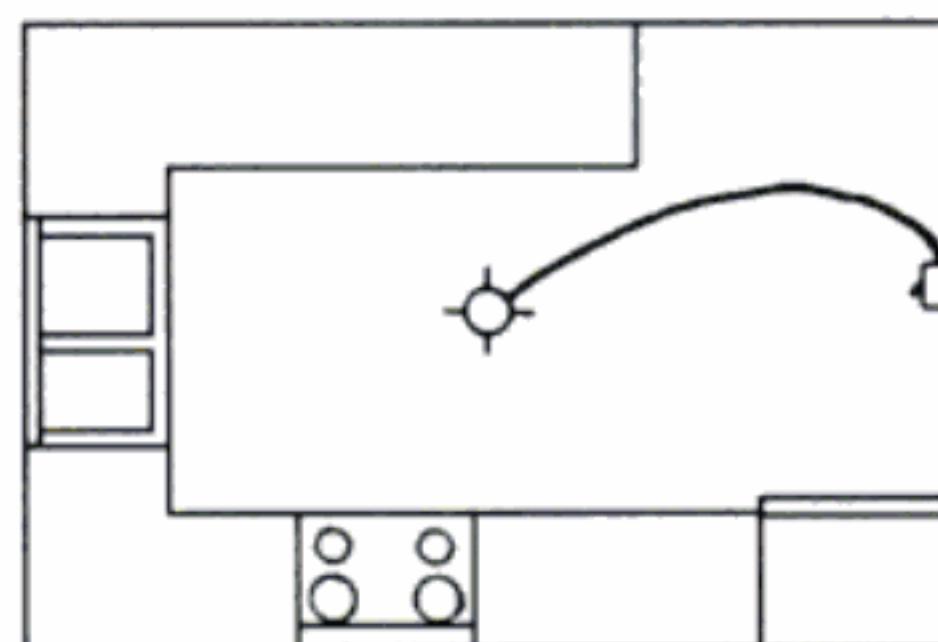
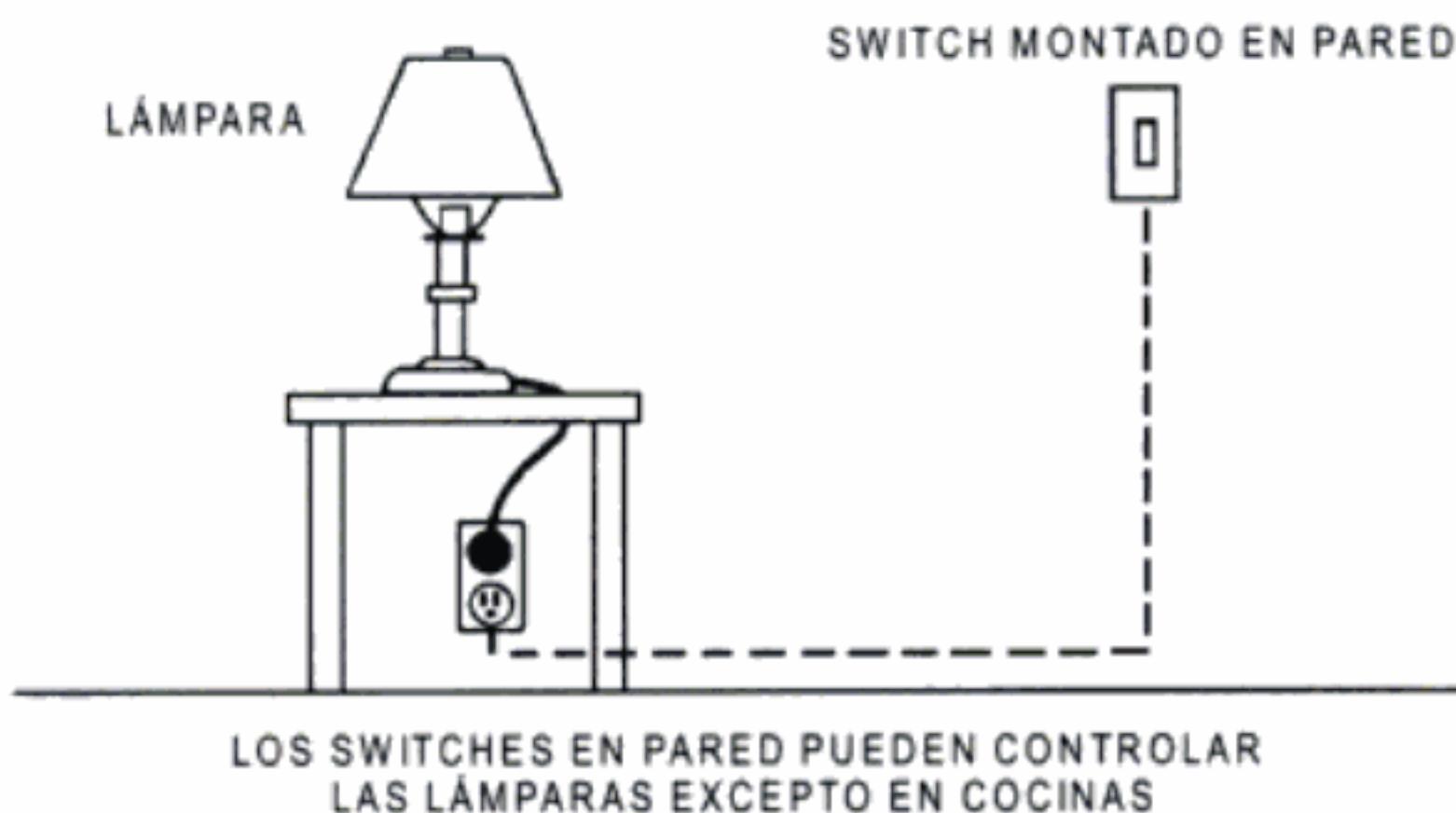
CONTROL DE UNA LÁMPARA DESDE UN APAGADOR ADELANTE DE LA LÁMPARA

Este tipo de instalación se puede hacer ya sea en instalaciones nuevas o en aplicaciones o modificaciones de algunas instalaciones. El procedimiento es virtualmente el mismo para ambos tipos de actividades. En la figura de la página siguiente, se muestra la forma de alambrar este caso.



TODOS LOS ELEMENTOS ESTÁN CONECTADOS EN PARALELO





APLICACIONES DE SWITCHES

LÁMPARA CONTROLADA DESDE UN PUNTO

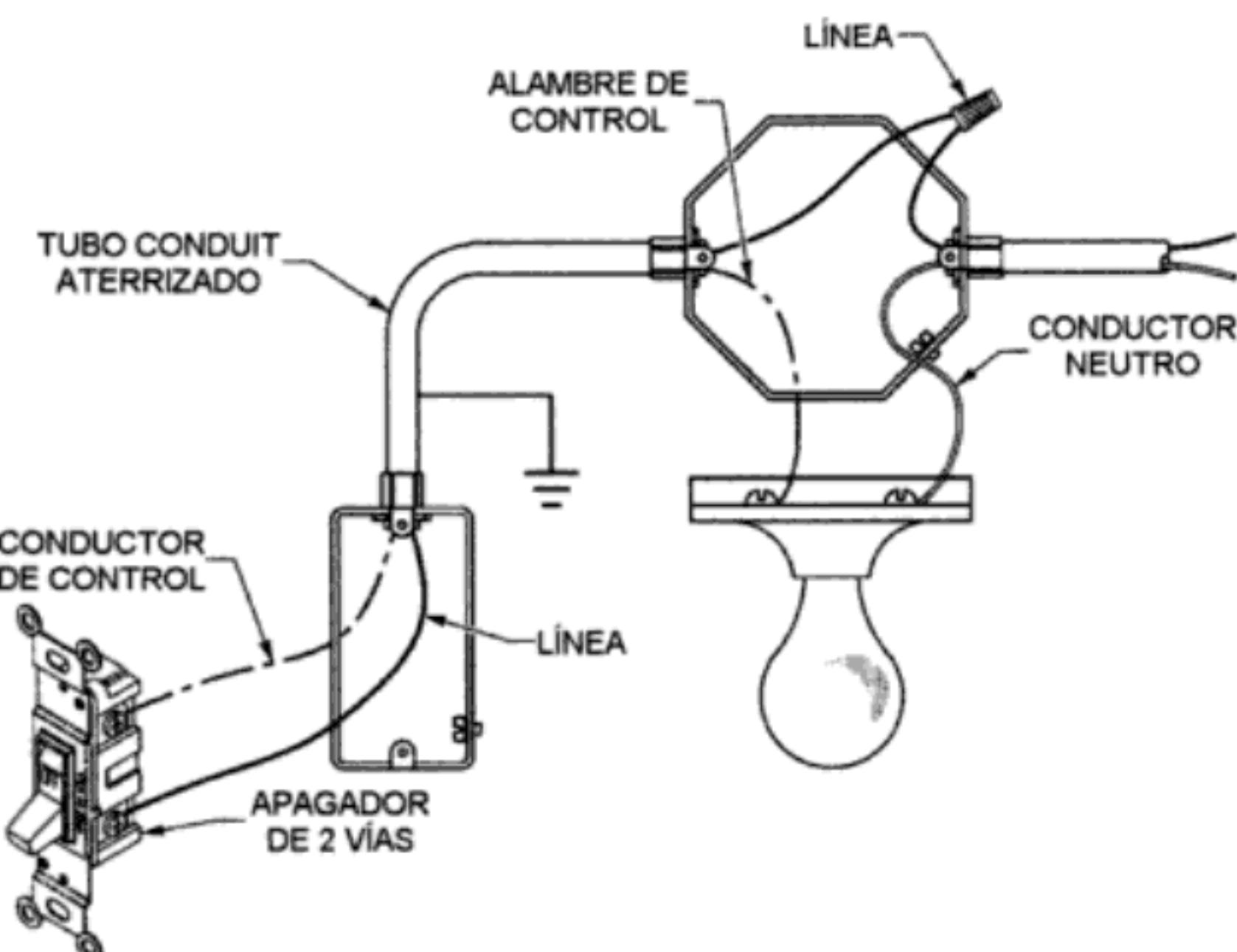


DIAGRAMA DE ALAMBRADO



DIAGRAMA ELÉCTRICO

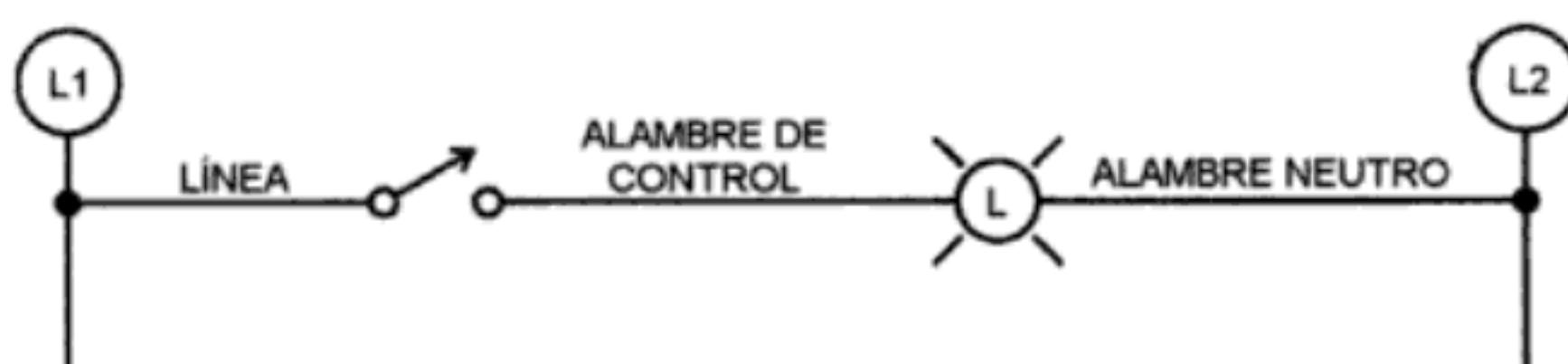
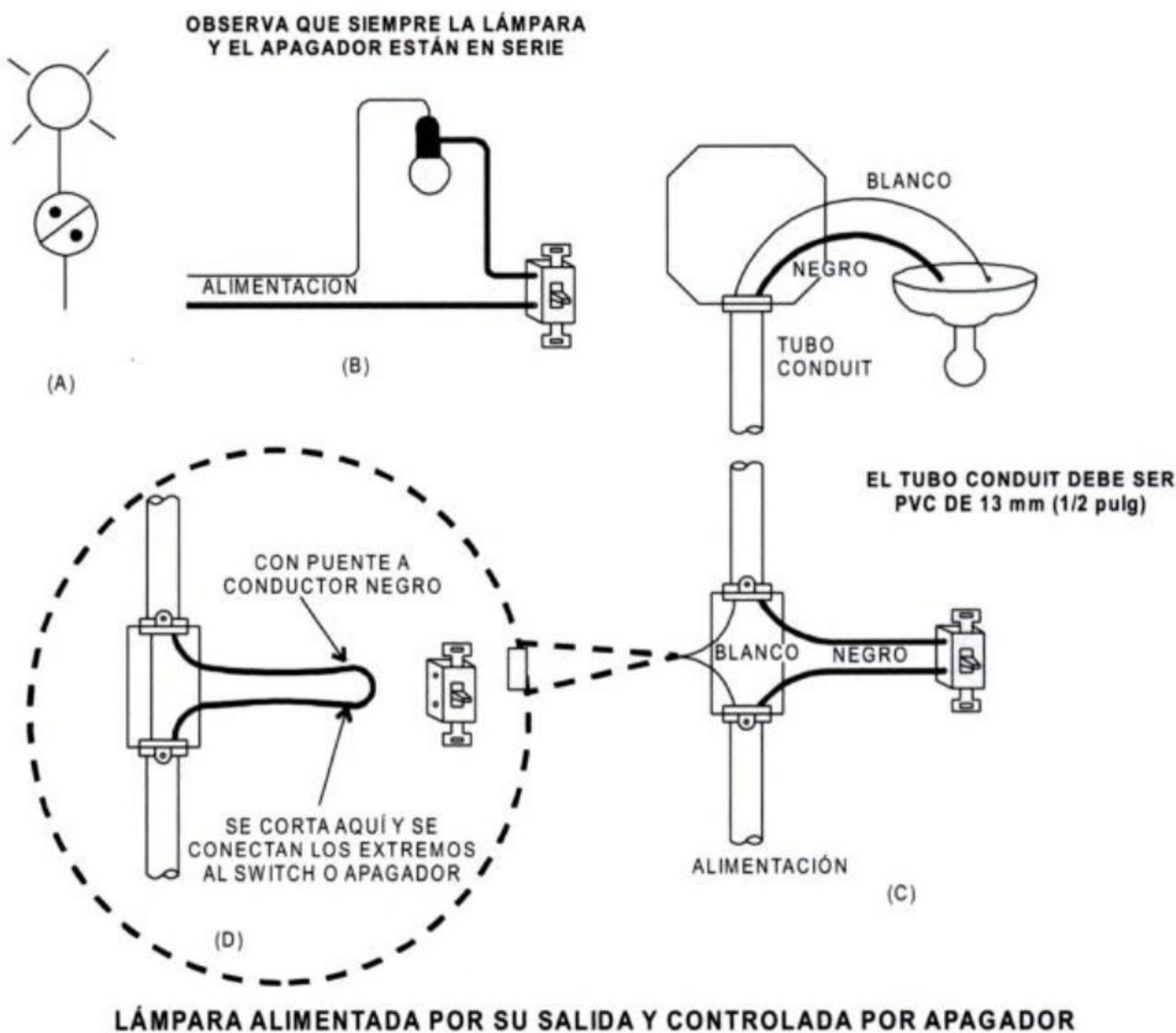
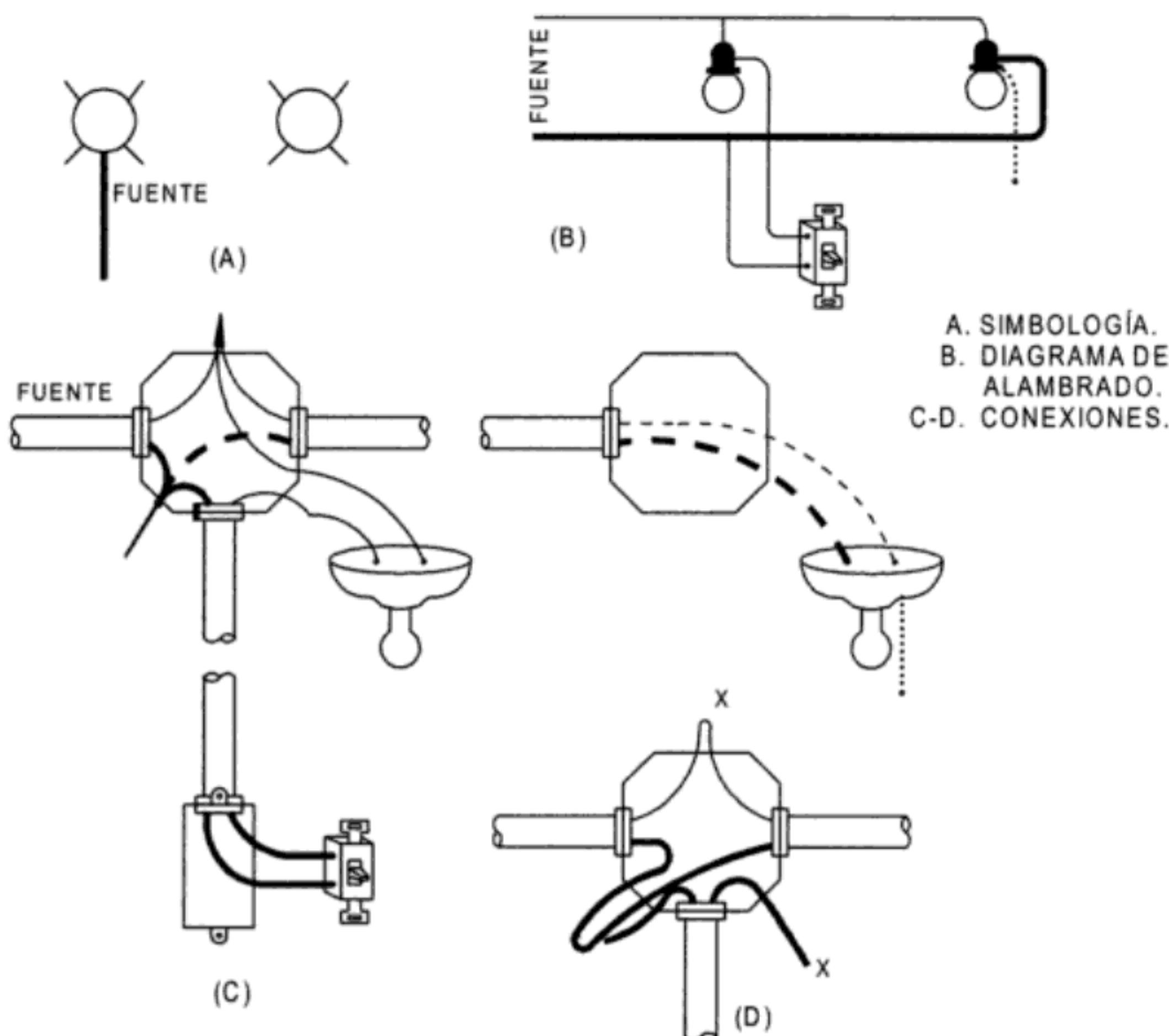


DIAGRAMA DE LÍNEA

ALIMENTACIÓN DE UNA LÁMPARA A TRAVÉS DEL APAGADOR

Algunas veces los conductores de alimentación vienen de la parte de abajo y van a través de la caja del apagador, como se muestra a continuación:

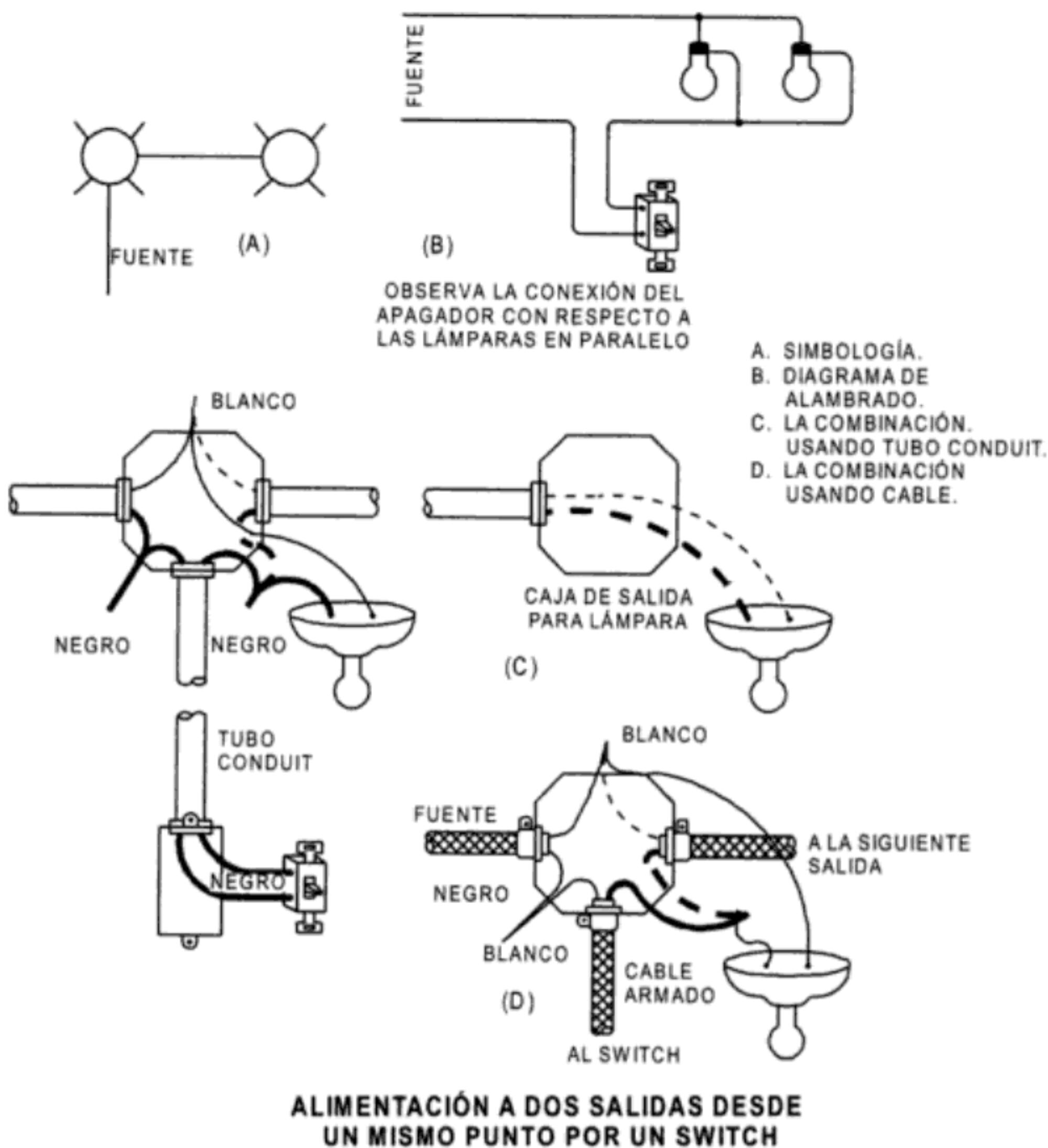




EL SWITCH CONTROLA EL PRIMER APARATO O SALIDA Y LOS CONDUCTORES VAN HACIA UNA SEGUNDA SALIDA (LÁMPARA) QUE TIENE CONTROL POR CADENA

EL CIRCUITO DE UN APAGADOR CONTROLANDO DOS SALIDAS DE ALUMBRADO

Cuando un apagador se usa para controlar dos salidas al mismo tiempo, en estos casos, las conexiones son más simples. En la figura siguiente, se muestra la forma de alambrado.



EL APAGADOR DE TRES VÍAS Y SUS CONEXIONES

Cuando se tiene un par de apagadores de tres vías para controlar una salida, hay muchas posibles aplicaciones o secuencias en las cuales la alimentación a los dos apagadores y la salida se puede arreglar. Un factor importante en la elección de la secuencia o aplicación depende de la forma de alimentación. Las tres formas más comunes son:

- ⇒ Alimentación - Apagador - Apagador - Salida.
- ⇒ Alimentación - Salida - Apagador - Apagador.
- ⇒ Alimentación - Apagador - Salida - Apagador.

Para controlar una lámpara desde dos puntos distintos, se requiere de un tipo diferente de apagador al que se ha estudiado previamente. A este apagador se le conoce como **"de tres vías"** y tiene tres terminales en lugar de las dos que tienen los apagadores comunes, una de estas terminales se conoce como el punto común y está siempre energizado. Esta terminal, por lo general, debe tener una marca común, las otras dos terminales mostradas en el otro extremo del apagador se alternan su función. Cuando la palanca del apagador está en una posición (por ejemplo, hacia arriba) una terminal está conectada al conductor vivo o energizado y el otro no. Cuando la palanca se acciona hacia abajo, las terminales cambian de estado.

Esta es la forma en cómo trabajan los apagadores, pero para explicar la operación del circuito, se muestran los diagramas esquemáticos de la siguiente figura, en donde se puede observar que los apagadores **S₁** y **S₂** están conectados en posición opuesta uno de otro, esto proporciona la situación especial de estos apagadores en estos circuitos de control.

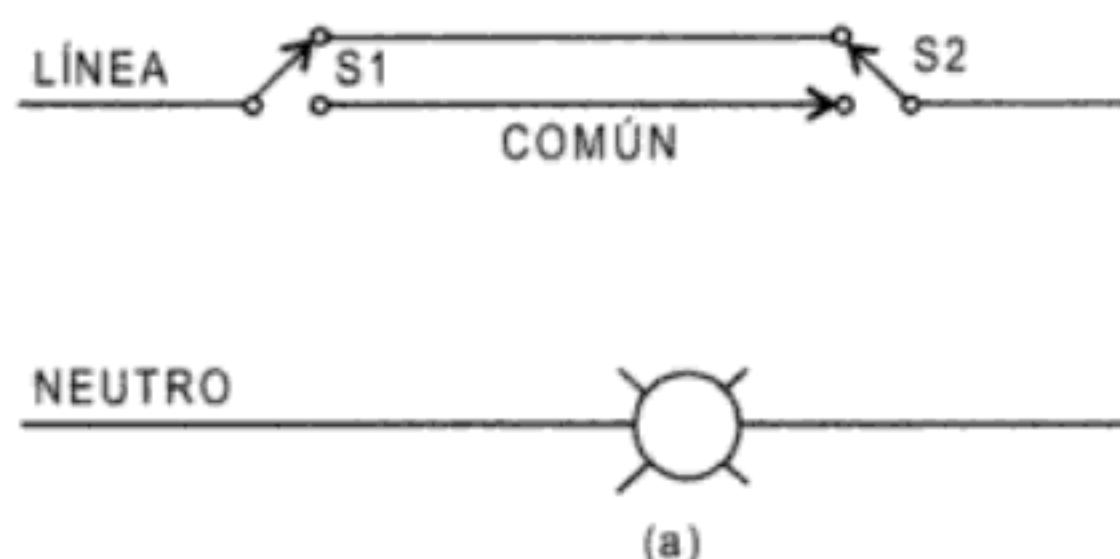


DIAGRAMA DE CONEXIONES CON APAGADORES S₁ Y S₂ EN "CERRADO"

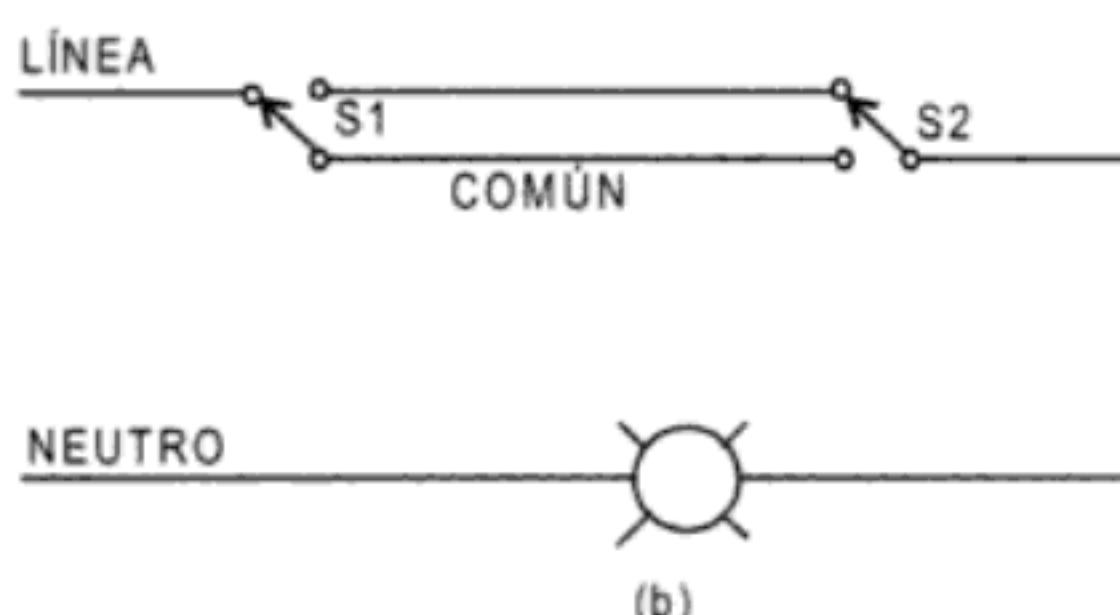
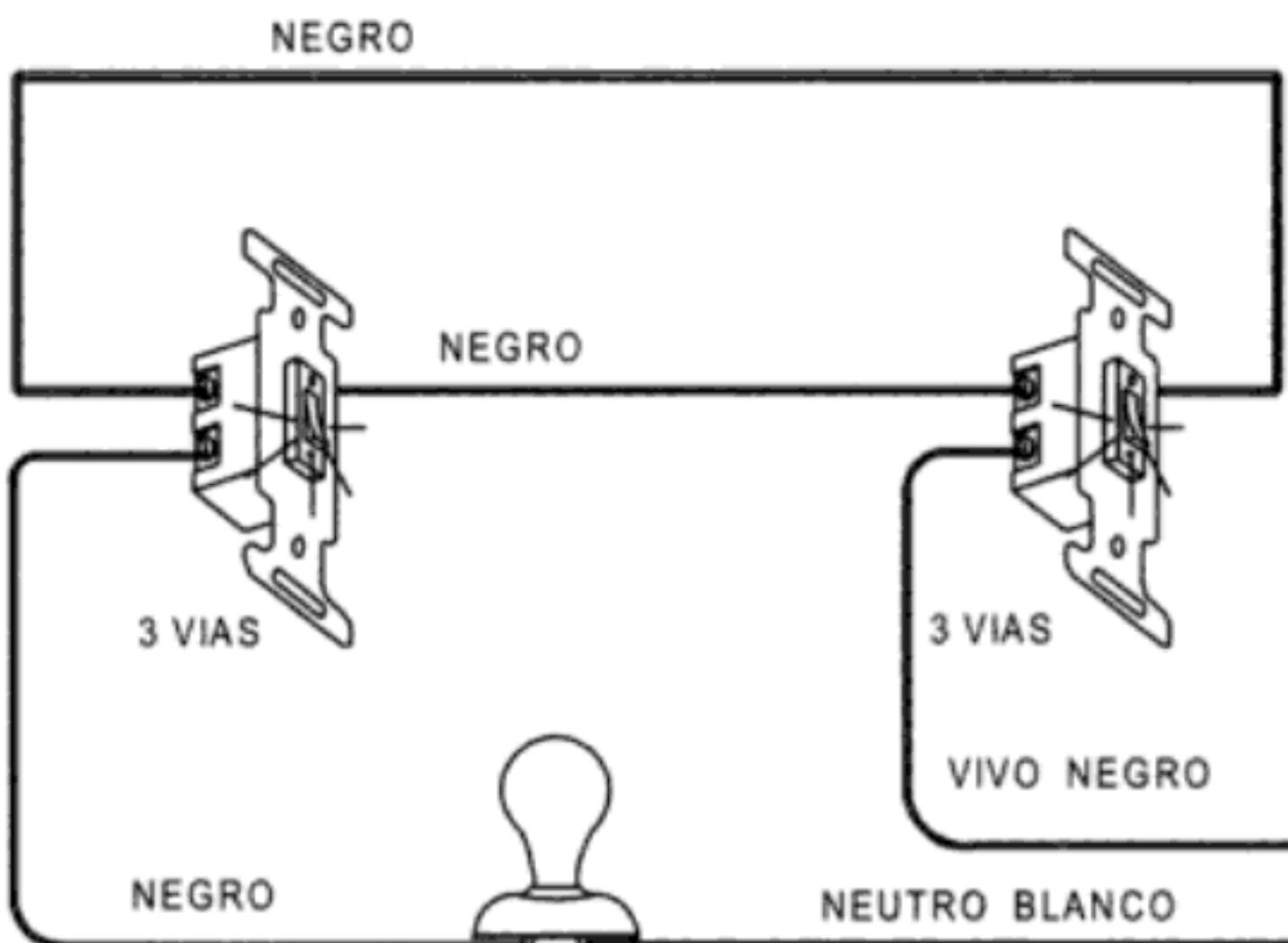


DIAGRAMA DE CONEXIONES CON APAGADORES S₁ Y S₂ EN "ABIERTO"

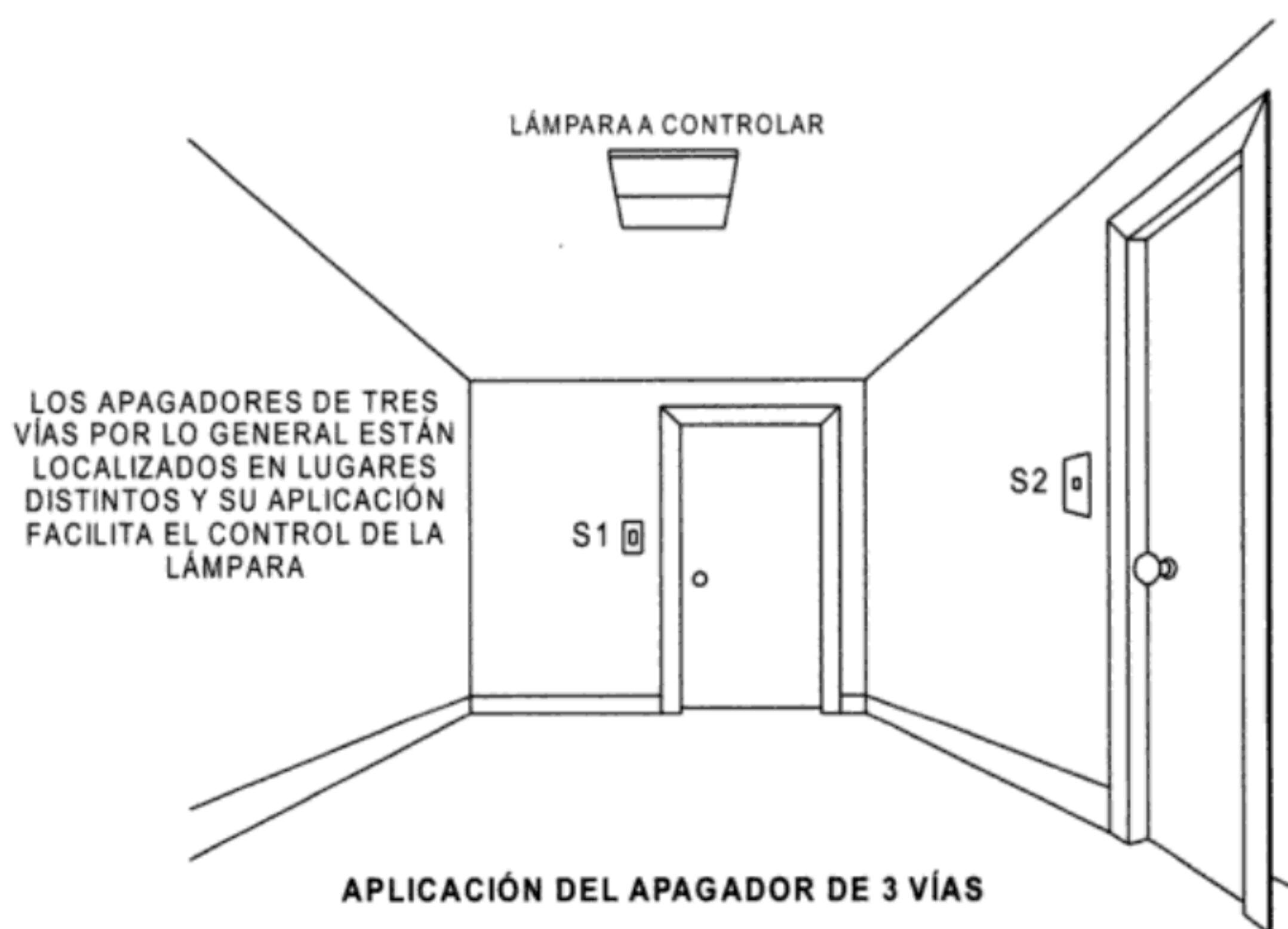
DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL CONTROL DE UNA LÁMPARA DESDE DOS LUGARES

Este tipo de circuito se puede usar, por ejemplo, para controlar la lámpara de un hall desde abajo o desde arriba de las escaleras, se pueden usar apagadores con lámparas de control para tener indicación de su estado.

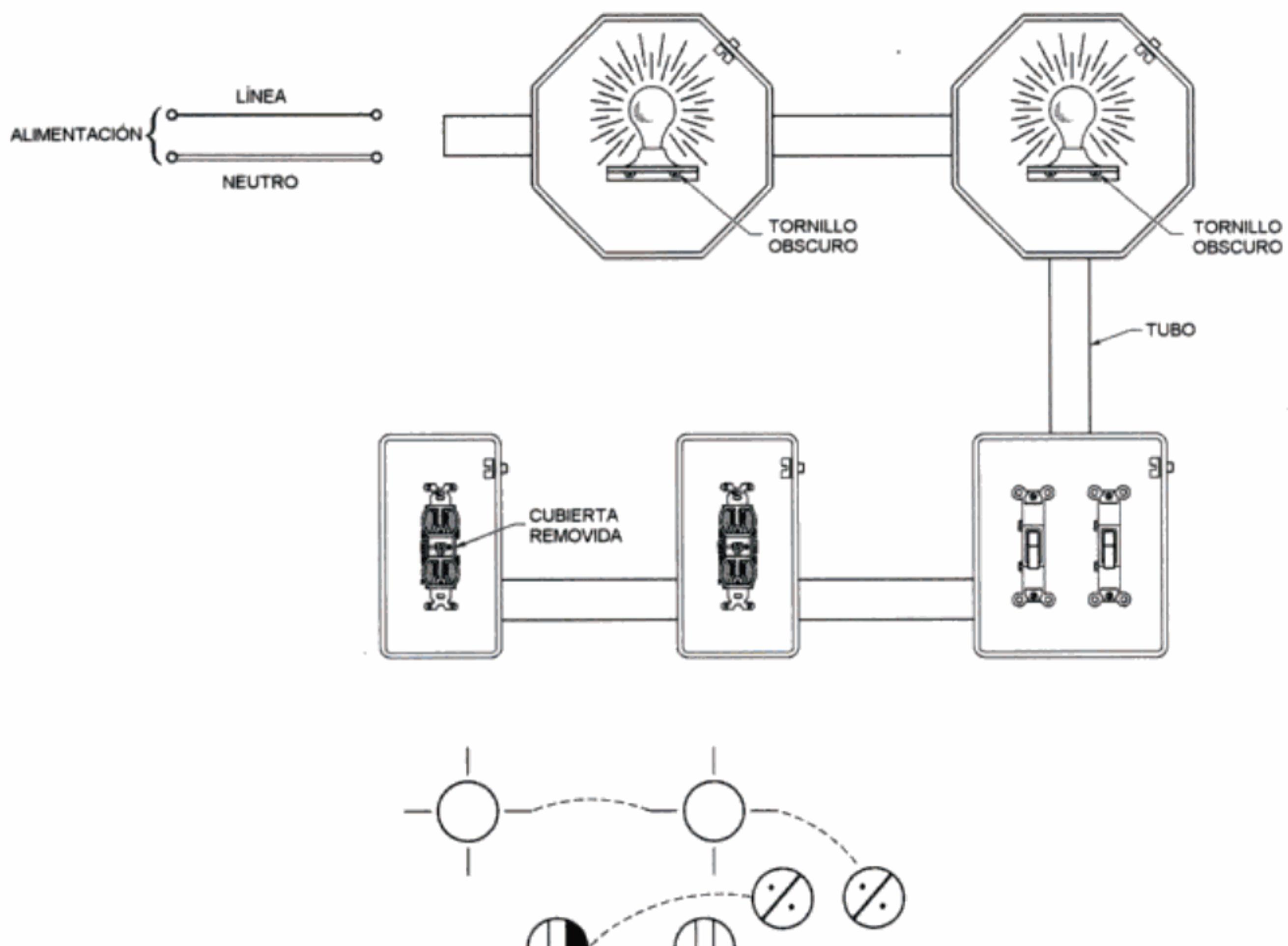
DIAGRAMA DE CONEXIONES CON
APAGADORES DE 3 VÍAS E INDICACIÓN
DE "APAGADO" O "ENCENDIDO"



APAGADOR ILUMINADO DE TRES VÍAS
LAS LÁMPARAS INDICAN EL ESTADO DE CADA APAGADOR

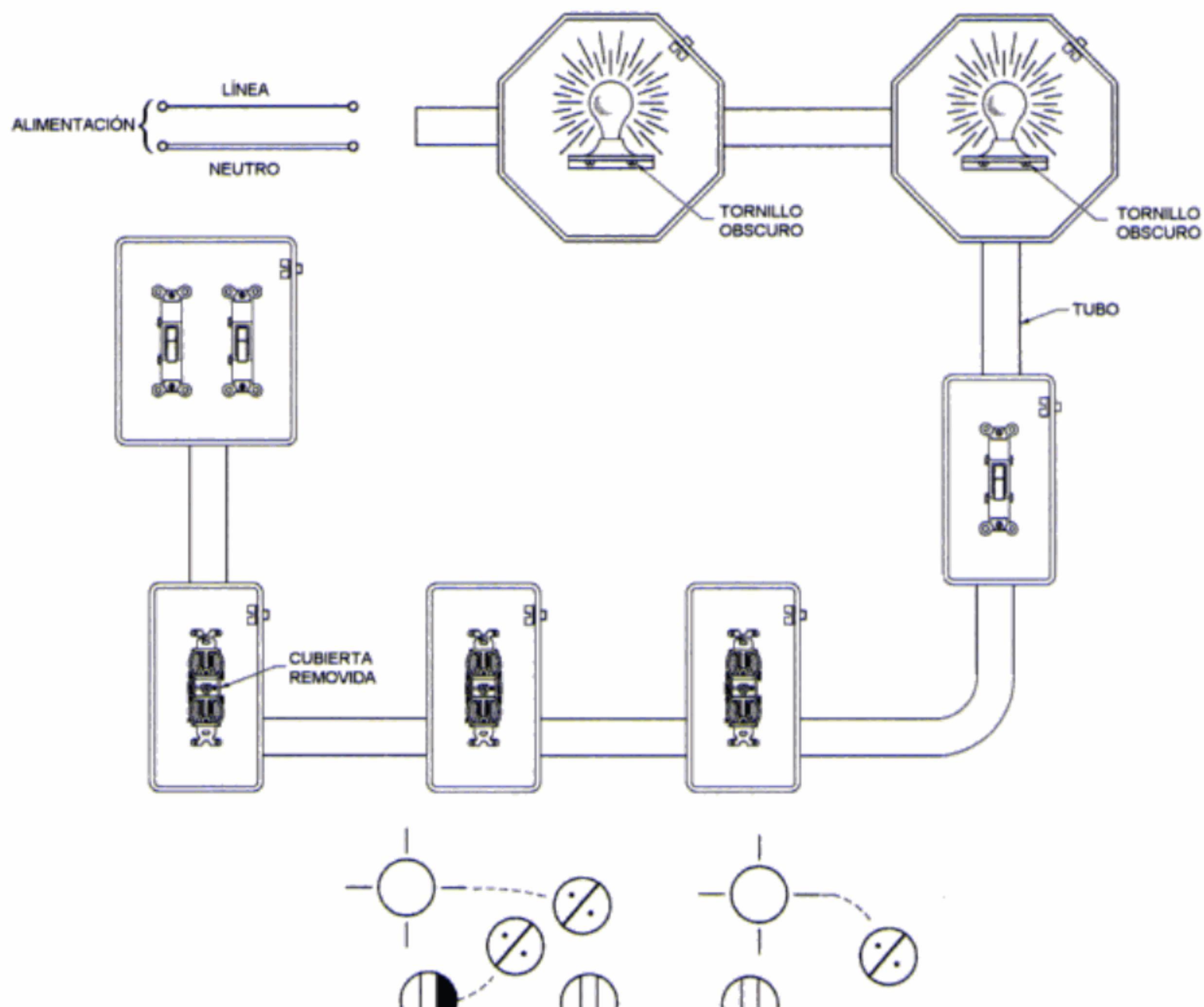


ALAMBRADO PARA EL CONTROL DE CONTACTOS DESDE DOS POSICIONES



PLANTA ARQUITECTÓNICA

ALAMBRADO DE UN CIRCUITO COMBINADO LÁMPARA-APAGADOR-CONTACTOS



PLANTA ARQUITECTÓNICA

CONTROL DE UNA LÁMPARA DESDE DOS POSICIONES

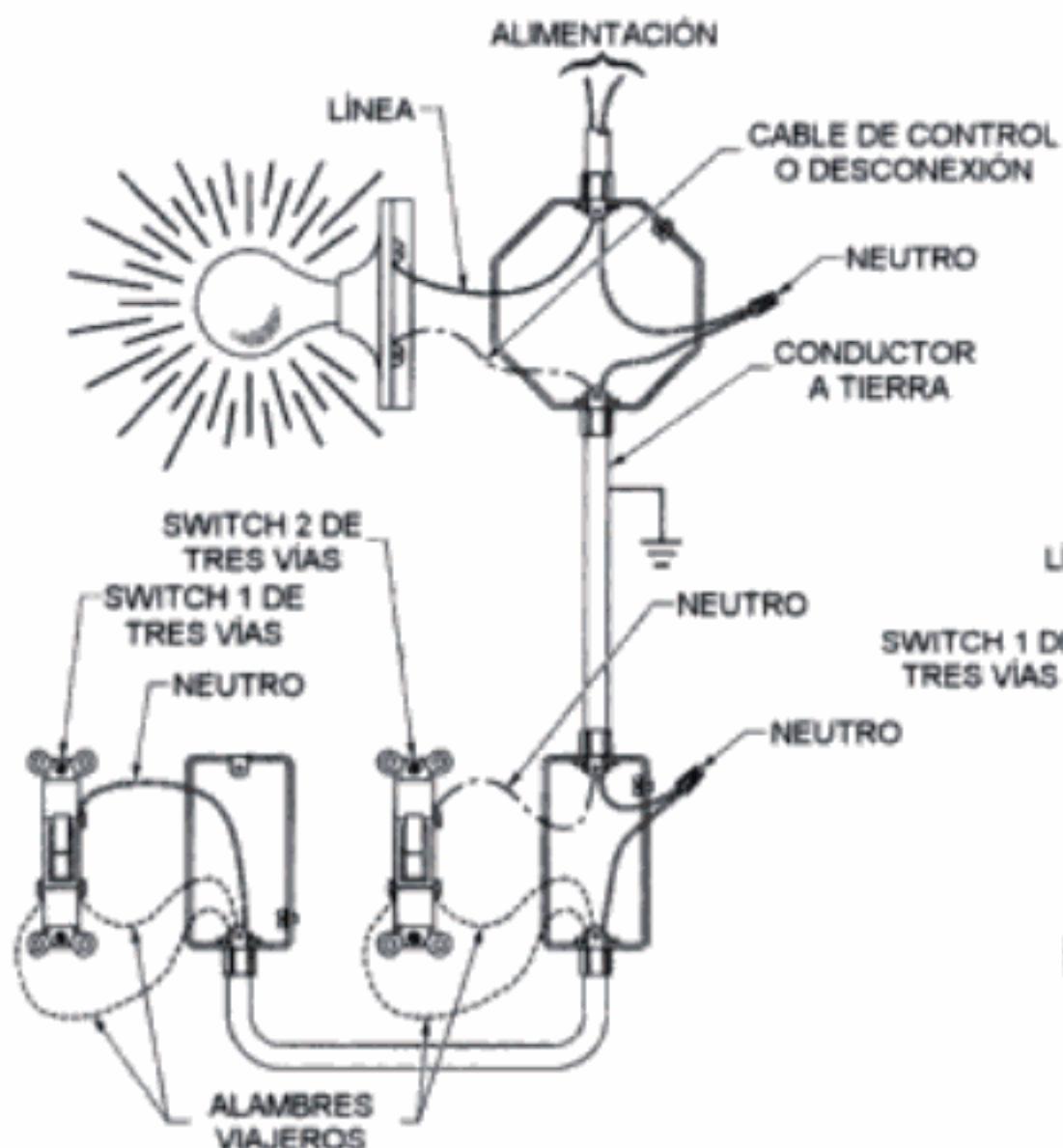


DIAGRAMA DE ALAMBRADO CON ALIMENTACIÓN PORTA LÁMPARA

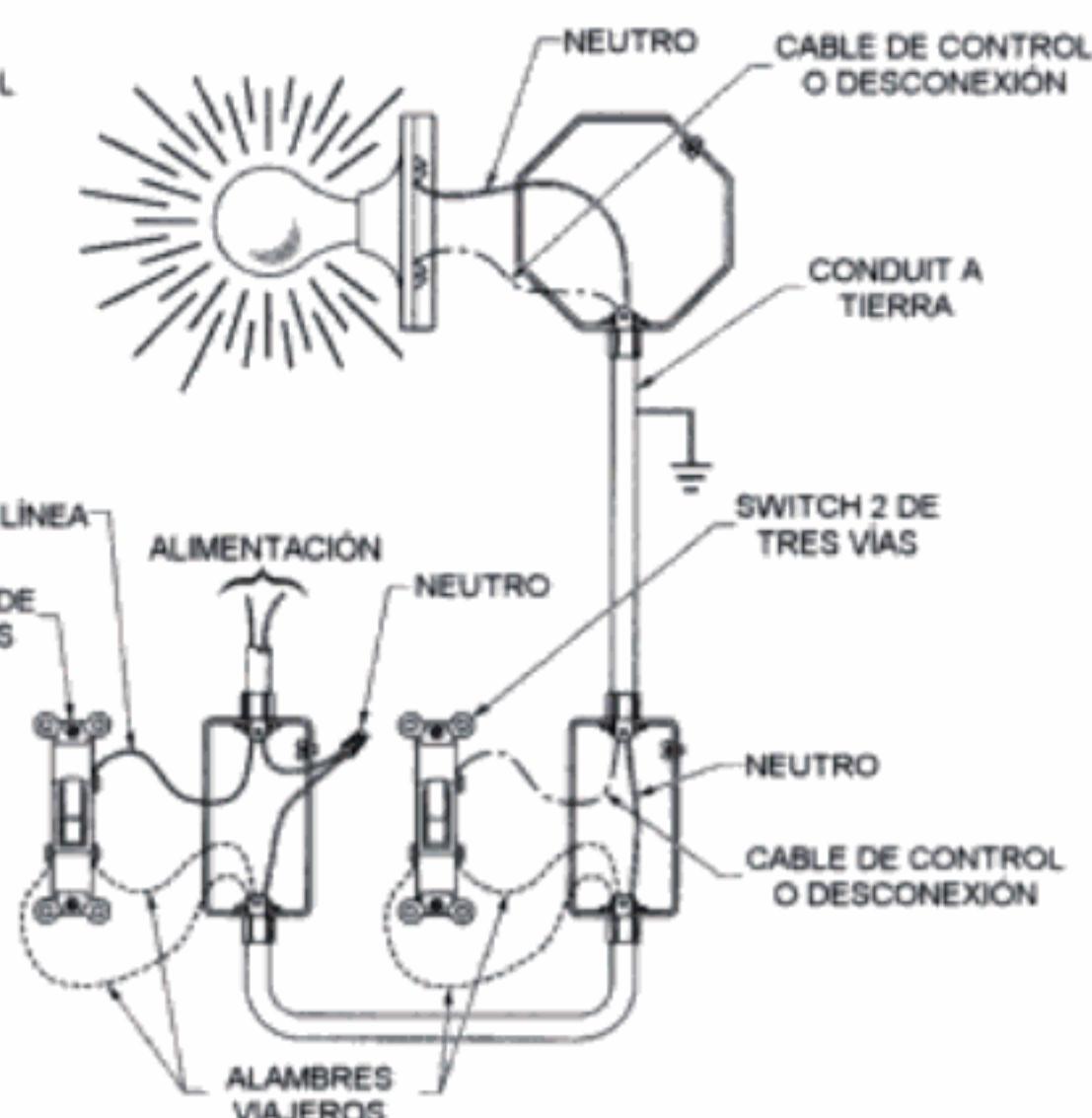


DIAGRAMA DE ALAMBRADO CON ALIMENTACIÓN PARA EL SWITCH A APAGADOR

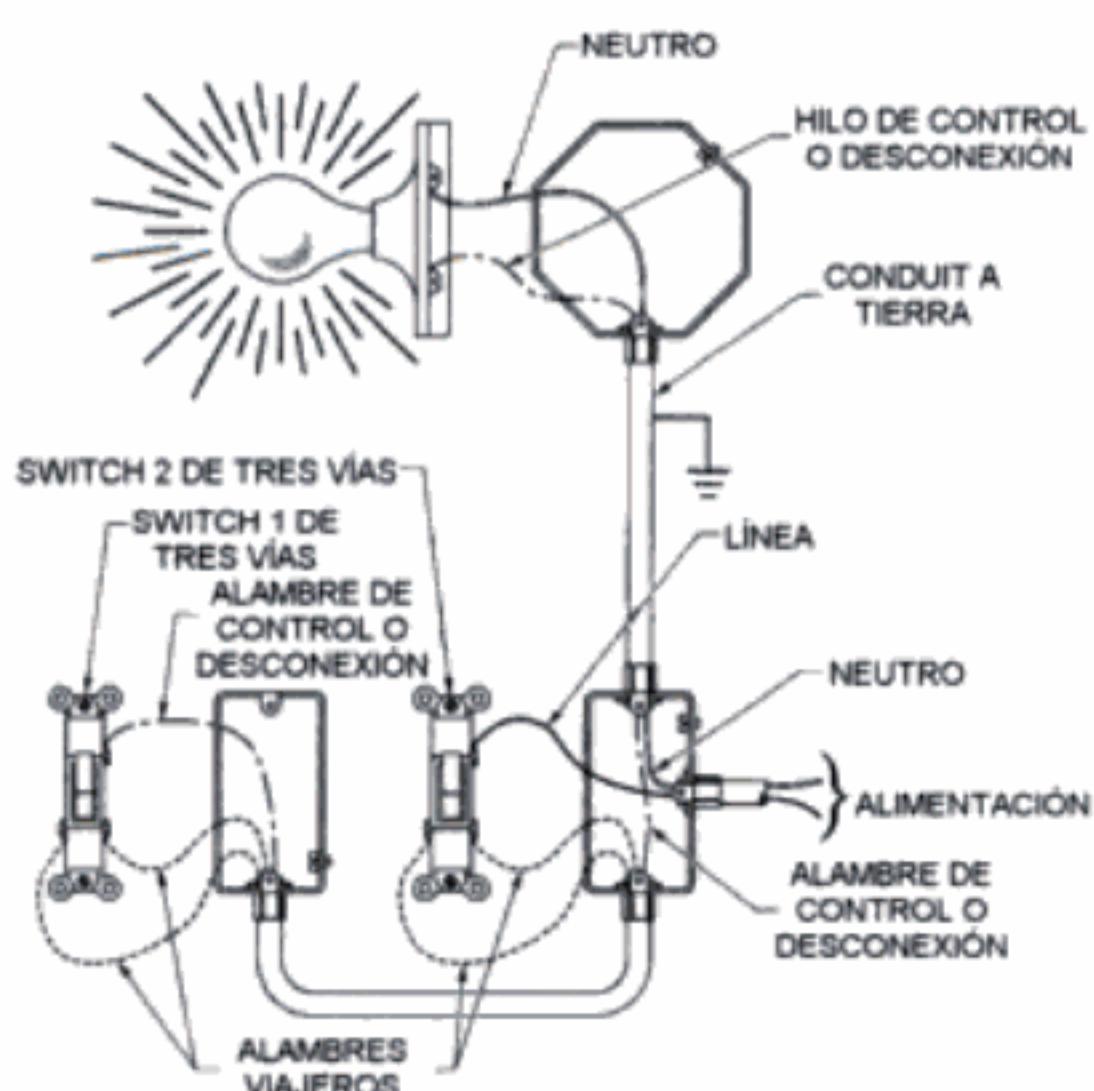


DIAGRAMA DE ALAMBRADO CON ALIMENTACIÓN POR EL SWITCH 2

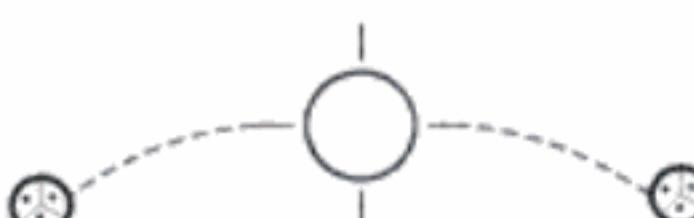


DIAGRAMA ELÉCTRICO

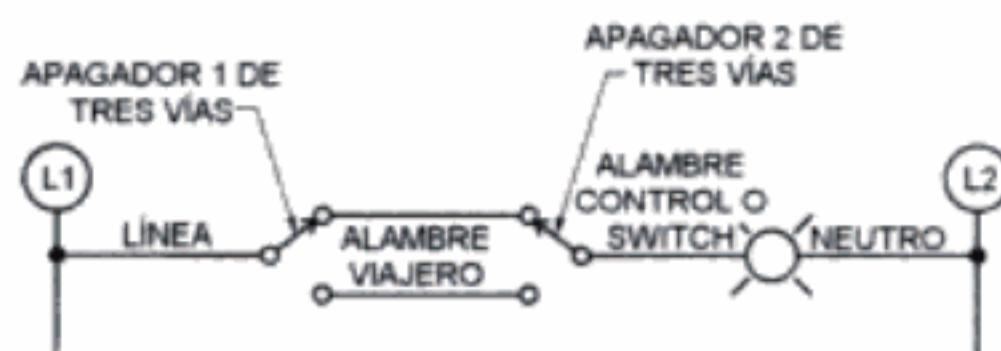
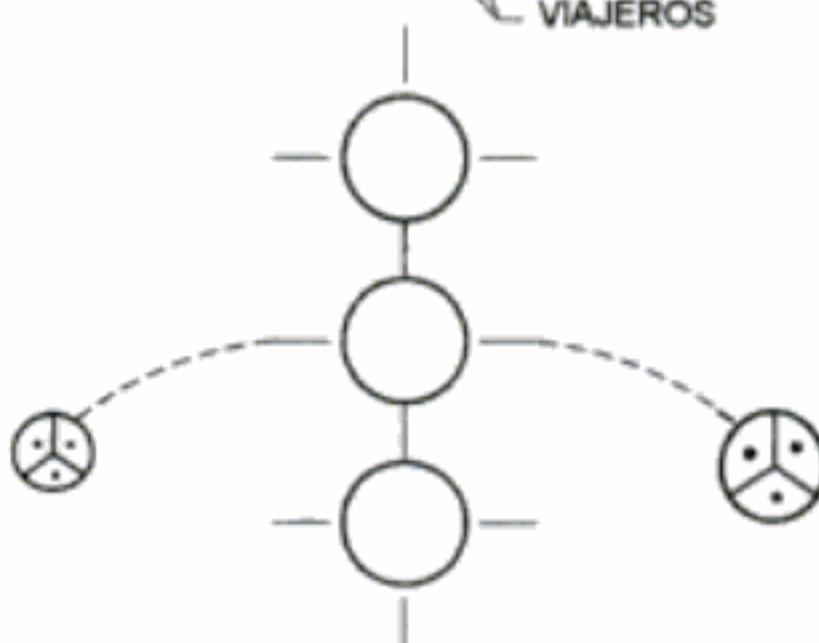
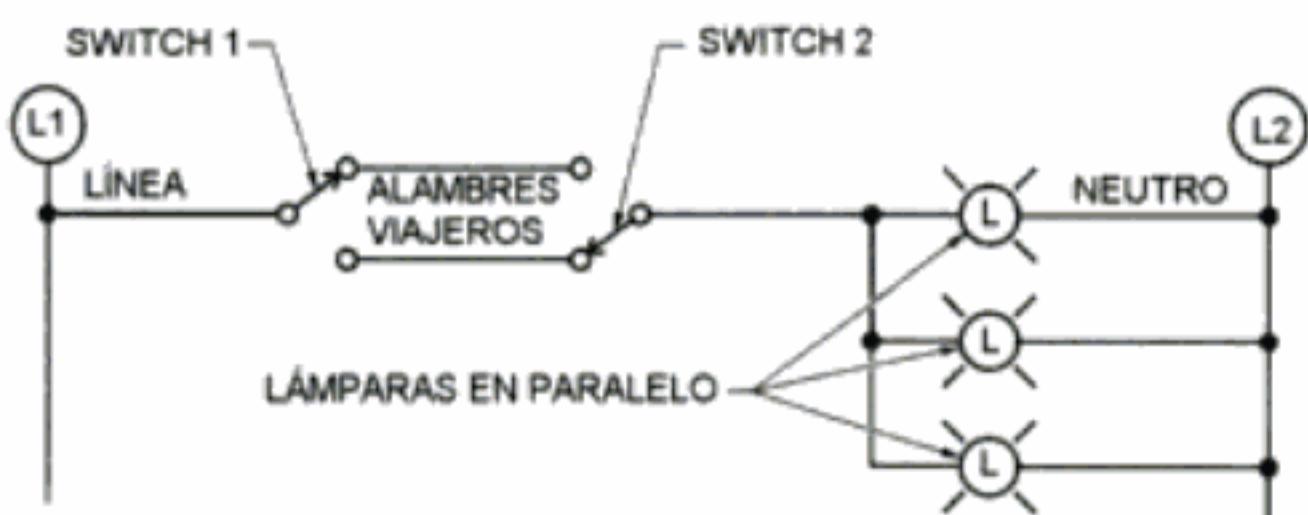
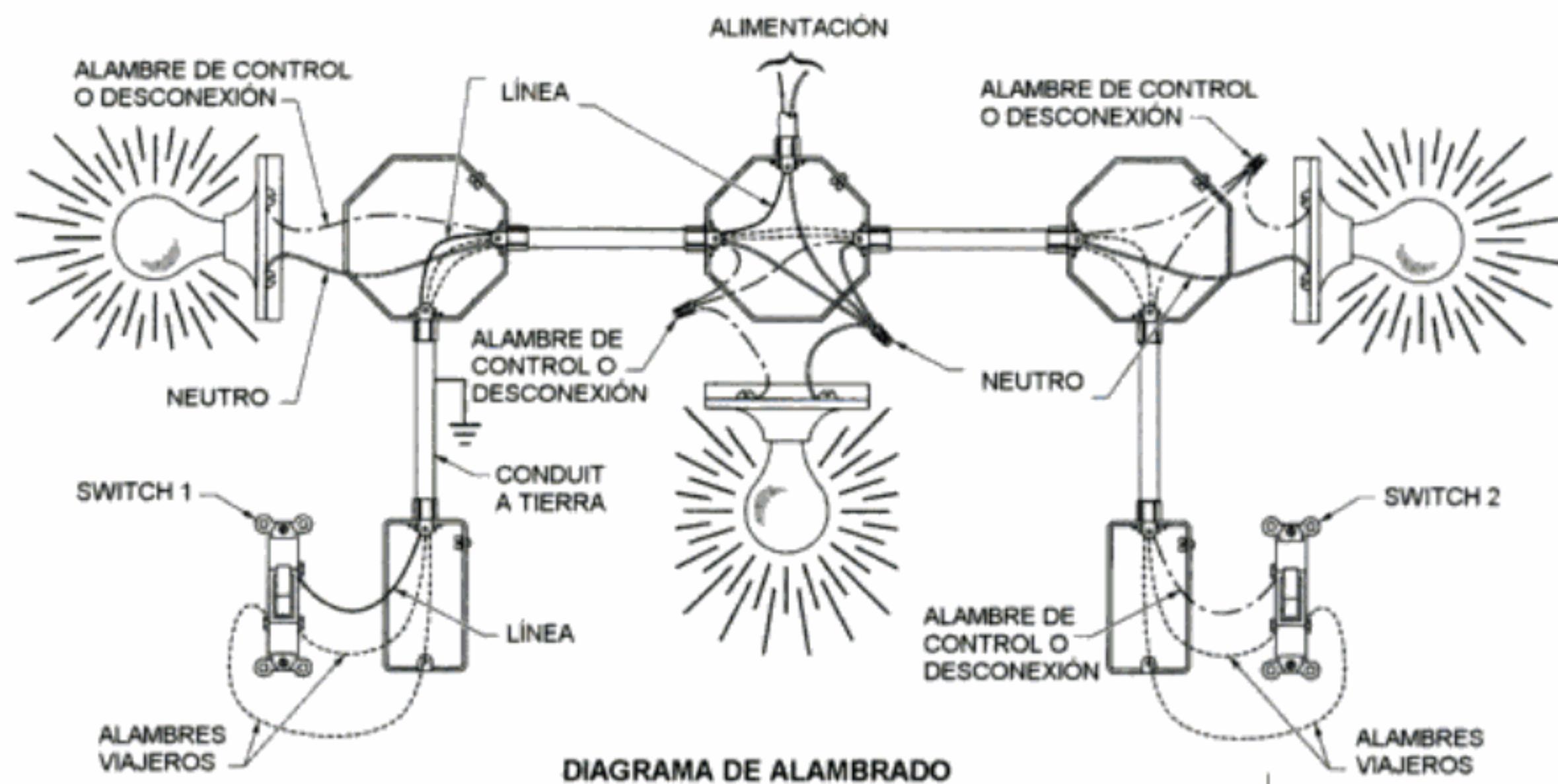


DIAGRAMA DE LÍNEA UNIFILAR

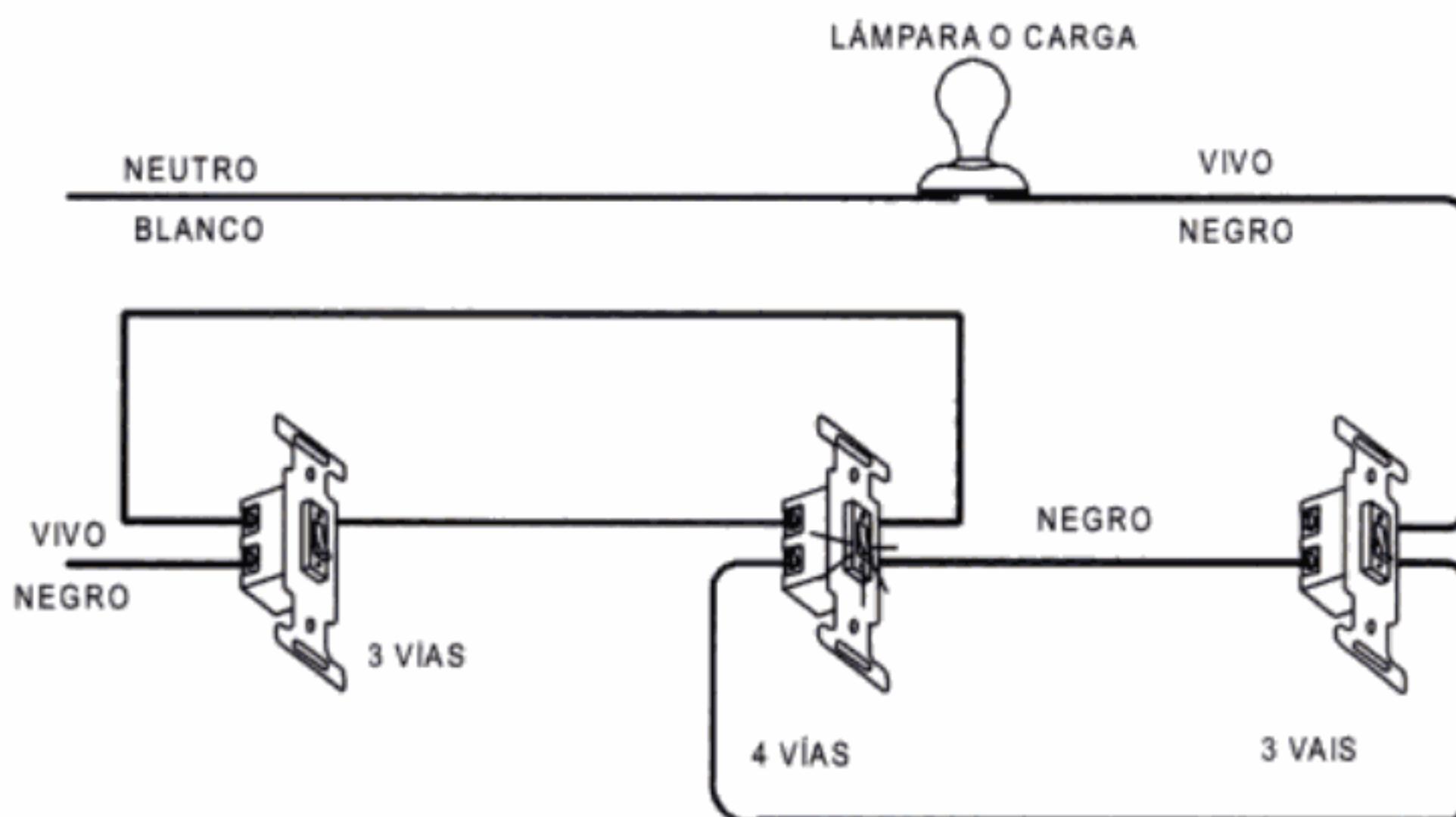
CIRCUITOS MULTILÁMPARAS



CONTROL DE UNA LÁMPARA O CARGA DESDE TRES PUNTOS DISTINTOS

Es también posible controlar una carga sencilla o lámpara desde tres puntos diferentes, esto se aplica cuando se desea controlar por ejemplo una lámpara desde una planta baja, un primer piso y también desde un segundo piso. Este control significa que la lámpara se puede prender o apagar desde cualquiera de estos tres lugares. Esto se aplica generalmente en casas-habitación grandes, o bien, en conjuntos habitacionales.

En el circuito mostrado a continuación, se requieren 3 apagadores, 2 del tipo tres vías y uno de cuatro vías.



CARGA SENCILLA CONTROLADA DESDE TRES LUGARES DISTINTOS

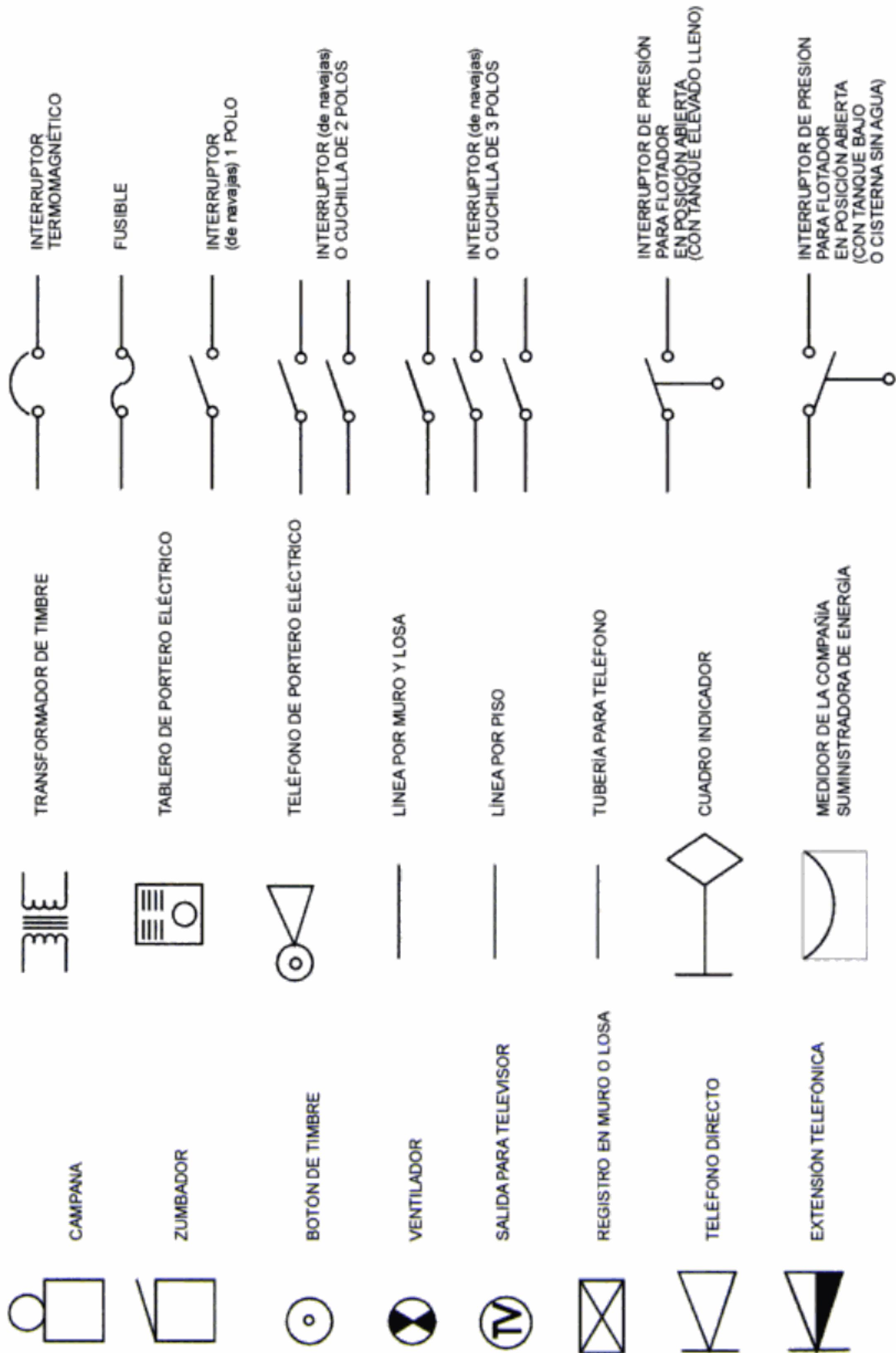


2.7 DETERMINACIÓN DE LAS TRAJECTORIAS DE ALAMBRADO EN ALGUNAS ÁREAS DE CASAS HABITACIÓN

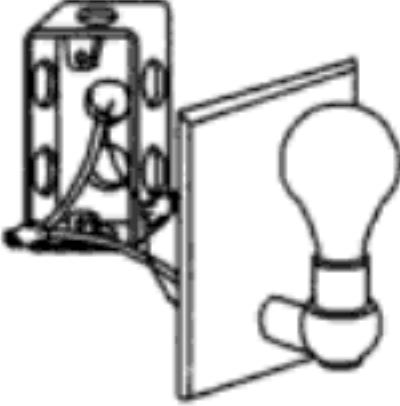
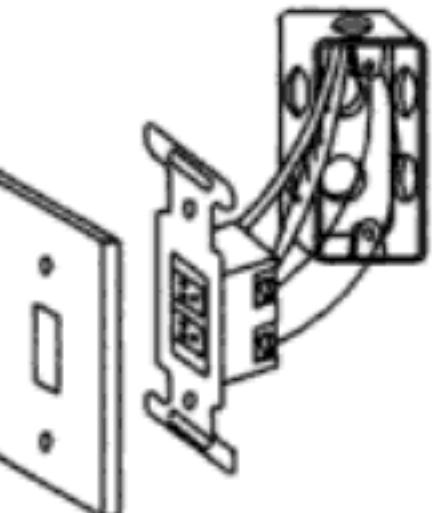
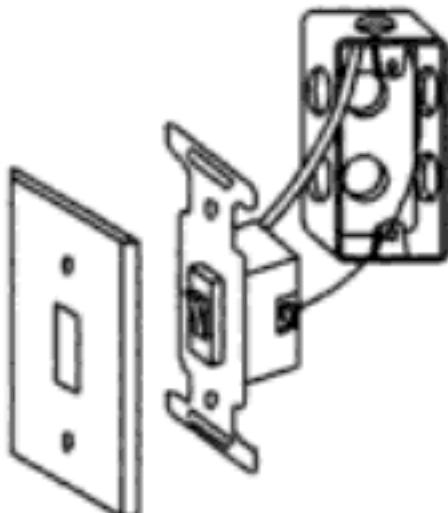
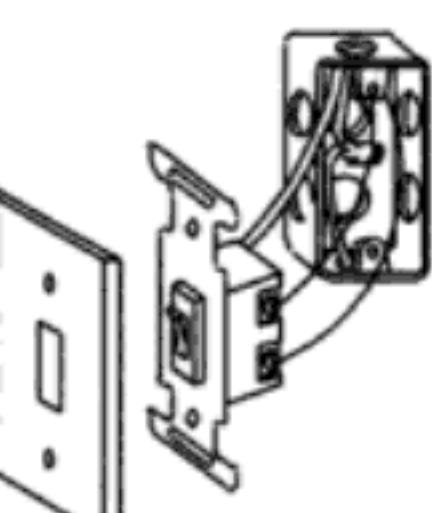
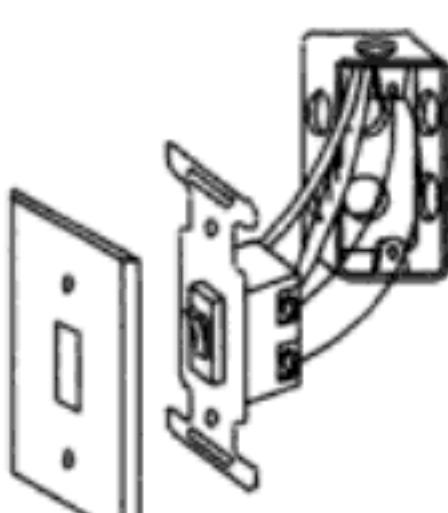
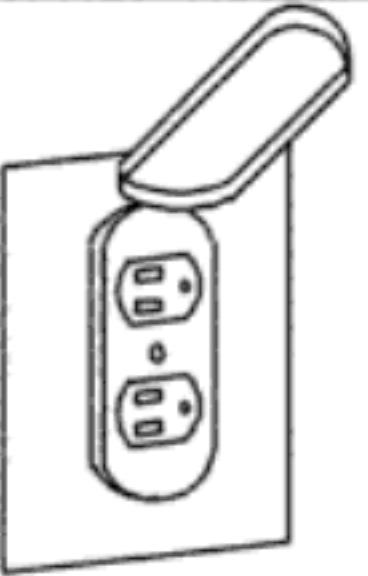
La Norma Oficial Mexicana (NOM) editada por la Secretaría de Energía y denominada **NOM-001-SENER**, establece los requerimientos normativos de las componentes de una instalación eléctrica (conductores, apagadores, etcétera) y también las disposiciones en materia de cálculos para instalaciones eléctricas.

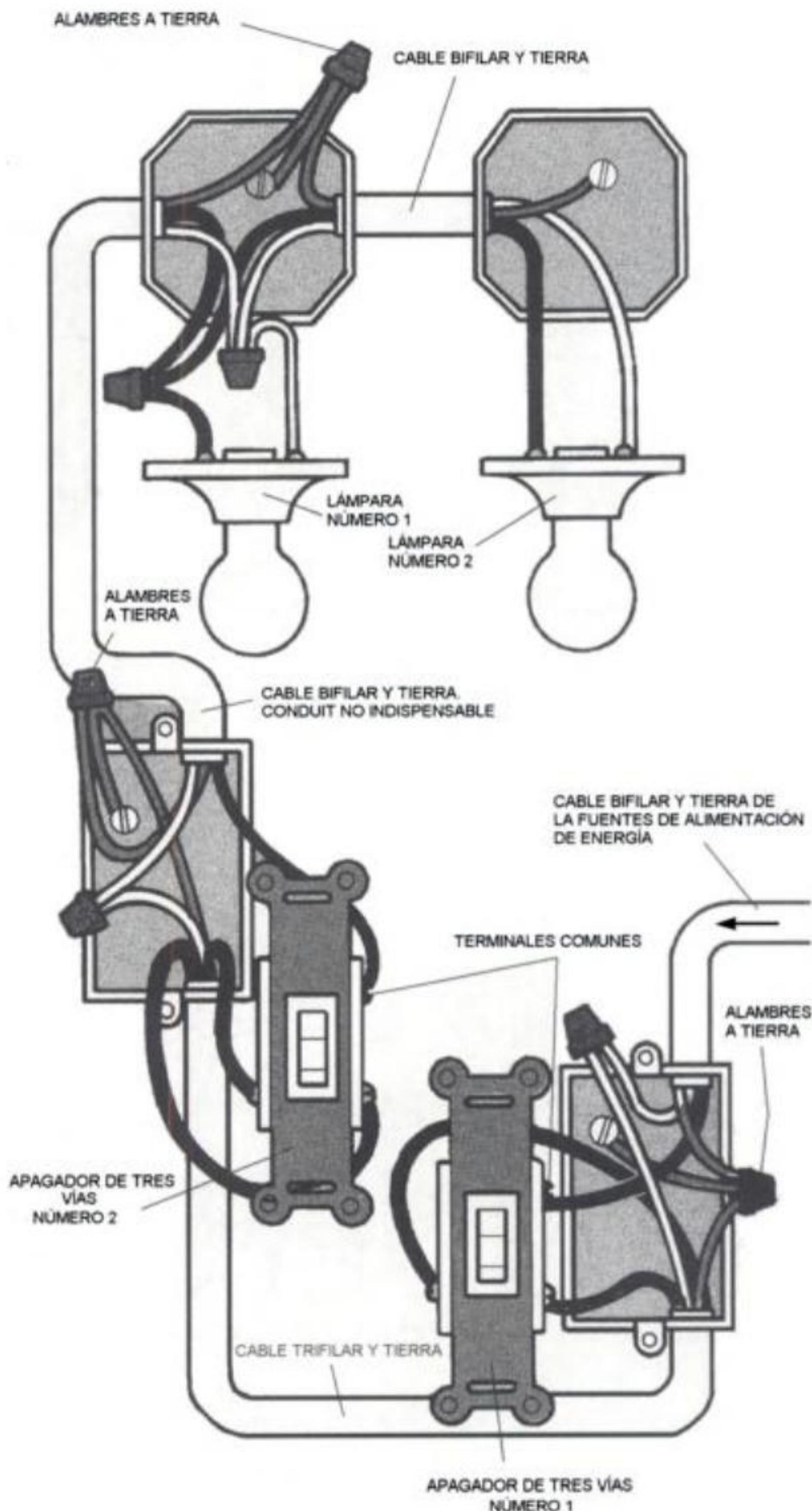
Se deben elaborar dibujos en donde se muestre la vista en planta de las áreas de una casa habitación en donde se realizará la instalación eléctrica, en estos dibujos se hace uso de los símbolos convencionales usados en las instalaciones eléctricas, que son los que se indican a continuación:

SÍMBOLOS USADOS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS
CONTINUACIÓN...

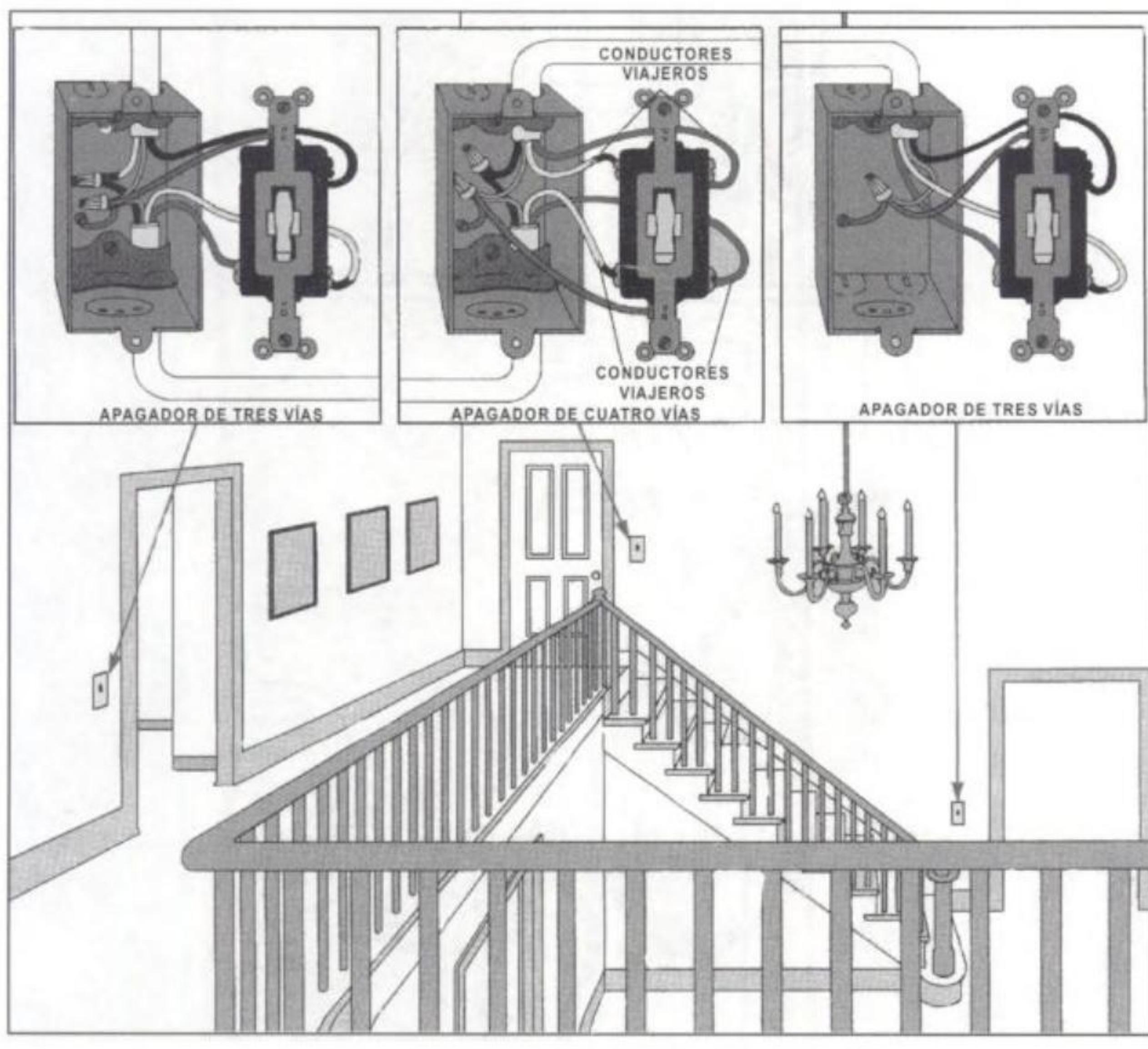


SÍMBOLOS ELÉCTRICOS

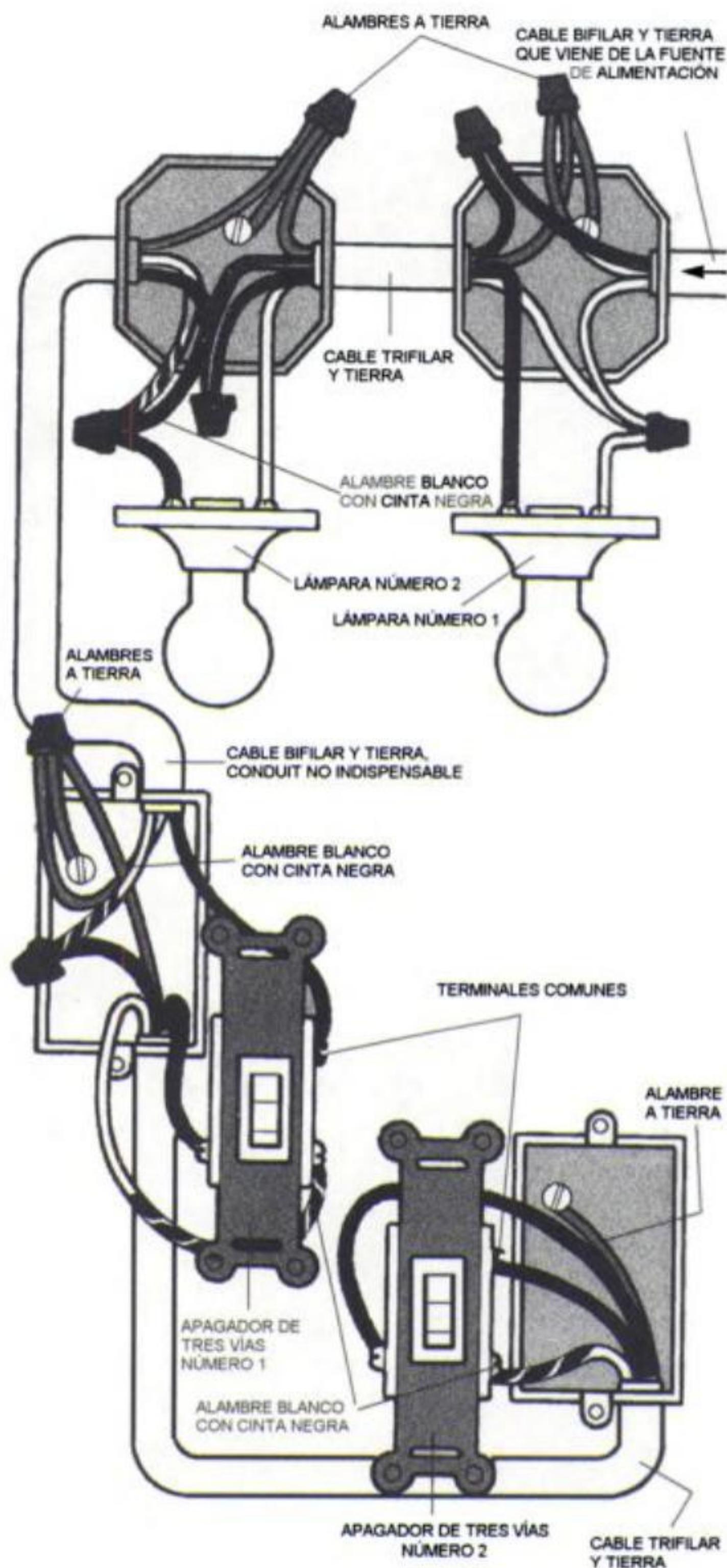
SÍMBOLO	OBJETO	SÍMBOLO	OBJETO
			
			
			
			



ALAMBRADO DE LÁMPARAS CONTROLADAS POR DOS APAGADORES DE TRES VÍAS, CON ALIMENTACIÓN POR UN APAGADOR

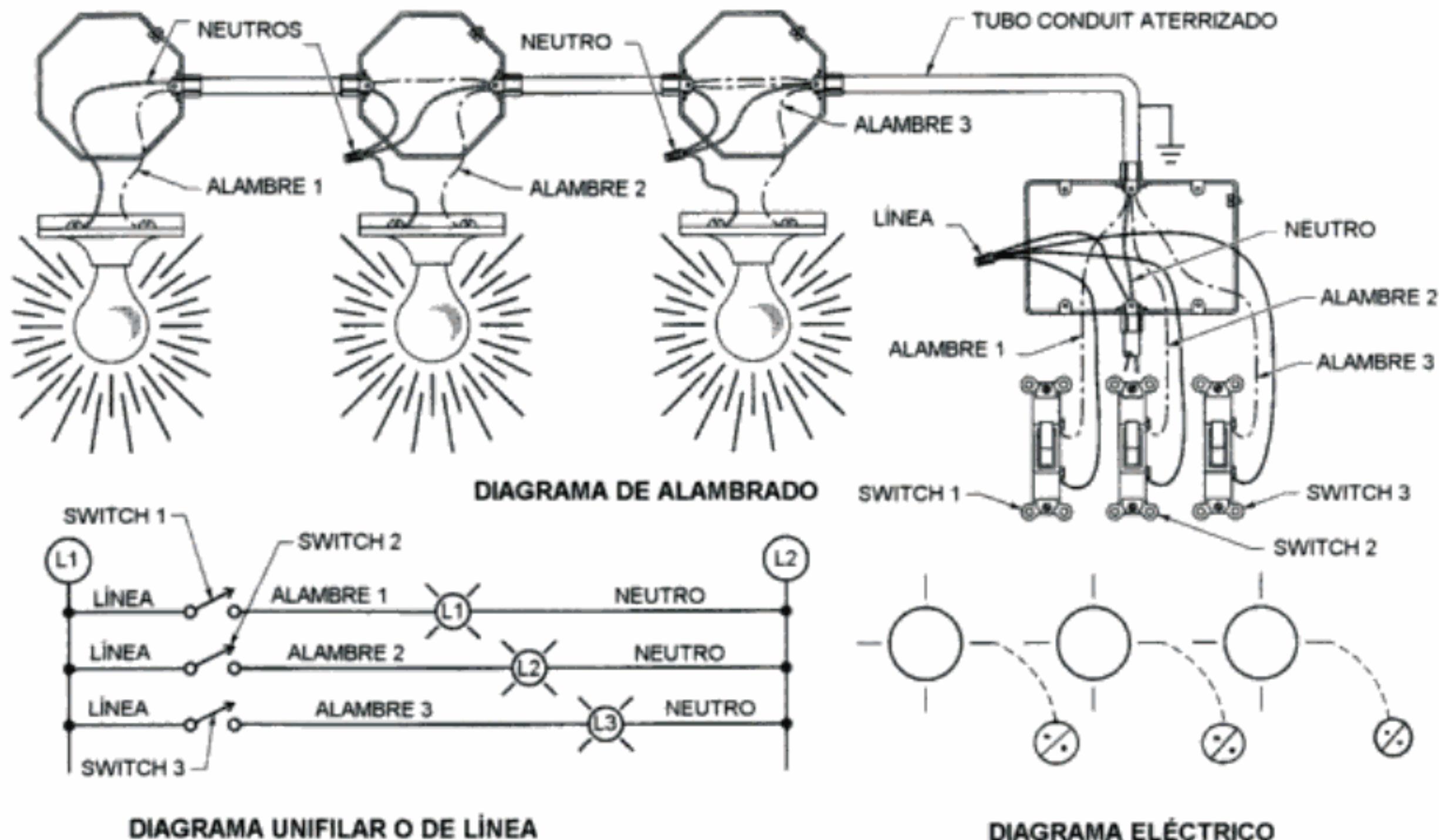


ALAMBRADO DE APAGADORES DE TRES Y CUATRO VÍAS



LÁMPARAS CONTROLADAS POR DOS APAGADORES DE TRES VÍAS CON ALIMENTACIÓN POR LA CAJA DE UNA DE LAS LÁMPARAS

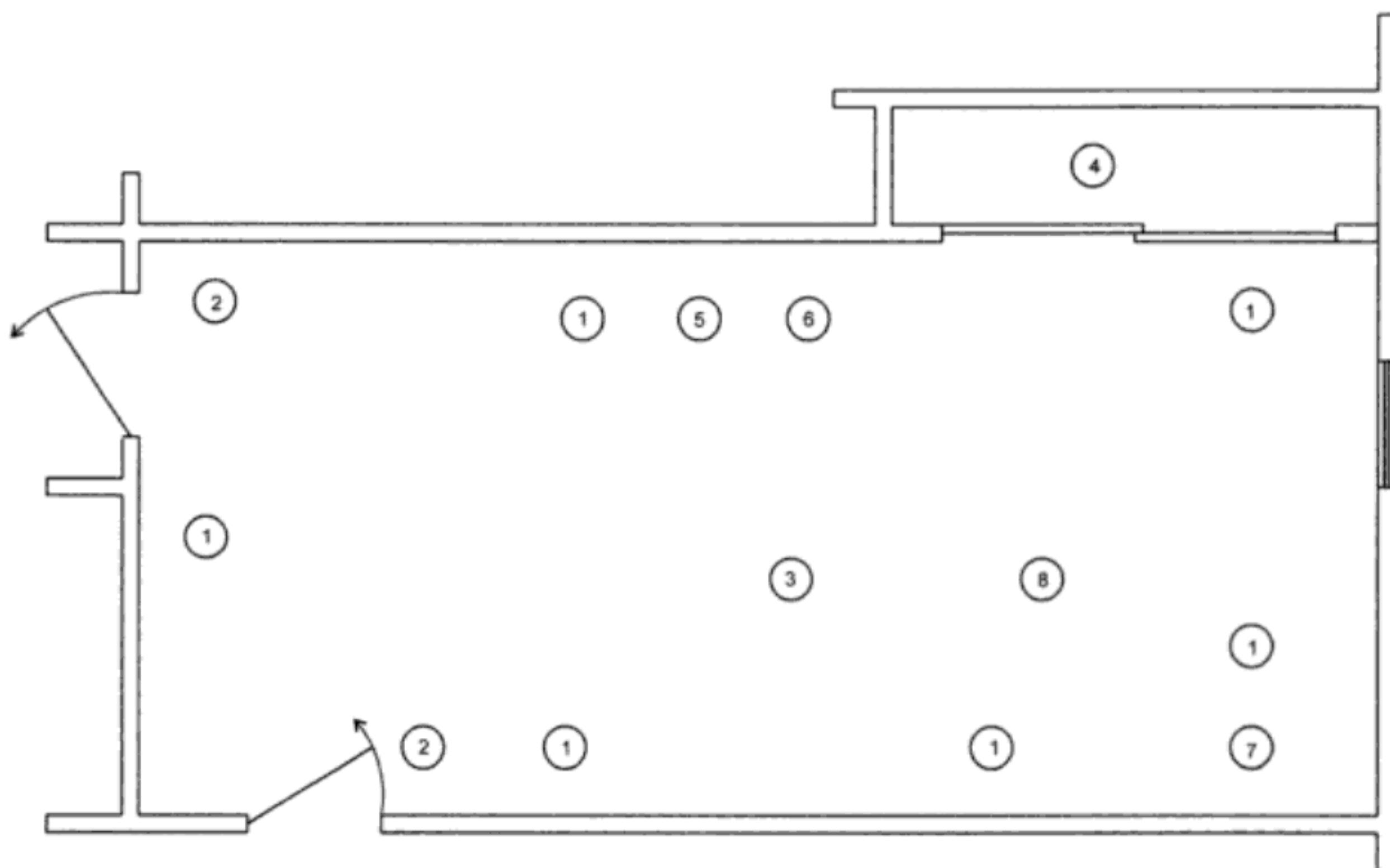
CONTROL INDIVIDUAL DE TRES LÁMPARAS



EJEMPLO

En la siguiente figura, se muestra el arreglo típico de la instalación de una recámara en una casa habitación.

- Elaborar el diagrama de conexiones a partir del diagrama de disposición arquitectónica.
- Dibujar los símbolos eléctricos apropiados en donde están indicados con números en el dibujo arquitectónico, de acuerdo a la relación siguiente:

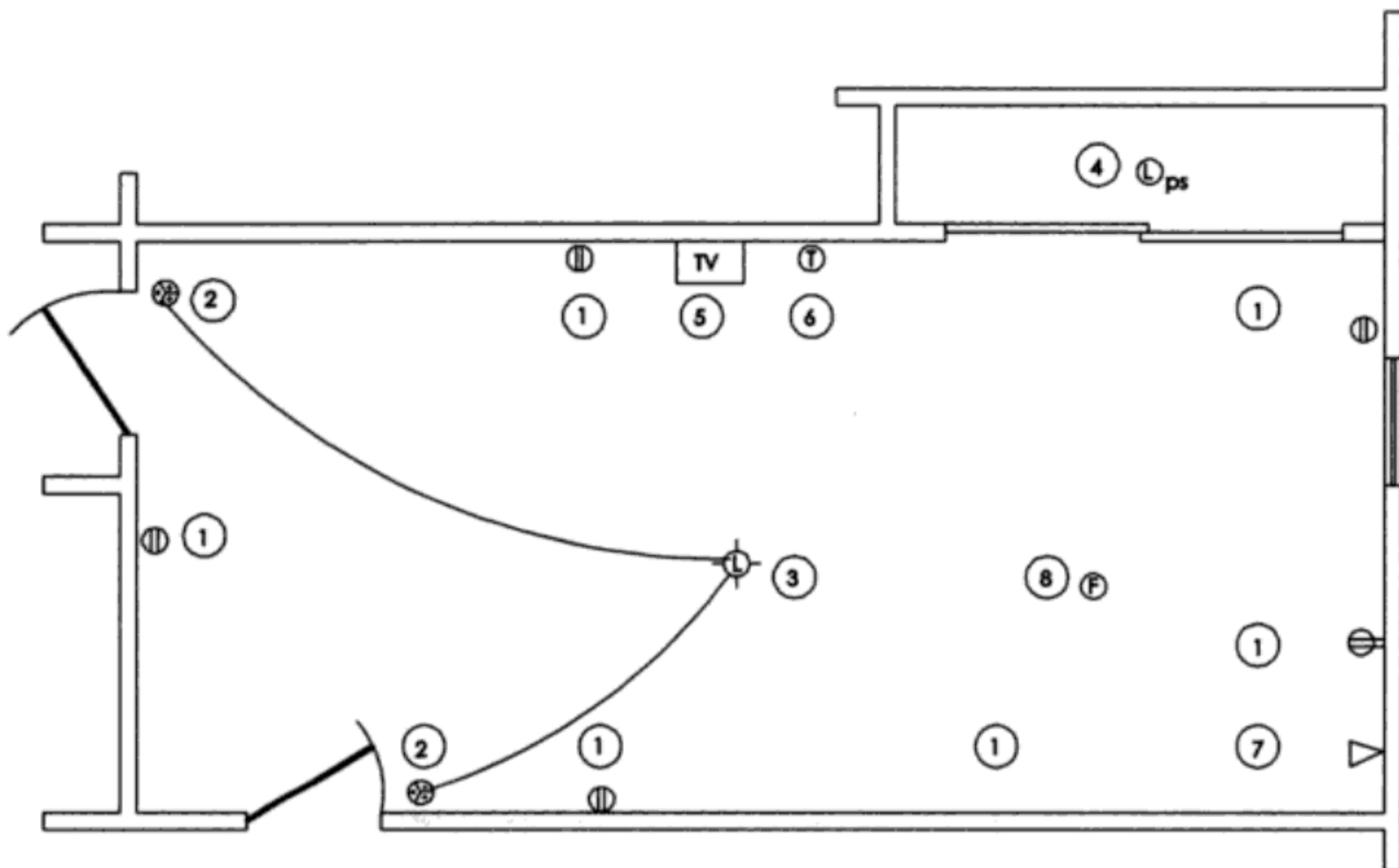


1. Seis contactos dobles.
2. Dos apagadores de tres vías.
3. Salida para alumbrado incandescente.
4. Salida para alumbrado incandescente y apagador de cadena.
5. Salida para TV.
6. Termostato.
7. Salida para teléfono.
8. Salida para ventilador.

SOLUCIÓN

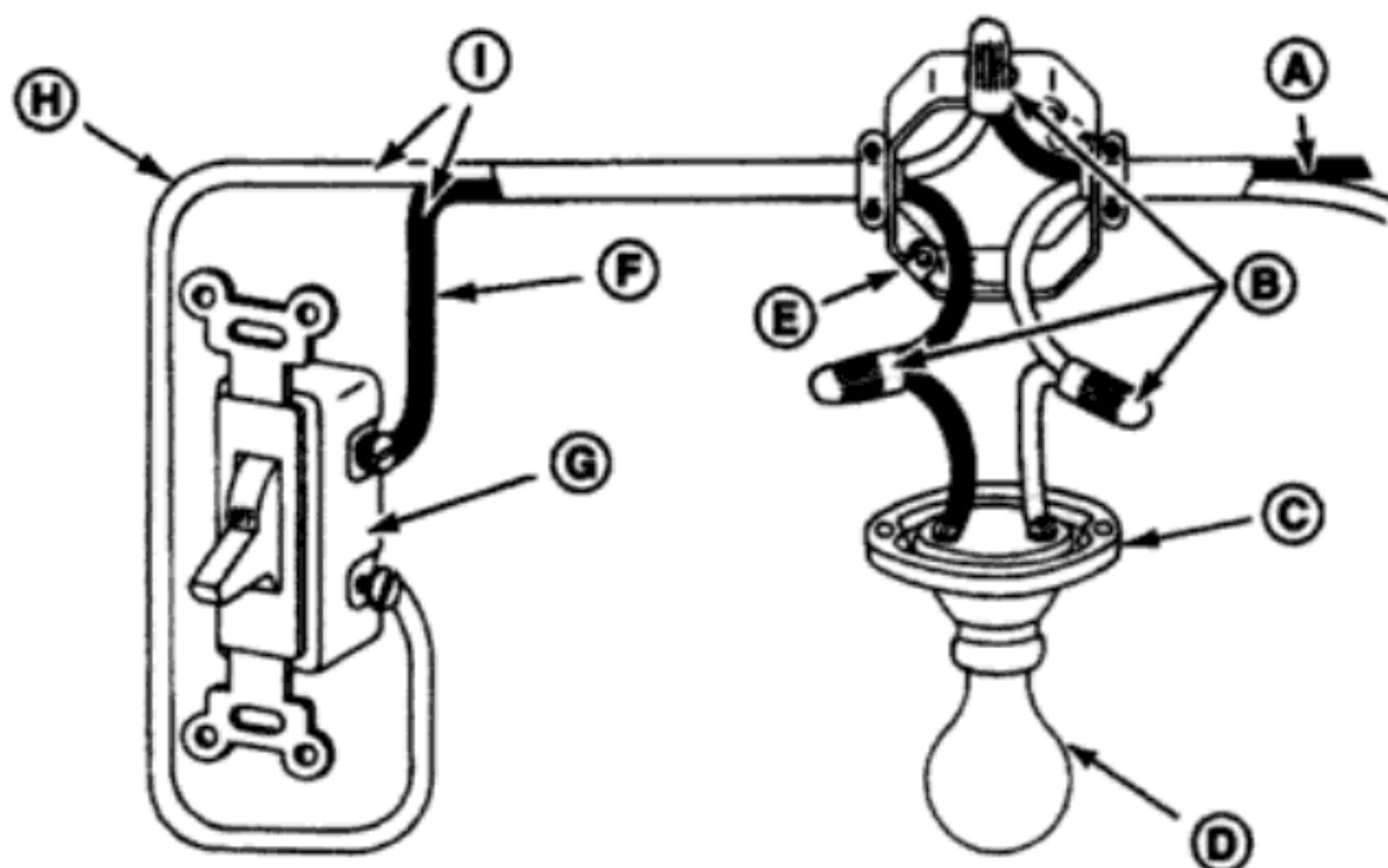


Usando la simbología convencional, el diagrama es el siguiente:



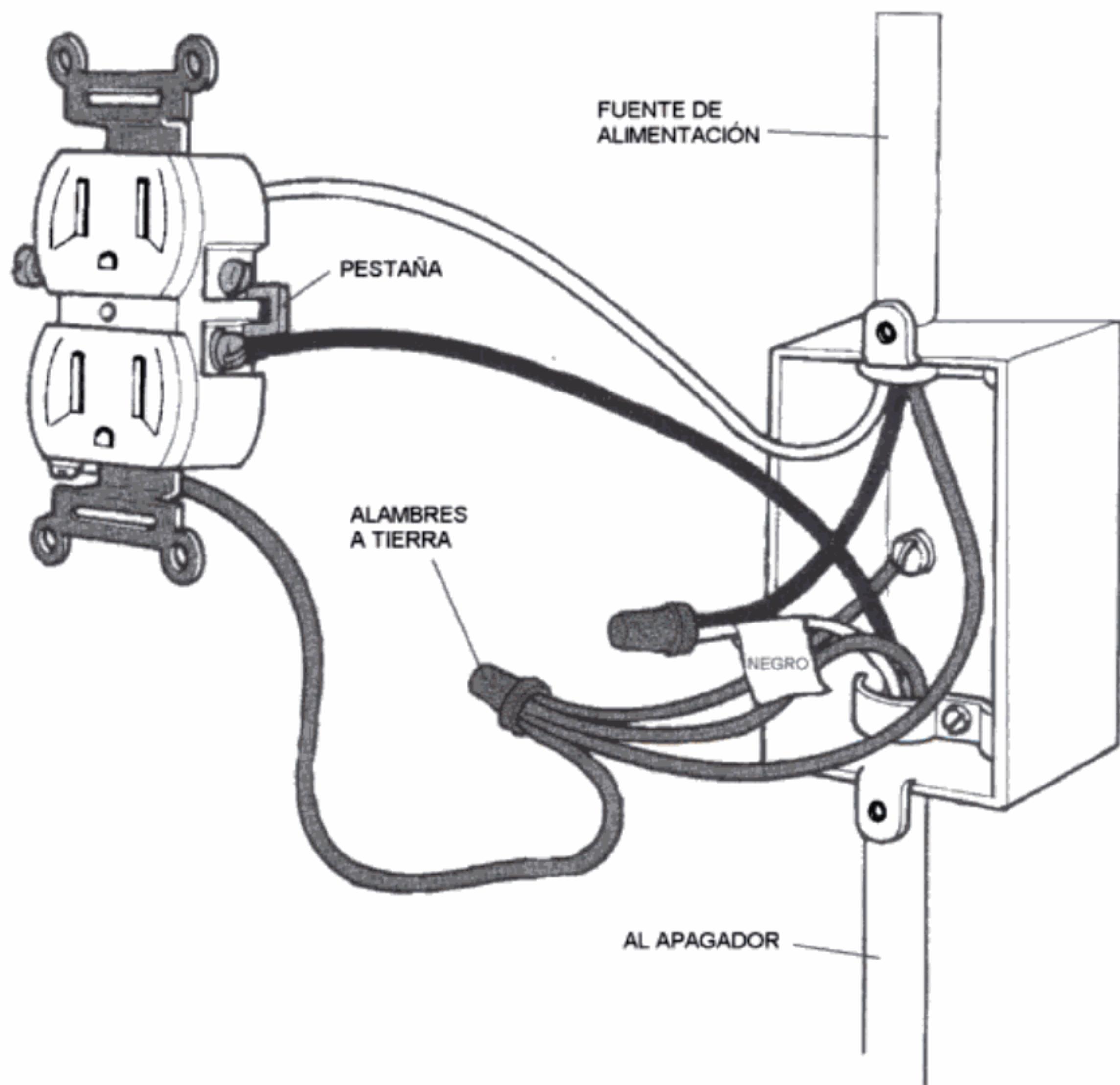
VISTA PARCIAL DE PLANTA

En la figura, se muestra el circuito de una lámpara controlada por un apagador sencillo. En la misma se identifican las distintas componentes que intervienen.

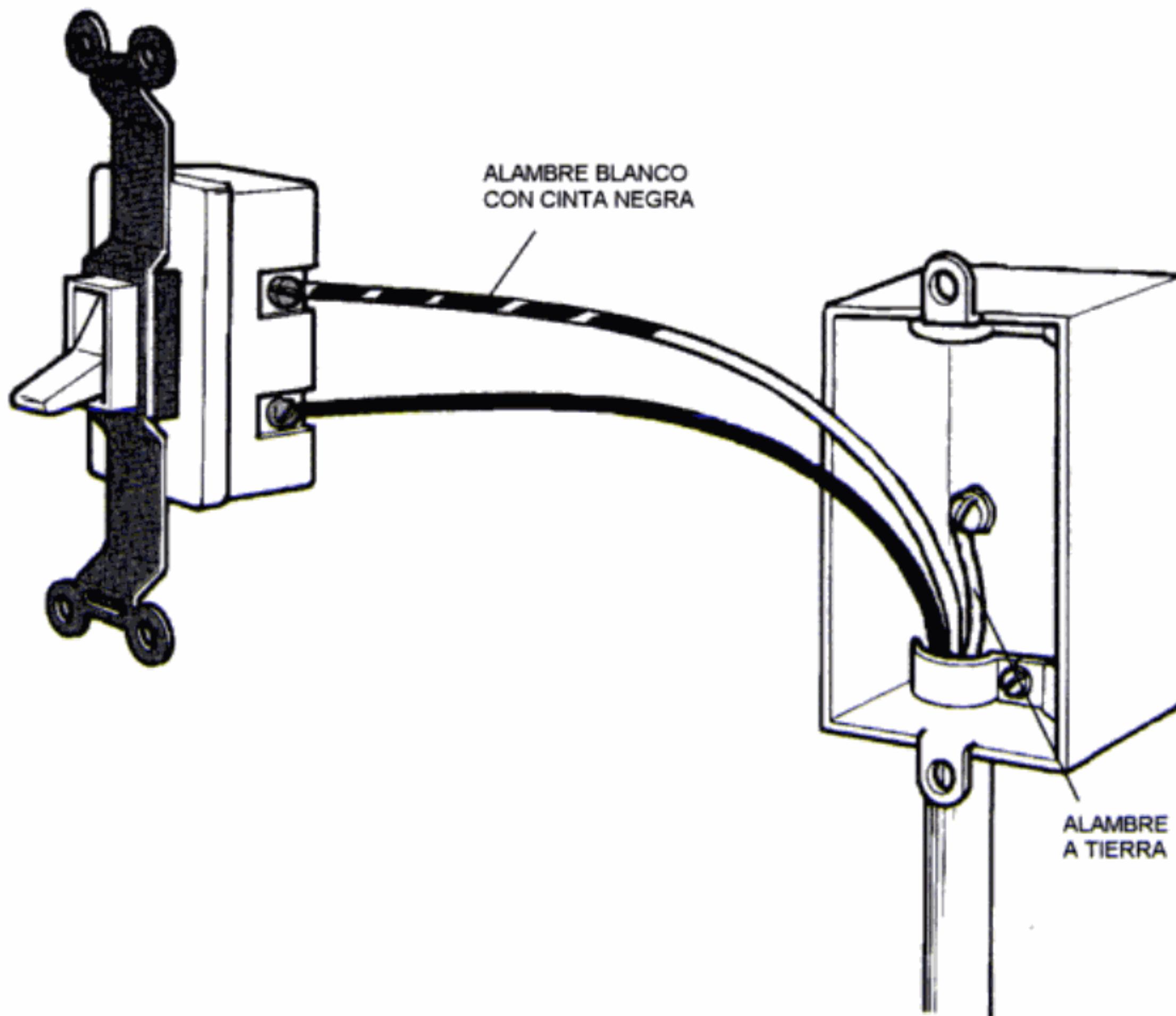


- B** Conectores.
- E** Caja de salida.
- G** Apagador.
- A** Alimentación.
- D** Lámpara.
- I** Conexiones malla del apagador.
- H** Conexión del apagador.
- F** Línea viva.
- C** Portalámpara.

SECUENCIA DE ALAMBRADO DE UN CONTACTO DOBLE Y UN APAGADOR



1 EL ALAMBRE BLANCO SE CONECTA EN UNO DE LOS LADOS DEL CONTACTO; EL CABLE NEGRO CON CORRIENTE, QUE VIENE DEL APAGADOR, SE CONECTA EN EL OTRO LADO DEL CONTACTO.

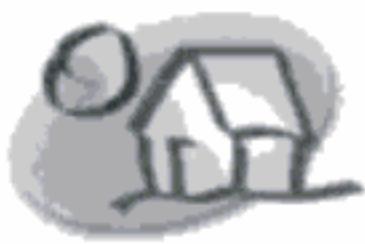


- 2** EL ALAMBRE BLANCO ENVUELTO EN CINTA NEGRA INDICA QUE ES UN ALAMBRE VIVO. EL ALAMBRE NEGRO TAMBIÉN ES ALAMBRE DE CORRIENTE. EL CABLE CON ENERGÍA SE PUENTEA DEL CONTACTO AL APAGADOR.



PLANOS Y DIAGRAMAS DE ALAMBRADO PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

3



3.1 INTRODUCCIÓN

En forma ideal, el diseñador eléctrico debería estar involucrado desde el principio en el diseño del proyecto, podría hacerlo mejor en ciertas situaciones que estuviera también implicado en la selección del sitio para el proyecto. En el caso de proyectos grandes, puede ser necesario llevar líneas de alta tensión al sitio del proyecto, esto puede tomar tiempo y el propietario tiene que pagar parte del costo, en este caso, el diseñador es la persona más apropiada para discutir la situación con la compañía suministradora de energía eléctrica, de hecho, todas las compañías, como las de gas natural (entubado), teléfonos, drenaje municipal, etcétera, requieren de negociaciones para determinar las condiciones de los contratos desde el inicio de un proyecto.

Antes de comenzar con el arreglo o disposición de los servicios para la instalación eléctrica, el diseñador requiere tener cierto tipo de información.

1. Determinar si se encuentra disponible el suministro o servicio de energía eléctrica, en caso de que no, se deben hacer arreglos con la compañía de suministro para extender el servicio hasta el punto de instalación en el sitio del edificio. Los proyectos grandes pueden requerir servicios en alta tensión y con mayor potencia que los servicios existentes pueden suministrar. Cada una de estas situaciones requiere de coordinación con la compañía suministradora, tan pronto como sea posible, dentro de la concepción del proyecto, considerando los costos adicionales que se deben tomar en cuenta.
2. Obtener una lista del propietario de todos los tipos de equipos, aparatos del hogar, etcétera, que van a ser usados en la casa o edificio a

proyectar, y que requerirán del servicio de energía eléctrica. En la medida que el diseñador conoce mejor los datos del proyecto, puede determinar qué información adicional va a ser necesario pedir a los fabricantes el equipo.

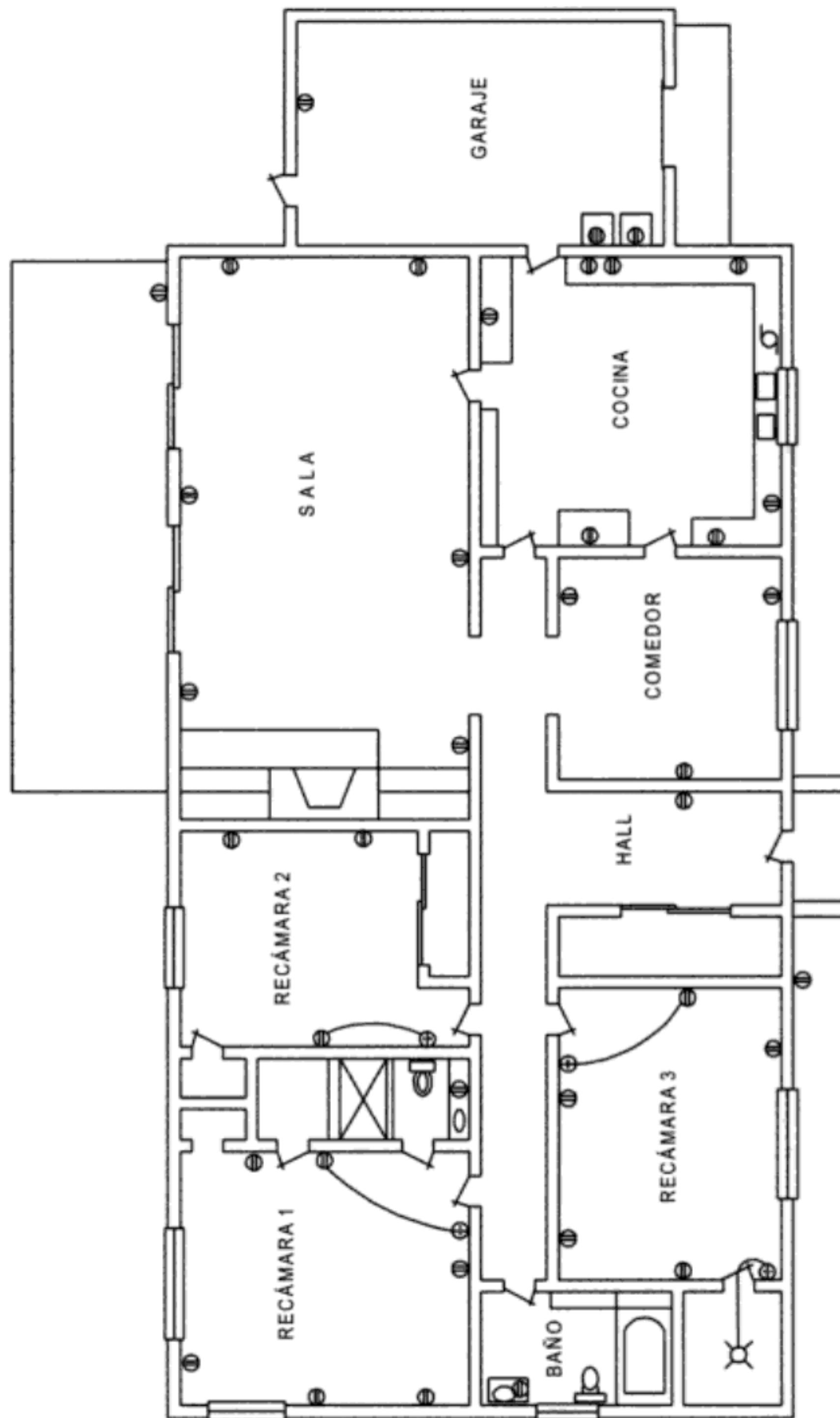
3. Trabajando conjuntamente con el diseñador arquitectónico, localizar todos los equipos y aparatos sobre un dibujo en planta. En los edificios comerciales esta actividad requiere de varias reuniones con los arquitectos, propietarios y representantes de los fabricantes.
4. Revise con el arquitecto dónde se debe localizar el equipo mecánico básico, tal como el tablero de servicio, los tableros de alumbrado y fuerza, los tubos conduit, charolas, etcétera.
5. Discutir con los propietarios cuáles son los planes futuros de expansión, a fin de hacer las previsiones necesarias en cuanto al dimensionamiento de la instalación.



3.2 EL DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

El diseño del sistema se inicia elaborando planos de planta de la casa o edificio a proyectar o disponiendo de ellos en forma impresa. Para esto, se puede aplicar un procedimiento paso a paso, que se inicia con la elaboración de un plano del área de la edificación en donde se va a realizar el proyecto, donde se muestren todas las partes en que habrán salidas para contactos eléctricos, salidas para luminarias, apagadores, etcétera. A partir de esto, se elaboran planos o dibujos de localización de contactos, lámparas y apagadores, para de esta manera poder trazar los circuitos derivados.

1. Se hace la localización de contactos de distintos tipos, según sea la aplicación, haciendo uso de la simbología convencional y también se deben localizar los apagadores, de acuerdo al accionamiento de los contactos con apagador, como se muestra en la figura:



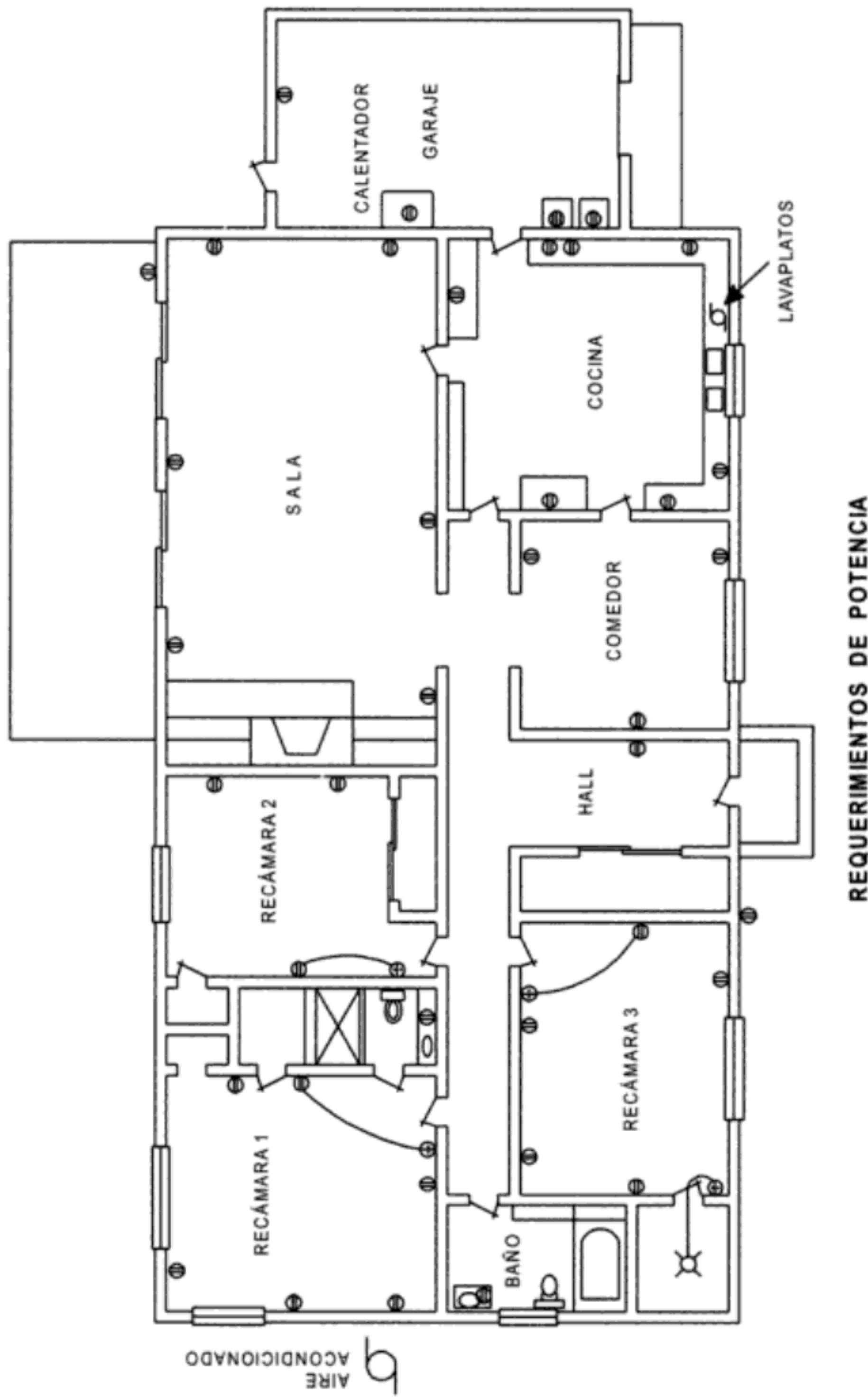
LOCALIZACIÓN DE APAGADORES Y CONTACTOS

2. En el mismo plano, se deben localizar todas las conexiones y salidas para aparatos del hogar y equipos. Esto se debe hacer en estrecha coordinación con el diseñador arquitectónico, dado que cada aparato y equipo se debe conocer para la correcta localización de los contactos, muchas veces los planos no muestran todo lo que se debe instalar.

Especificamente, el diseñador arquitectónico debe preguntar la lista de aparatos y equipos, ya sea por escrito o sobre un dibujo, para que exista una completa coordinación, como referencia se puede dar la siguiente lista:

- Aparato.
- Aire acondicionado centralizado.
- Lavadora de ropa.
- Secadora de ropa.
- Humidificador.
- Bomba de calor.
- Plancha manual.
- Lámparas incandescentes.
- Lámparas fluorescentes.
- Radio.
- TV.
- Horno eléctrico.
- Horno de microondas.
- Radio.
- Refrigerador.
- Calentador eléctrico de agua.

Algunos requerimientos típicos para aparatos se muestran en la figura siguiente:

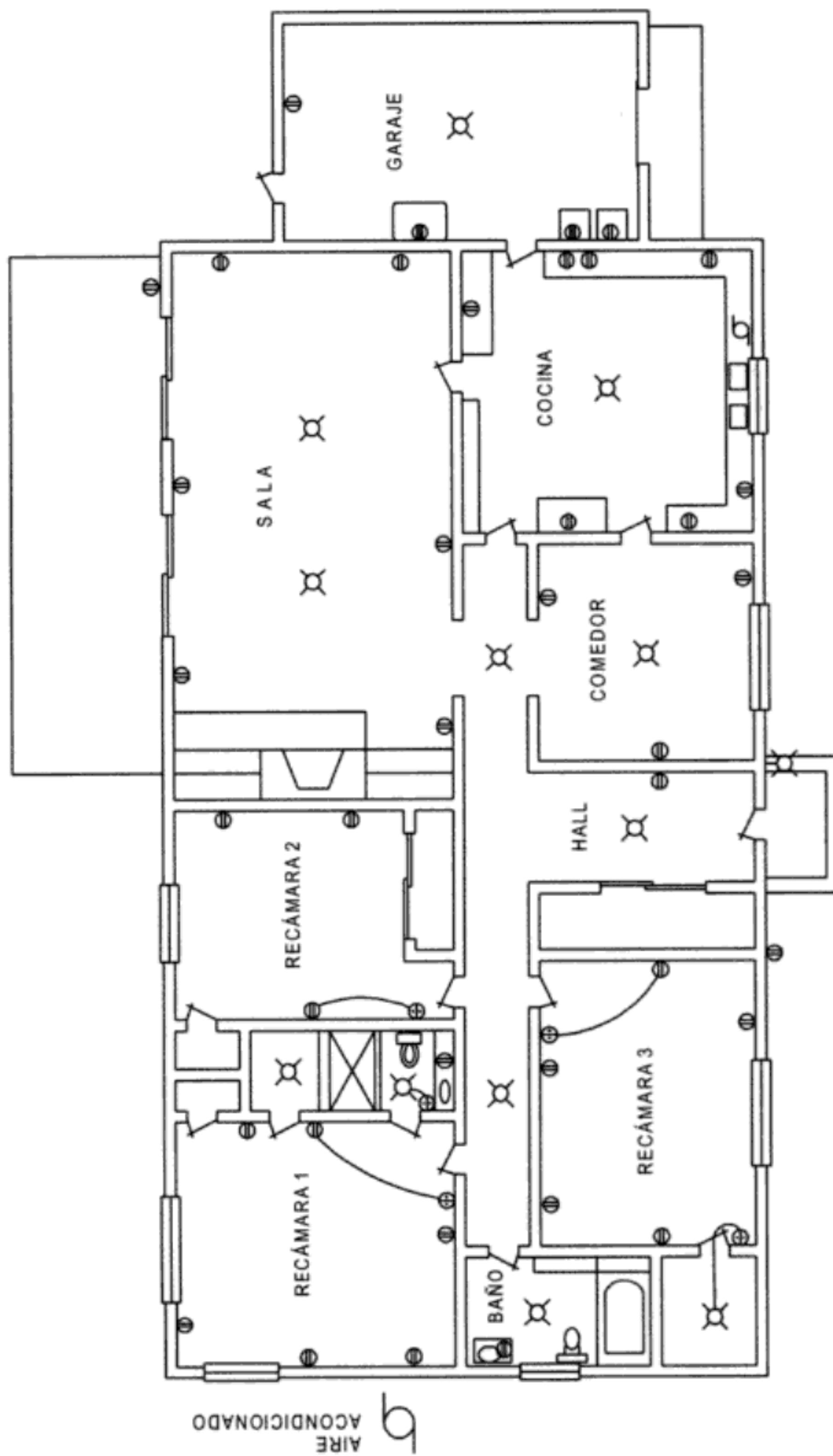


Para tener una idea de orden de magnitud del consumo de algunos aparatos usados en casas-habitación, de acuerdo a la lista de verificación, se dan los datos siguientes:

APARATO	CONSUMO EN WATTS
Aire acondicionado centralizado	3000 – 5000
Lavadora de ropa	4000 – 8000
Secadora de ropa	4000 – 8000
Aire acondicionado de ventana	800 – 1500
Humidificador	80 – 200
Bomba de calor	3000 – 6000
Plancha manual	500 – 1200
Lámparas incandescentes	10 – 250
Lámparas fluorescentes	15 – 60
Radio	40 – 150
Refrigerador	1500 – 5000
Horno eléctrico	4000 – 6000
Televisión	200 – 400
Calentador eléctrico de agua	2000 – 5000

3. Localización de salida de alumbrado y luminarias

En un plano en planta para la casa-habitación, se debe localizar la disposición de las salidas de alumbrado o luminarias, indicando, en caso de ser posible, el tipo y potencia a consumir, esto se debe elaborar también en una lista por separado para que se use posteriormente cuando se agrupen los circuitos, la misma lista se puede incluir en las "especificaciones de luminarias" y en la compra de las mismas.



PLANTA DE DISPOSICIÓN DE LUMINARIAS

4. El arreglo de circuitos

Este puede ser con circuitos derivados individuales que alimentan a un sólo contacto, lámpara o equipo, o bien, un circuito derivado que alimenta a dos o más contactos, lámparas o aparatos. Los circuitos derivados pueden ser de 15 y 20 A para alimentar contactos, luminarias y aparatos pequeños.

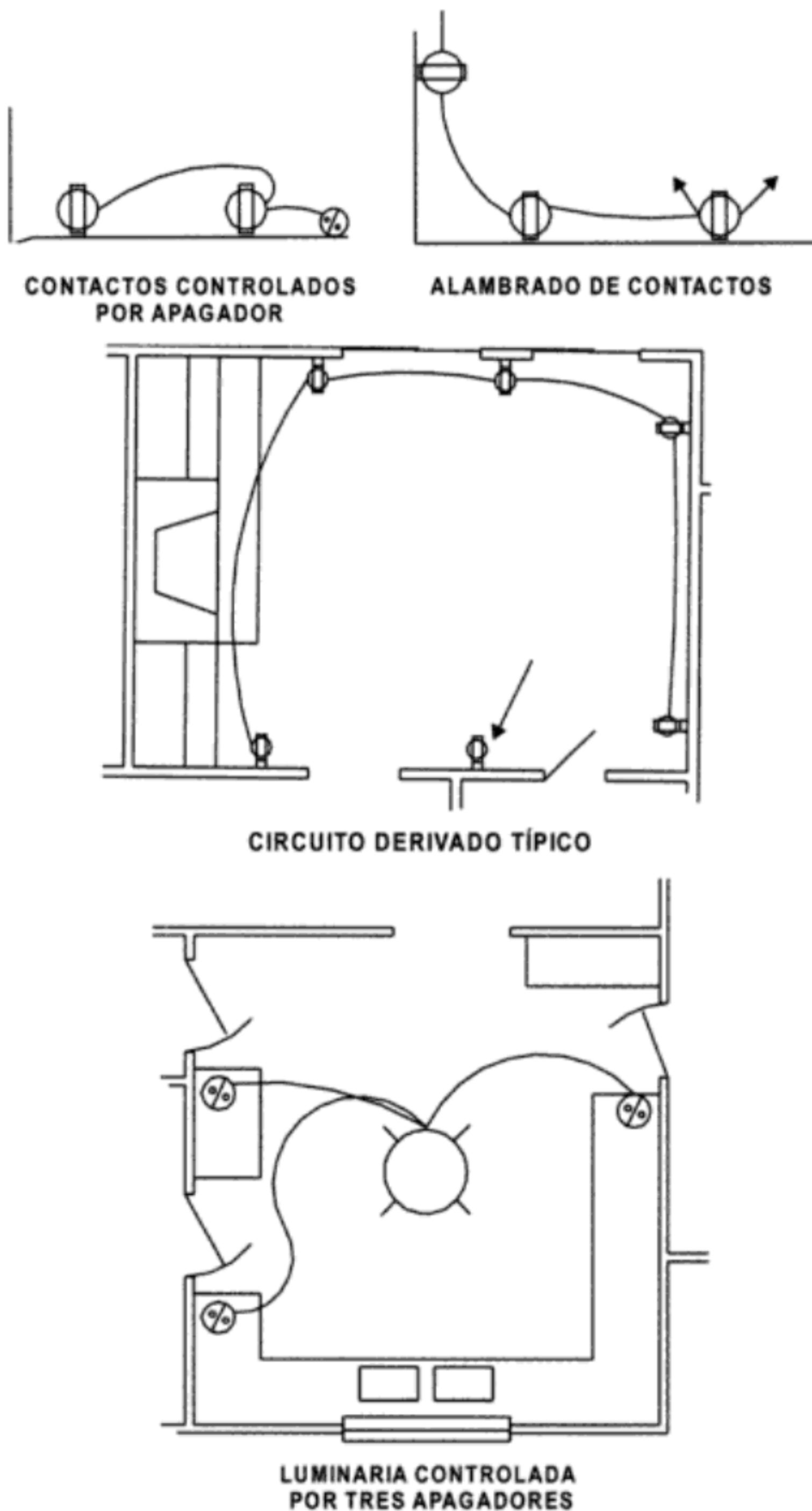
- a) Cuando el circuito alimenta aparatos fijos y luminarias, o bien, aparatos portátiles, el total de los aparatos fijos no debe ser mayor al 50% de la capacidad del circuito derivado, suprimiendo un circuito derivado de 15 A, 120 V, debe tener una capacidad mínima de: $15 \text{ A} \times 120 \text{ V} = 1800 \text{ W}$, en este caso, los aparatos fijos deben estar limitados a 900 W, dejando los otros 900 W disponibles para alimentar las luminarias o aparatos portátiles por el mismo circuito.

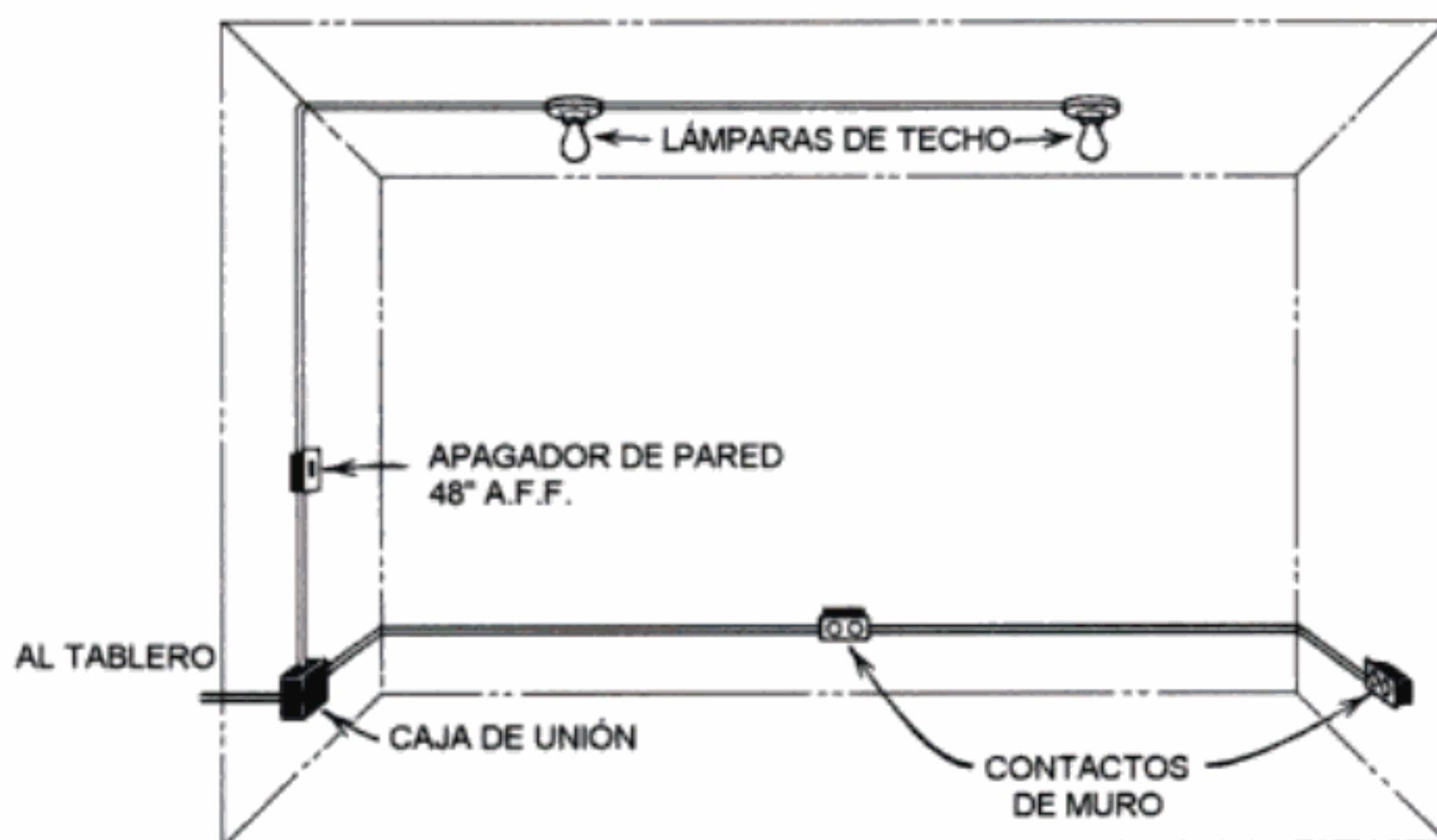
Un circuito derivado de 20 A y 120 V, debe tener un máximo de 2400 W.

- b) Cuando la carga en el circuito va a ser una carga de operación continua, tal como alumbrado de un almacén, entonces, la carga total no debe exceder al 80% de la capacidad del circuito. La carga de alumbrado puede incluir balastras, transformadores o autotransformadores que sean parte del sistema de alumbrado. Dado que un circuito derivado de 15 A tiene una capacidad de 1800 W, al limitar al 80% o 12 A y 1440 W, si el circuito derivado es de 20 A, 2400 W, se limitará a 16 A y 1920 W de carga conectada.
- c) Cuando una carga portátil se va a usar en un circuito, el límite para cualquiera de los aparatos es el 80% de la capacidad del circuito derivado.
- d) Los contactos se contabilizan como cargas de 1.5 A cada uno y se limitan al 80% de su capacidad, esta limitación en los circuitos derivados sólo sirve para los contactos a su capacidad dividida por 1.5 A.

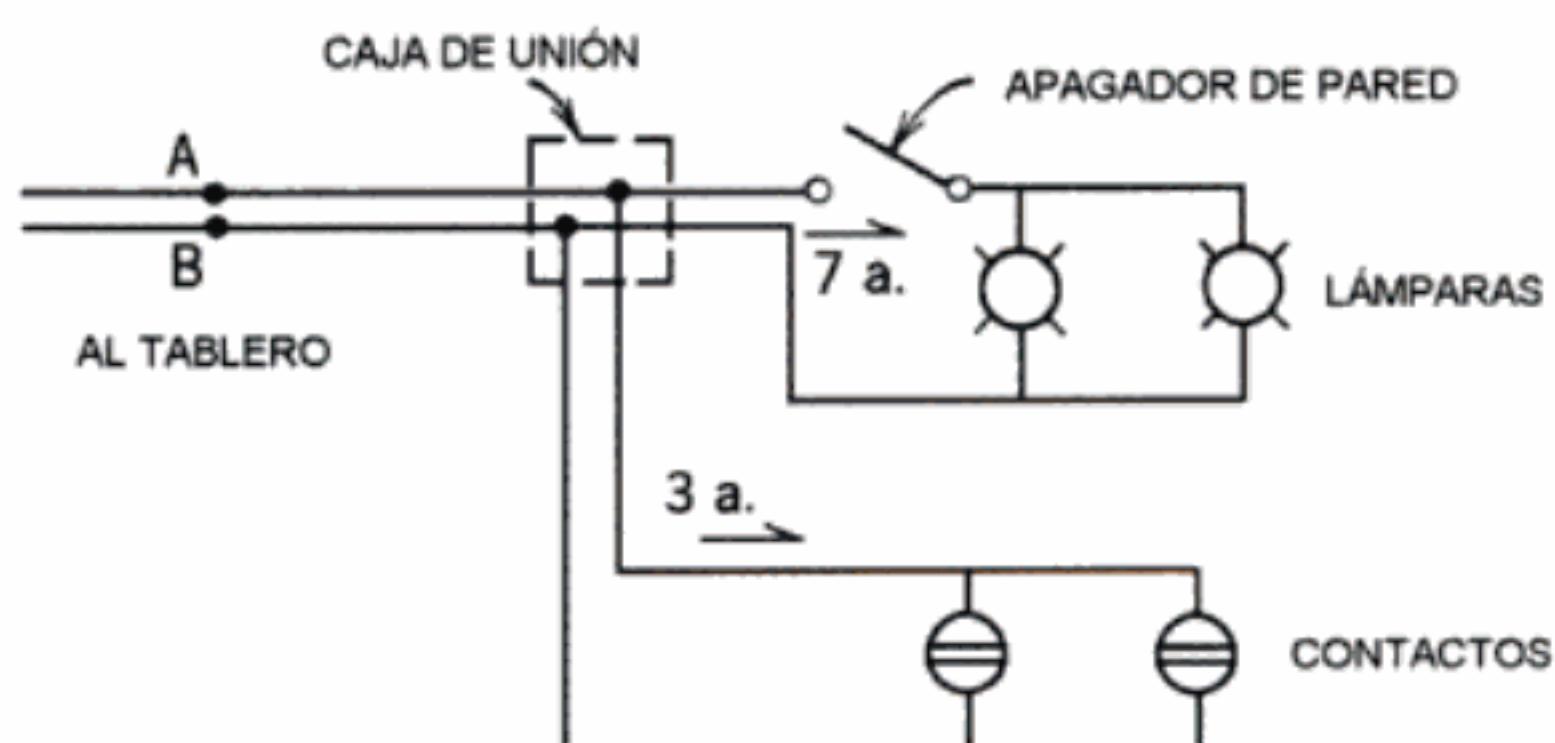
Por ejemplo, un circuito de 15 A se limita a un máximo de 8 salidas y un circuito de 20 A a 10 salidas.

- e) Para aparatos pequeños, se requiere de un mínimo de dos circuitos de 20 A en la cocina, área de lavado, comedor, sala y desayunador, esto adicionalmente a los otros contactos requeridos, sin que se conecten lámparas o aparatos fijos a estos contactos.

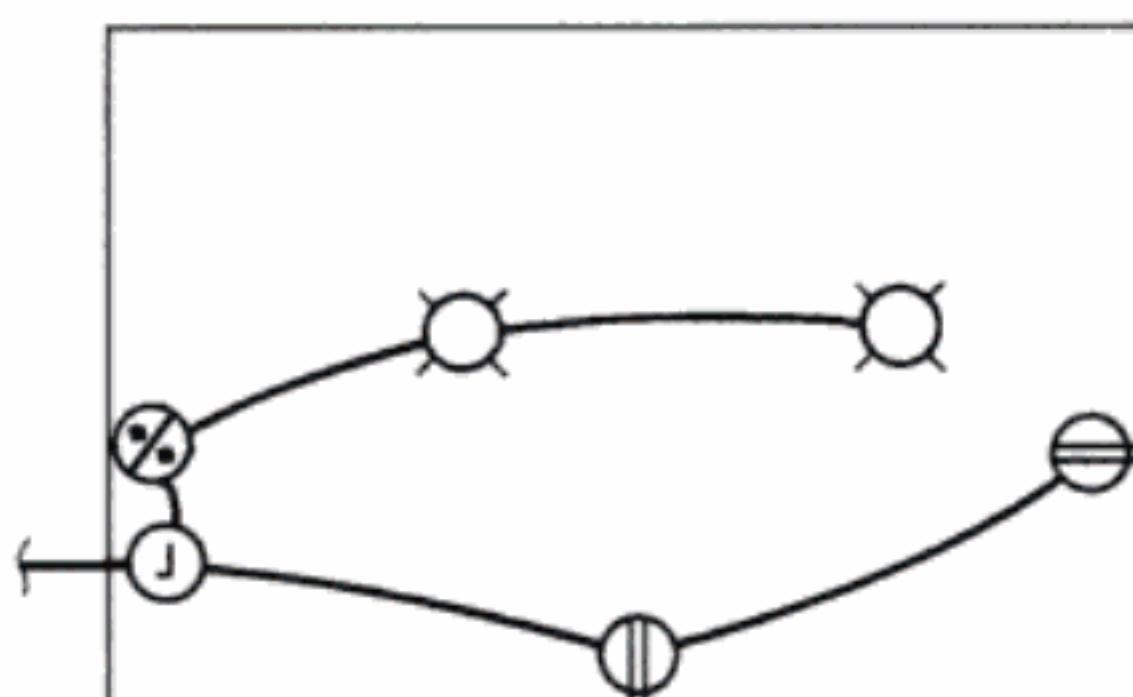




(a) DIAGRAMA FÍSICO



(b) DIAGRAMA ESQUEMÁTICO



(c) DIAGRAMA ARQUITECTÓNICO

ASPECTOS DE UNA PARTE DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

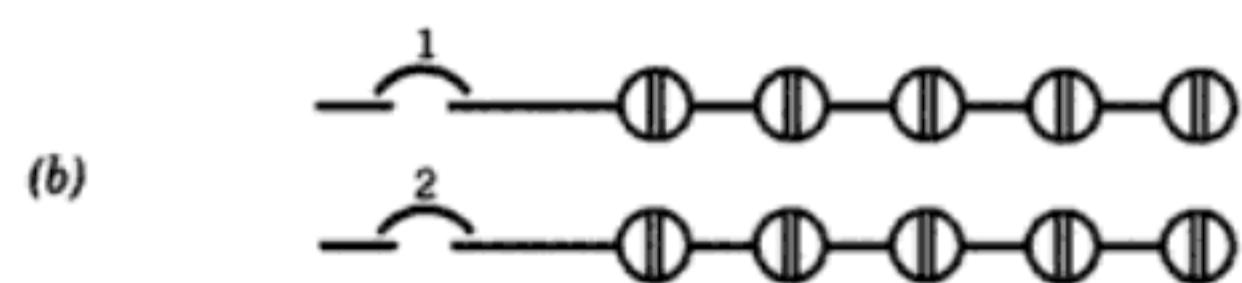
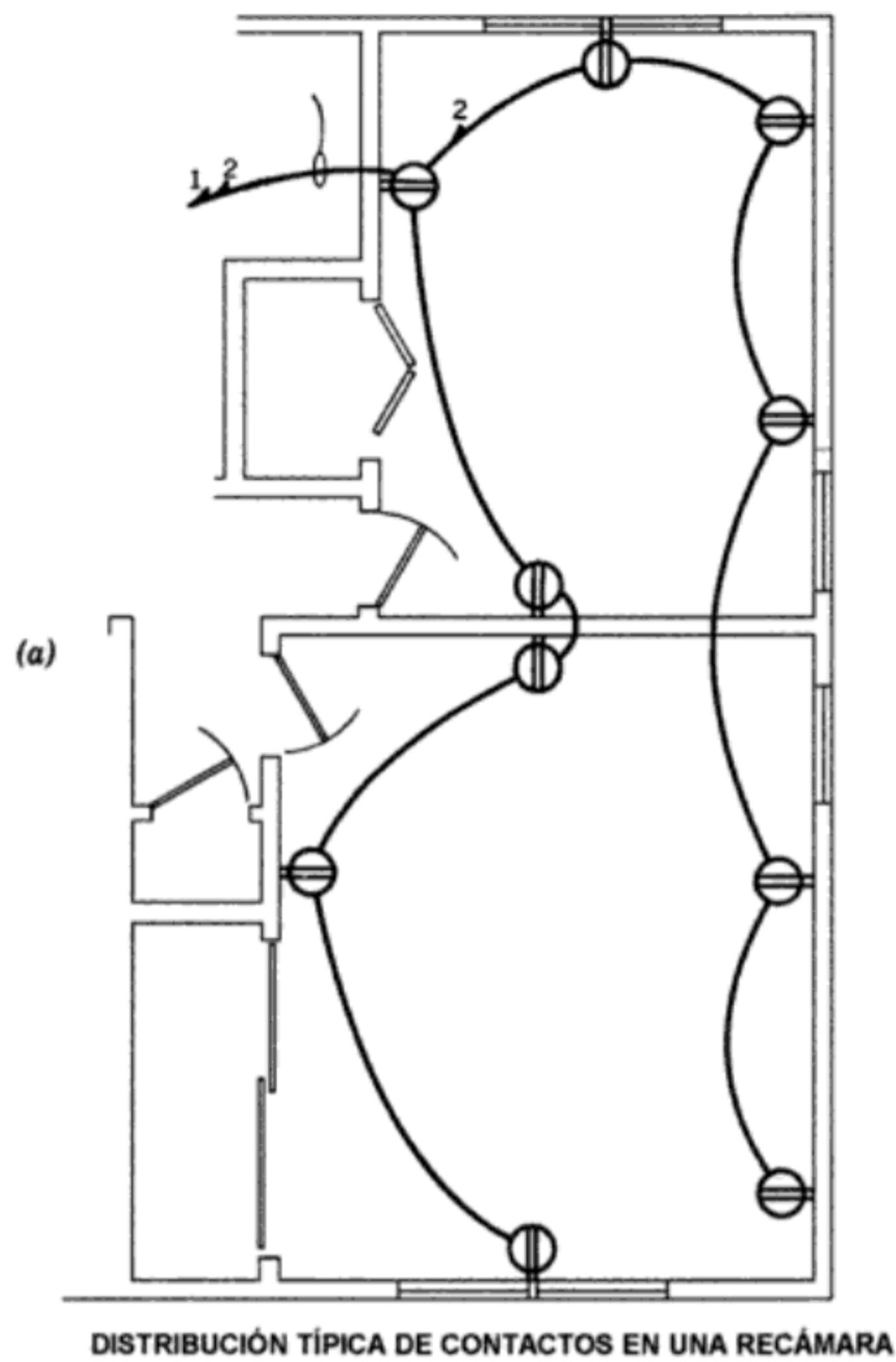
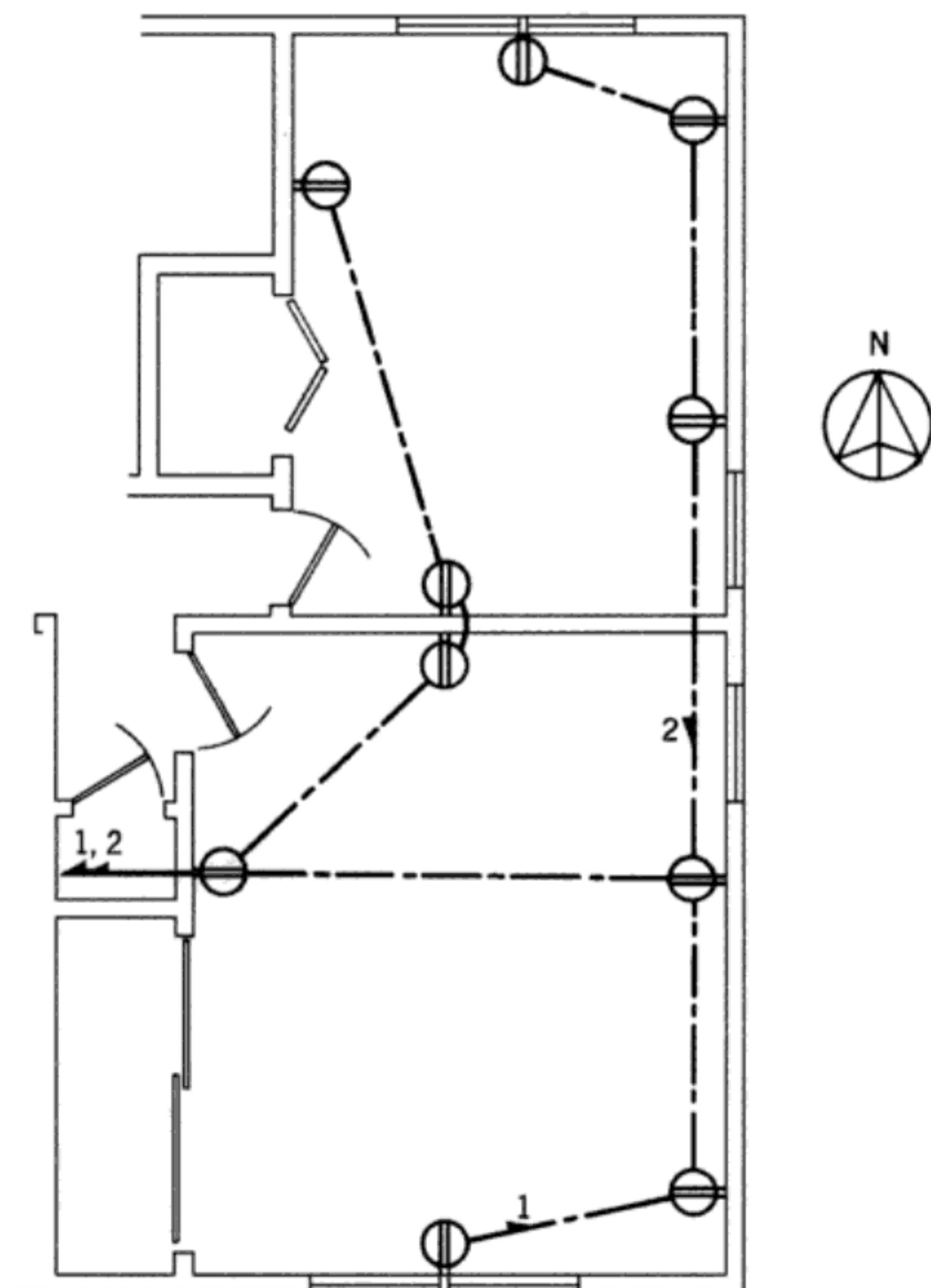
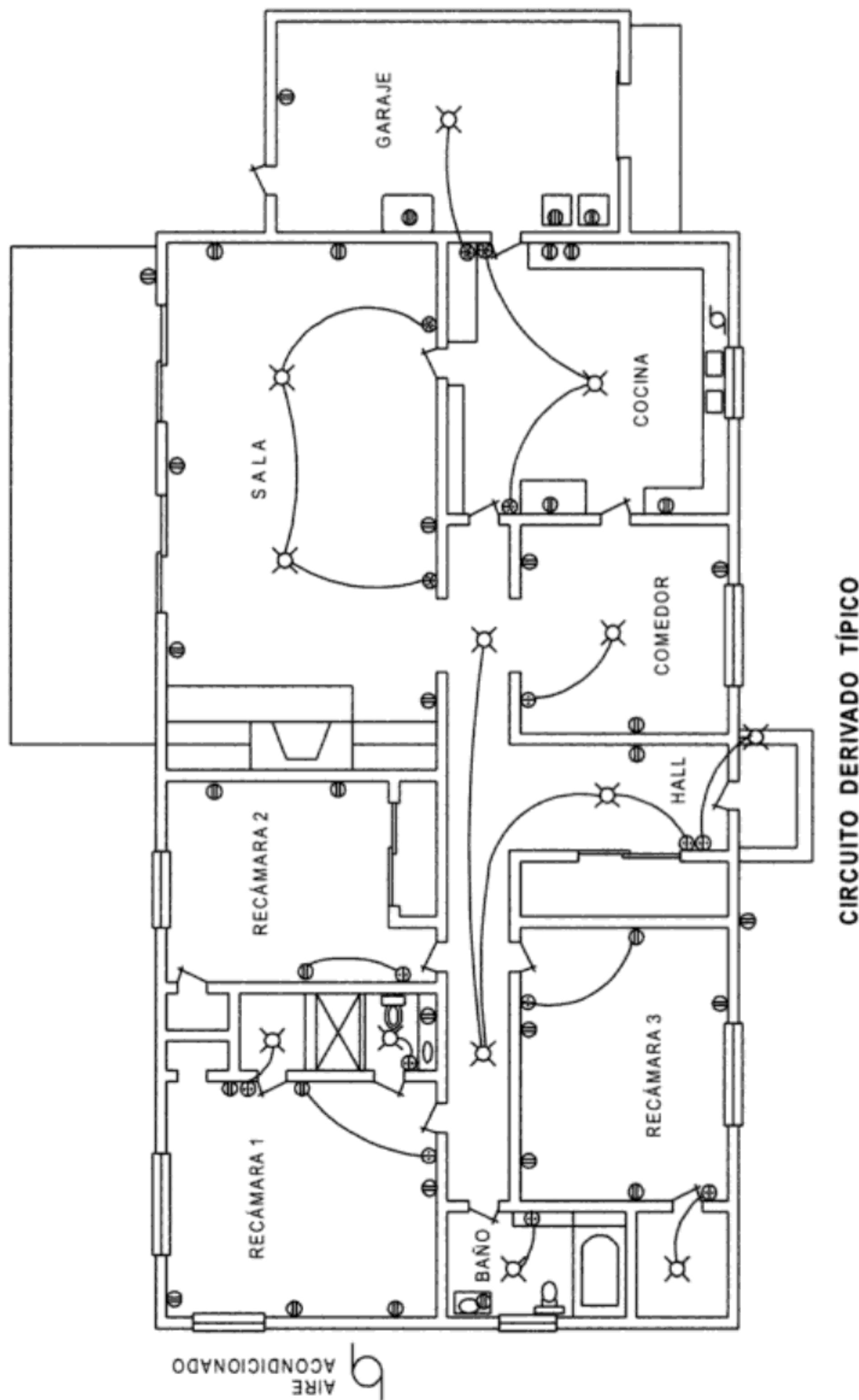


DIAGRAMA DE ALAMBRADO DE LOS CONTACTOS



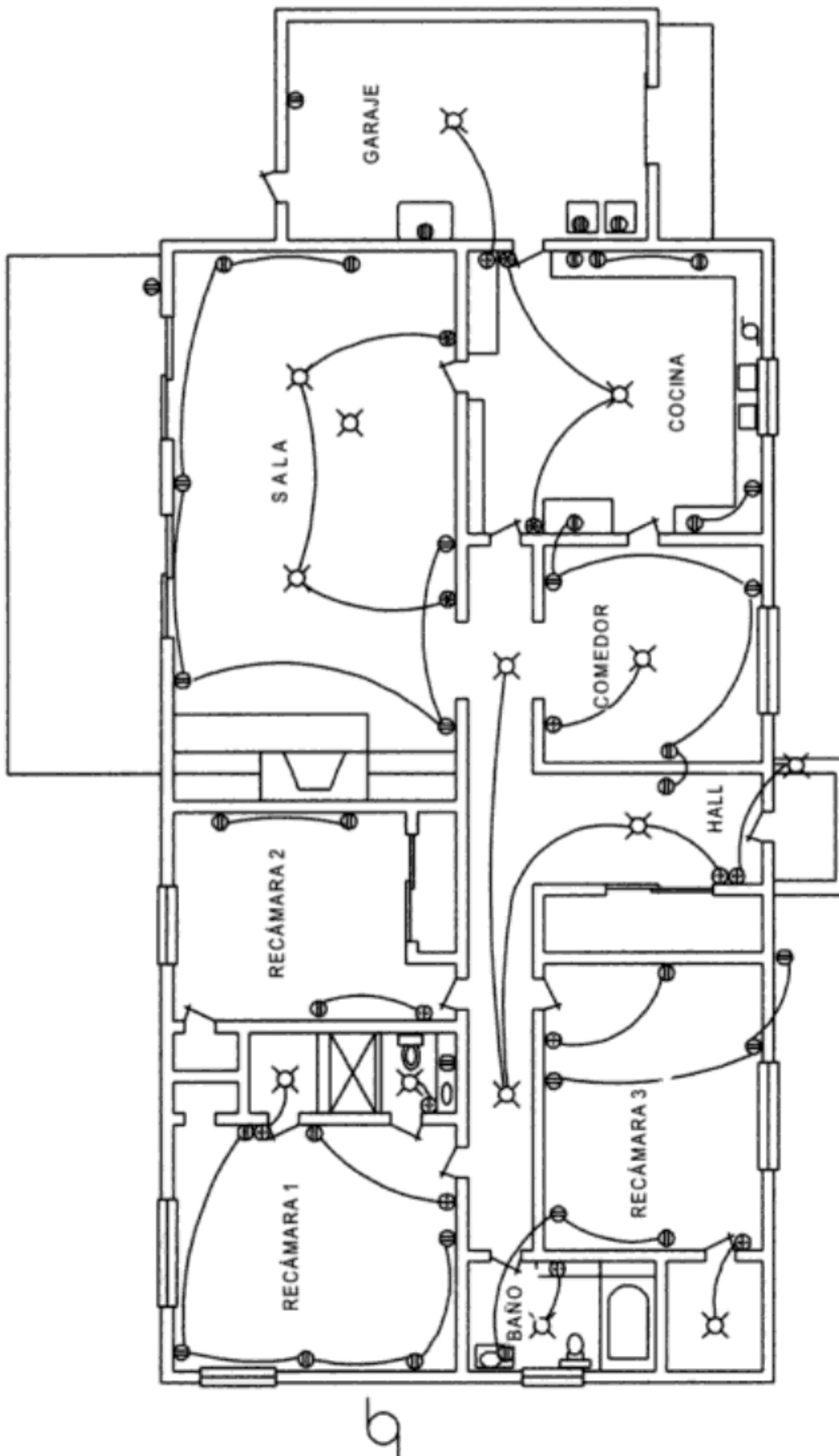
TRAYECTORIA DEL ALAMBRADO EN ESPACIOS CERRADOS
USANDO DISTRIBUCIÓN POR PISO

Una distribución típica de circuitos derivados se muestra en la siguiente figura, indicando sólo las trayectorias de algunos circuitos derivados en una casa-habitación.

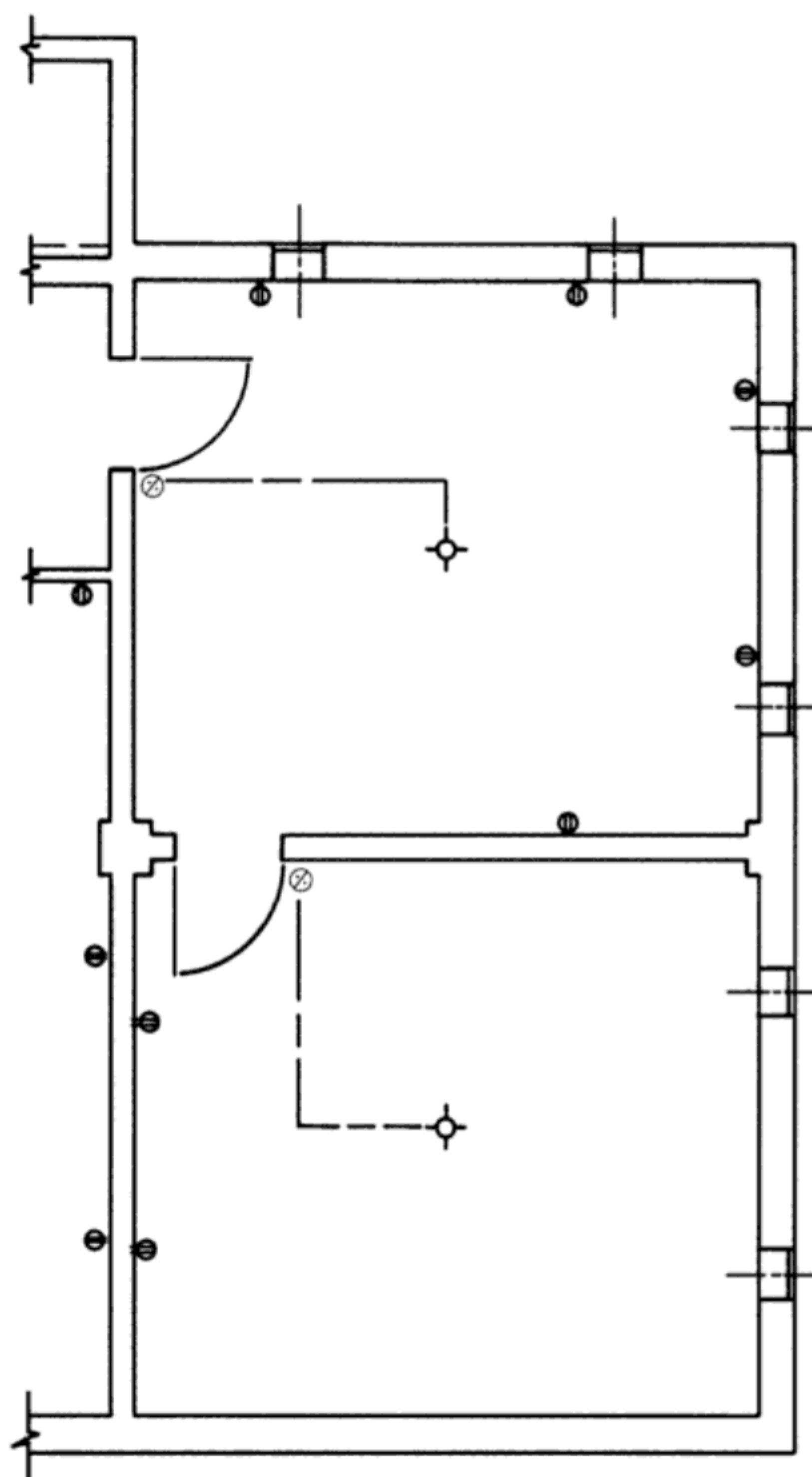


5. Arreglo de apagadores

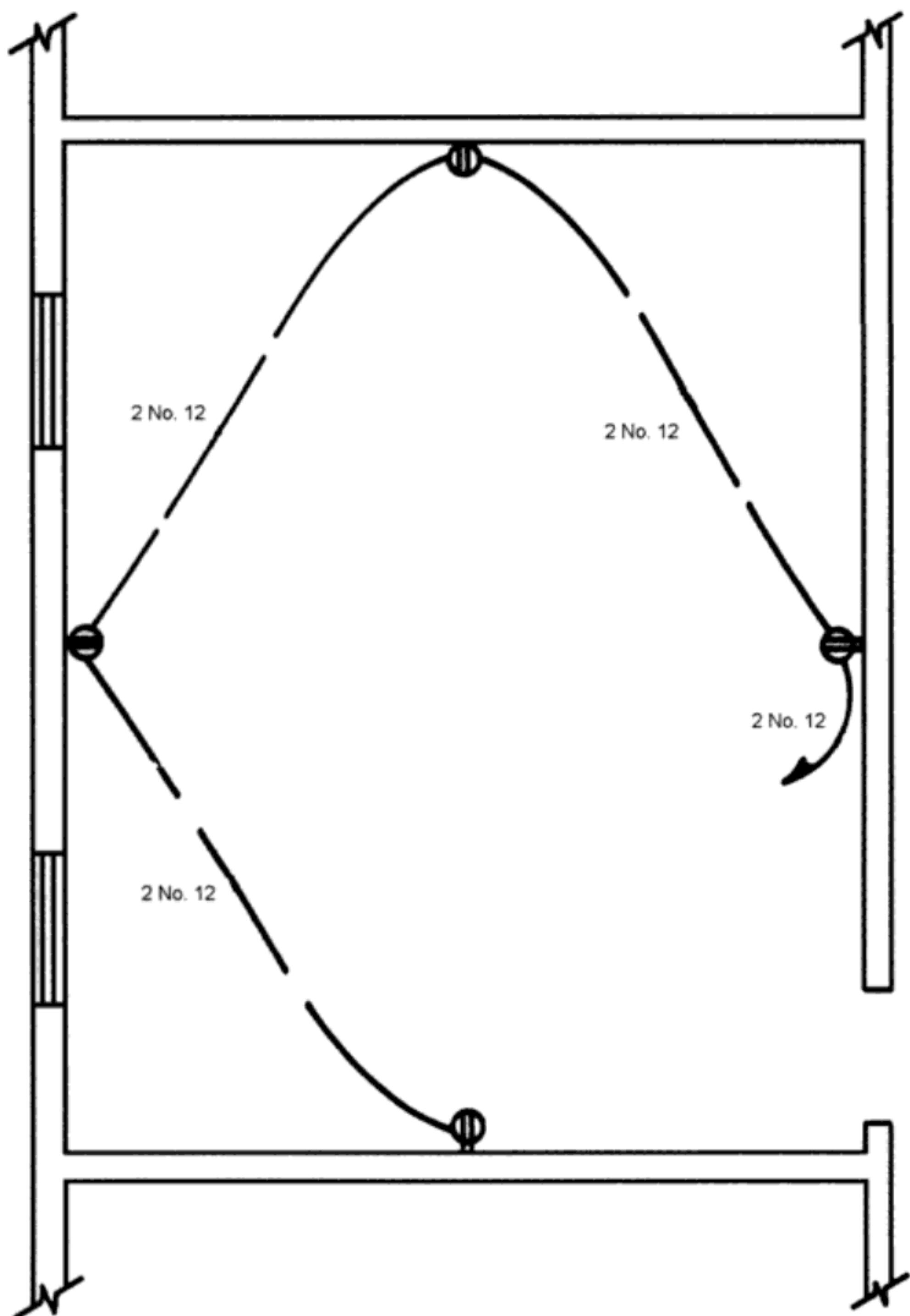
El arreglo de apagadores requerido para controlar las lámparas, aparatos, equipos y algunos contactos que se deseen, con todos los circuitos que se requieran agregar, se muestran en la siguiente figura:



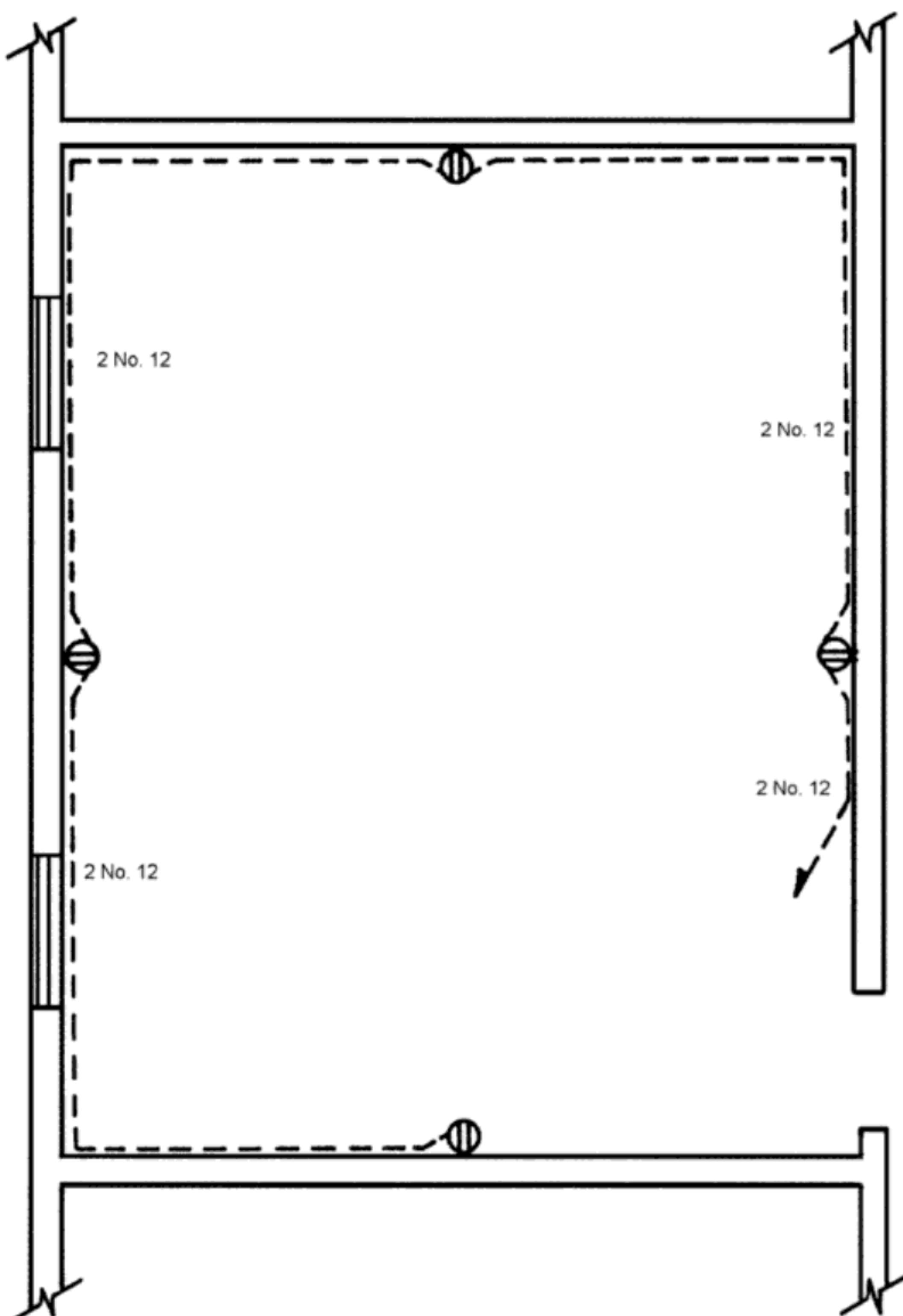
ALUMBRADO RESIDENCIAL



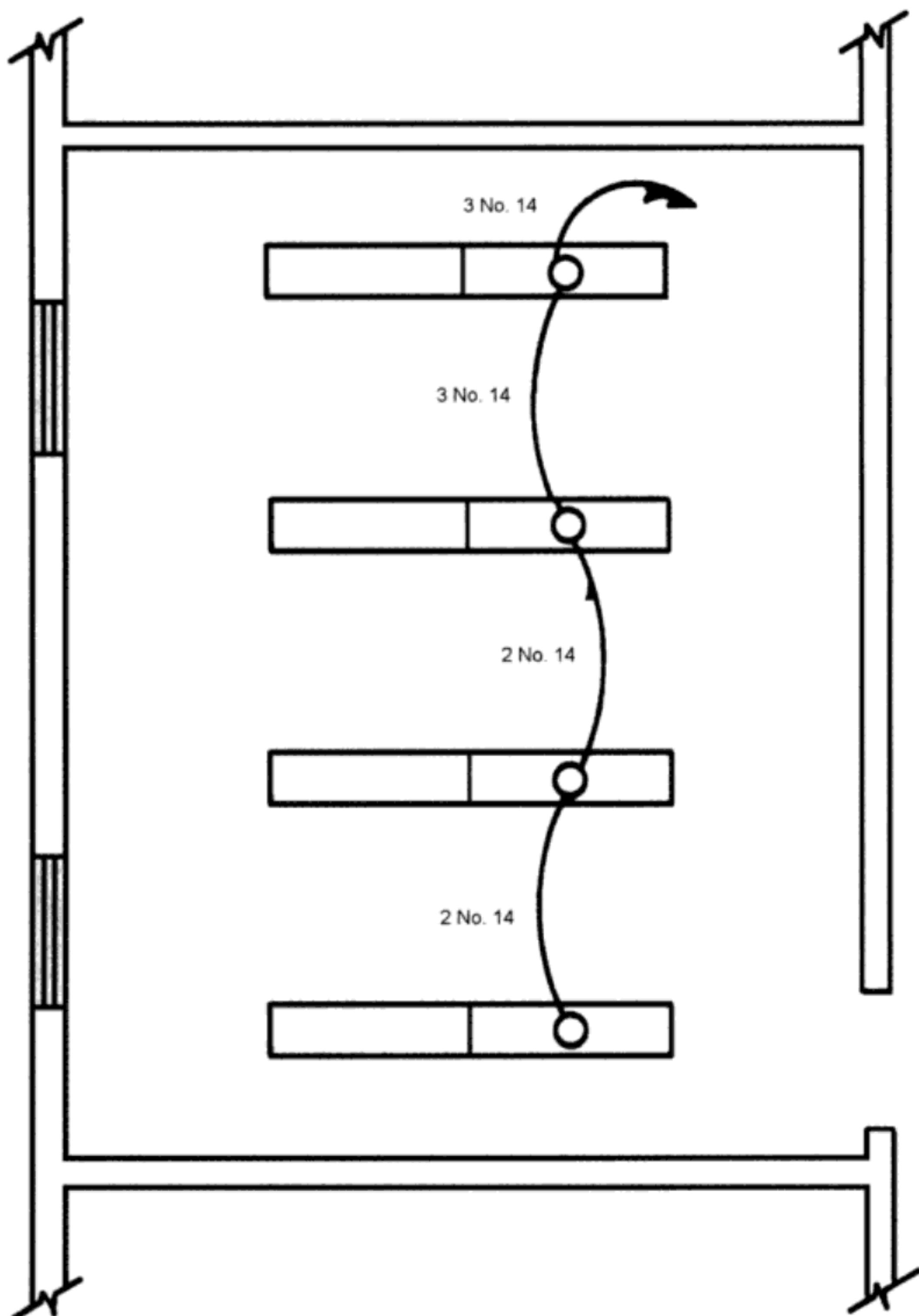
VISTA PARCIAL DE PLANTA DE LA LOCALIZACIÓN DE SALIDAS DE ALUMBRADO Y CONTACTOS



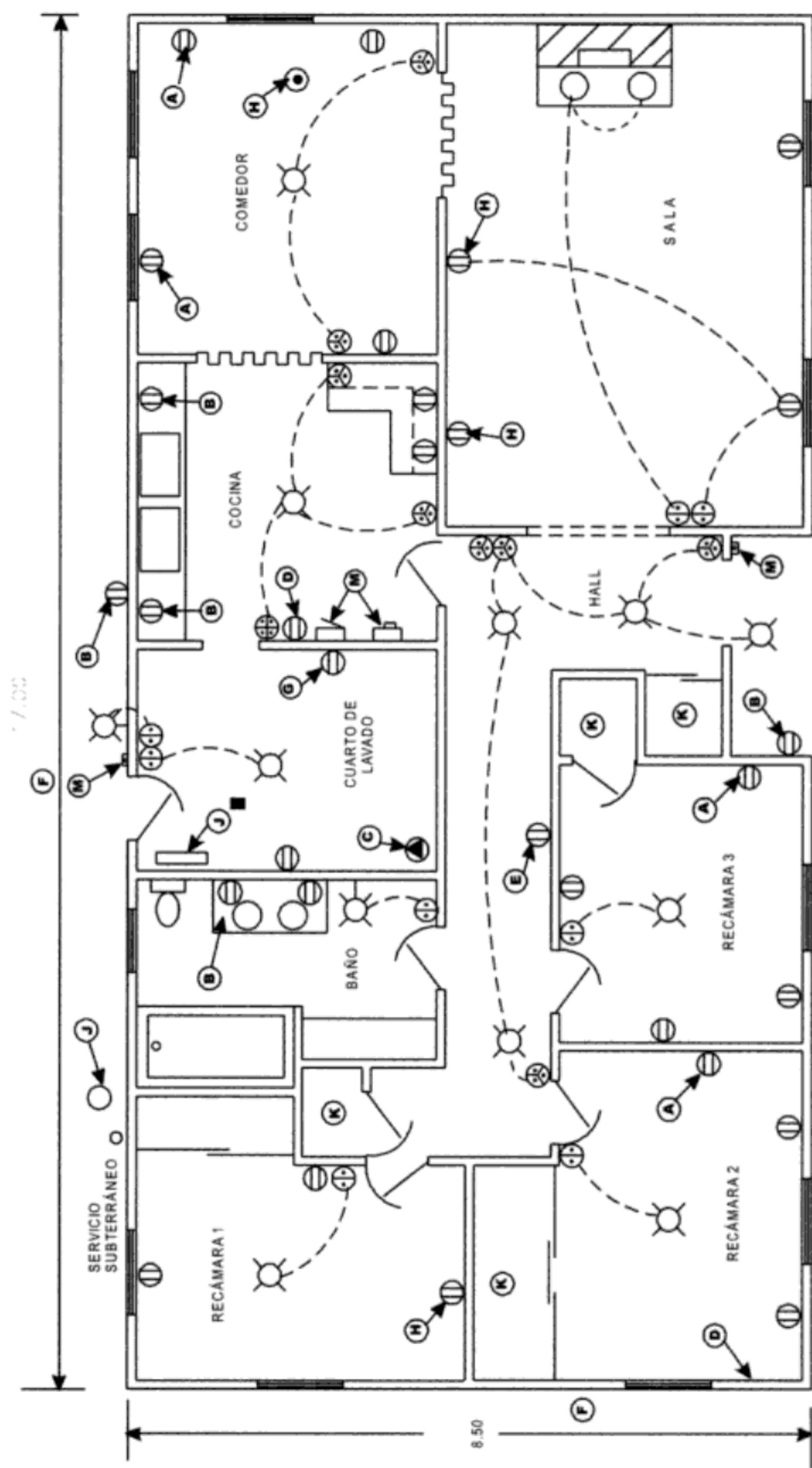
EJEMPLO DE CIRCUITO DERIVADO POR PISO



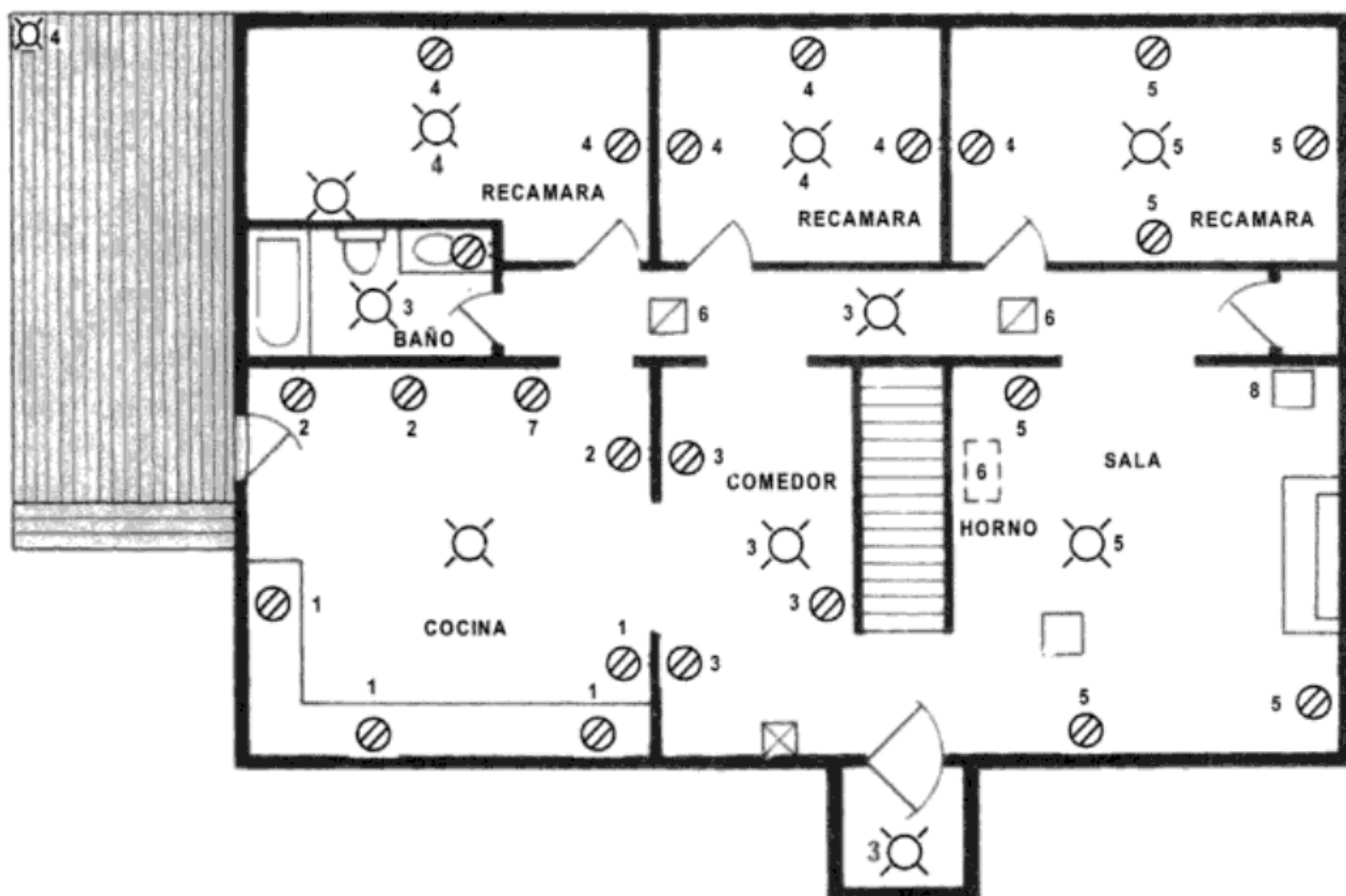
EJEMPLO DE REPRESENTACIÓN DE CIRCUITOS DERIVADOS



DOS CIRCUITOS DERIVADOS POR TECHO O MURO

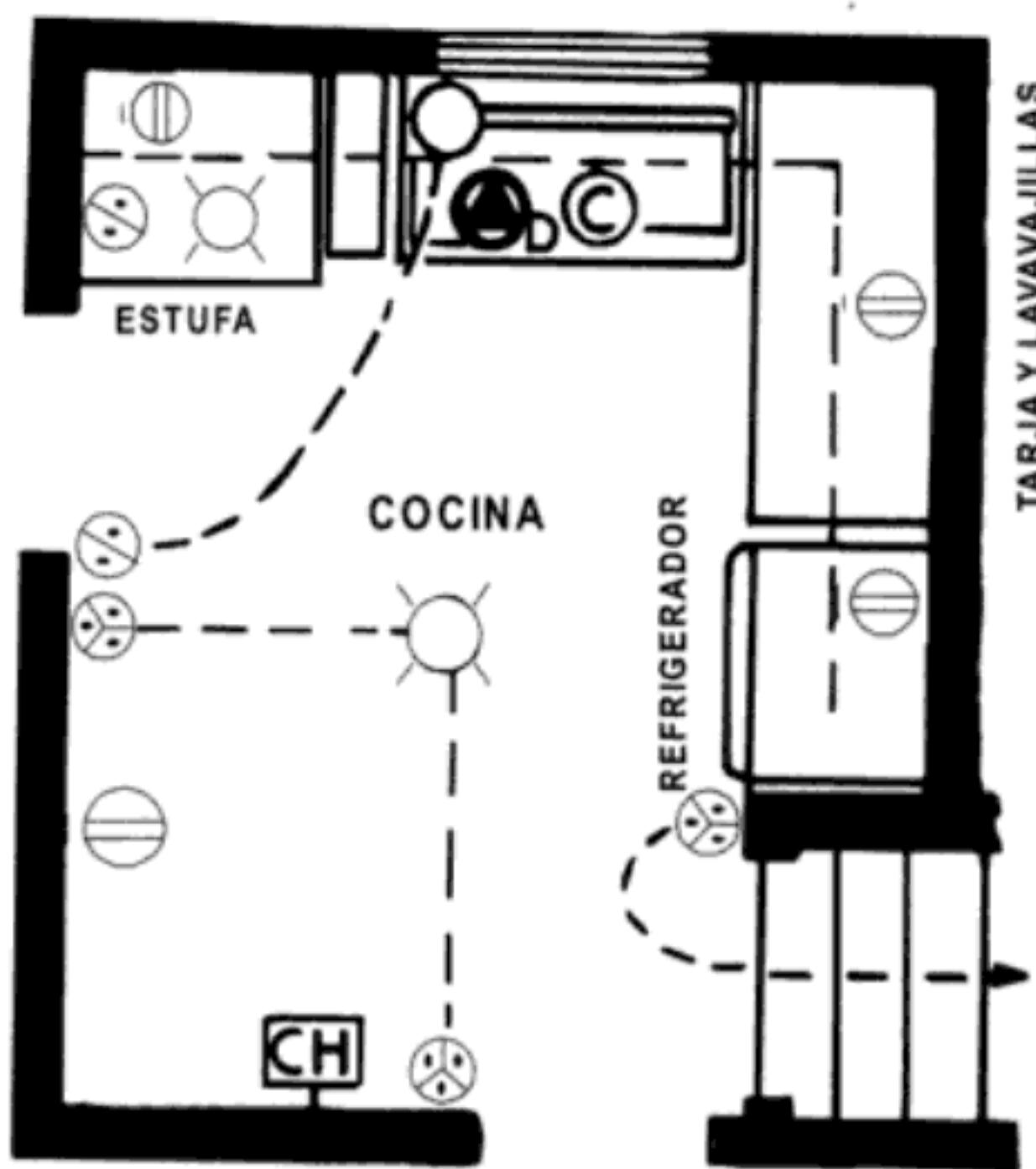


HABITACIÓN UNIFAMILIAR

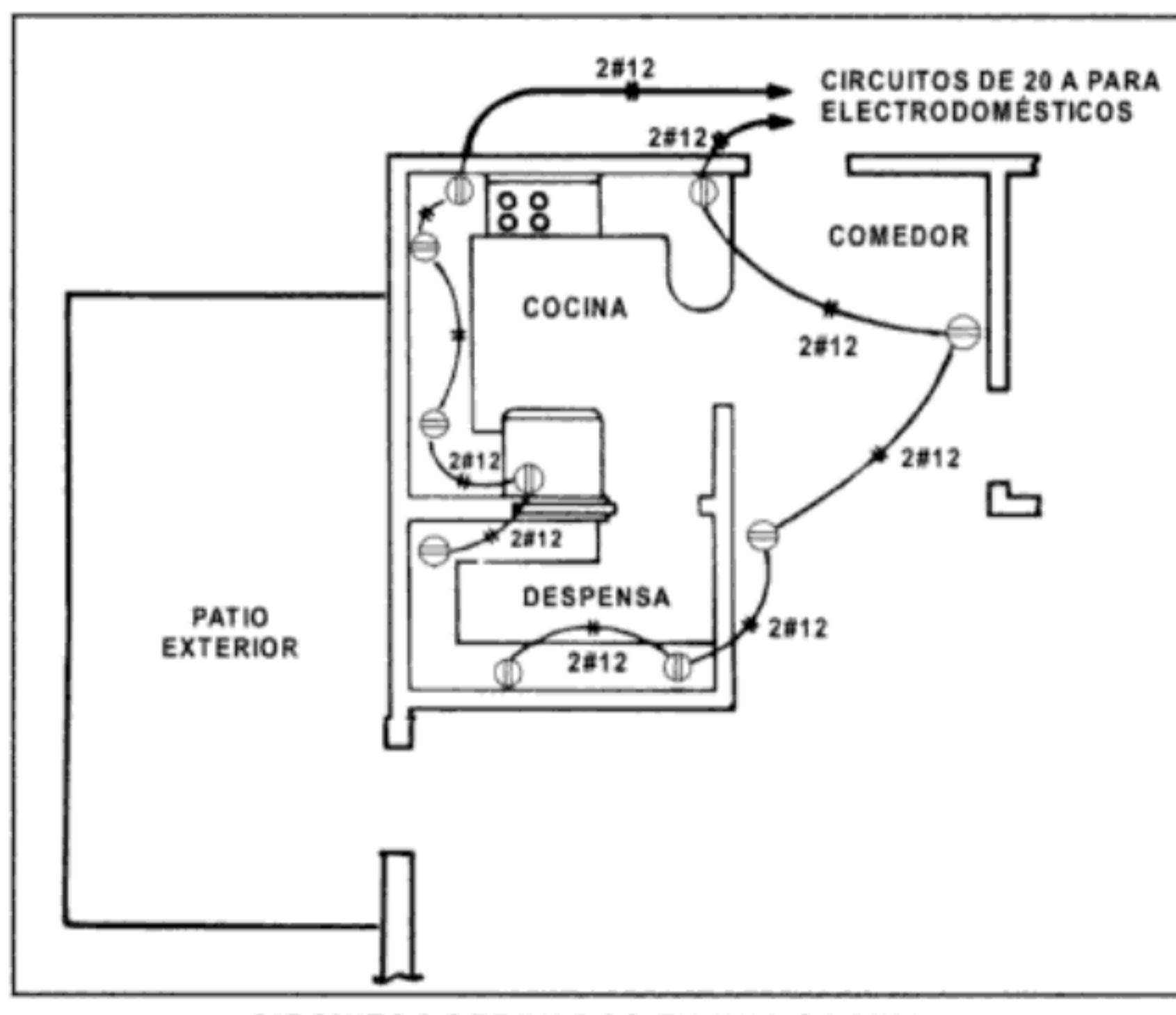


NUMERACIÓN Y REPRESENTACIÓN DE CIRCUITOS EN LA INSTALACIÓN DE CASAS HABITACIÓN

EL NÚMERO INDICA EL CIRCUITO DE QUE SE TRATA, DE MANERA QUE POR EJEMPLO LOS NÚMEROS 1 INDICAN LOS ELEMENTOS QUE FORMAN EL CIRCUITO 1, LOS NÚMEROS 3, LOS QUE FORMAN EL CIRCUITO 3, ETC.

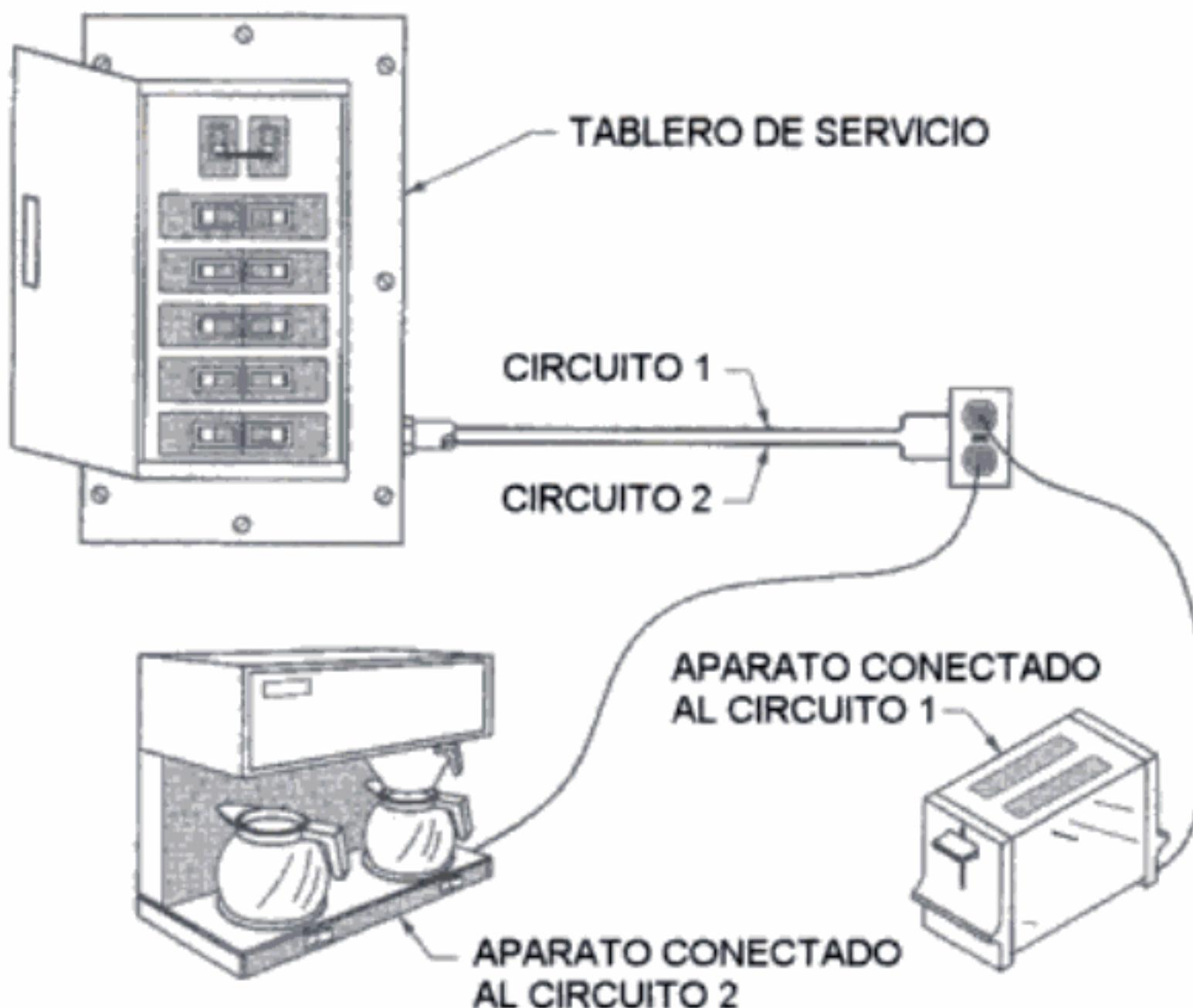


SALIDAS ELÉCTRICAS EN UNA COCINA



CIRCUITOS DERIVADOS EN UNA COCINA

CIRCUITOS DERIVADOS DEL TABLERO



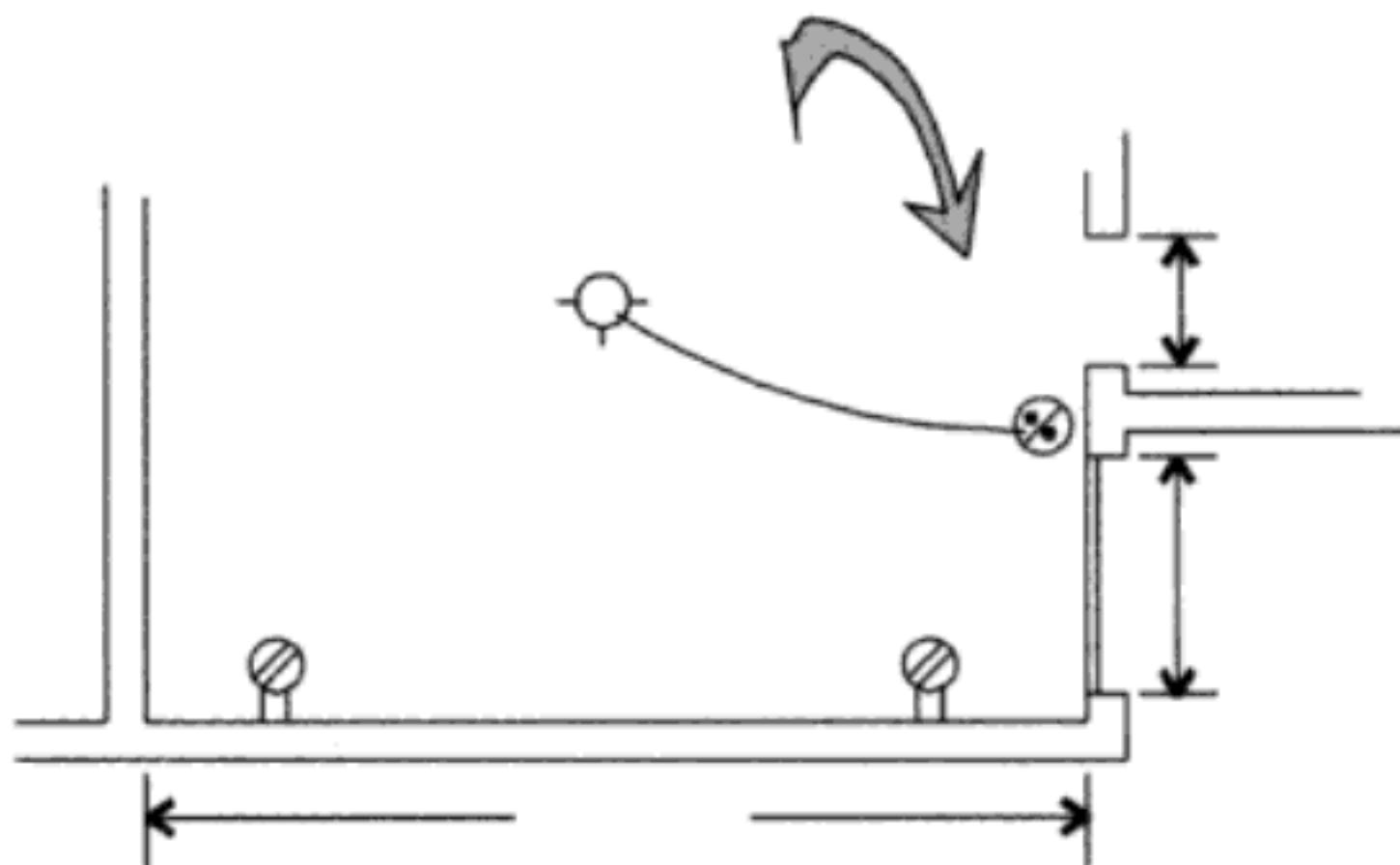
3.3 ELABORACIÓN DE PLANOS PARA UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA RESIDENCIAL

El primer paso en el diseño de un sistema eléctrico residencial, es localizar en un dibujo de planta de la casa-habitación el número mínimo de salidas eléctricas y controles de acuerdo a las normas y a sus necesidades, entonces, se puede agregar cualquier equipo eléctrico adicional a los requeridos por las normas.

Cuando se han determinado todos los puntos a usar y los requerimientos de potencia (consumo) que en éstos se han definido, entonces, el sistema se puede dividir en circuitos derivados (por limitaciones de carga). Esto se hace también de conformidad con las normas.

Después de que se ha hecho la composición de los circuitos derivados, se pueden elaborar los planos con trayectorias de conductores para mostrar en detalle exactamente el número de conductores para cada aplicación.

Este es un ejemplo elemental que muestra en una sección de una planta de casa-habitación las salidas para contactos, lámparas y apagador



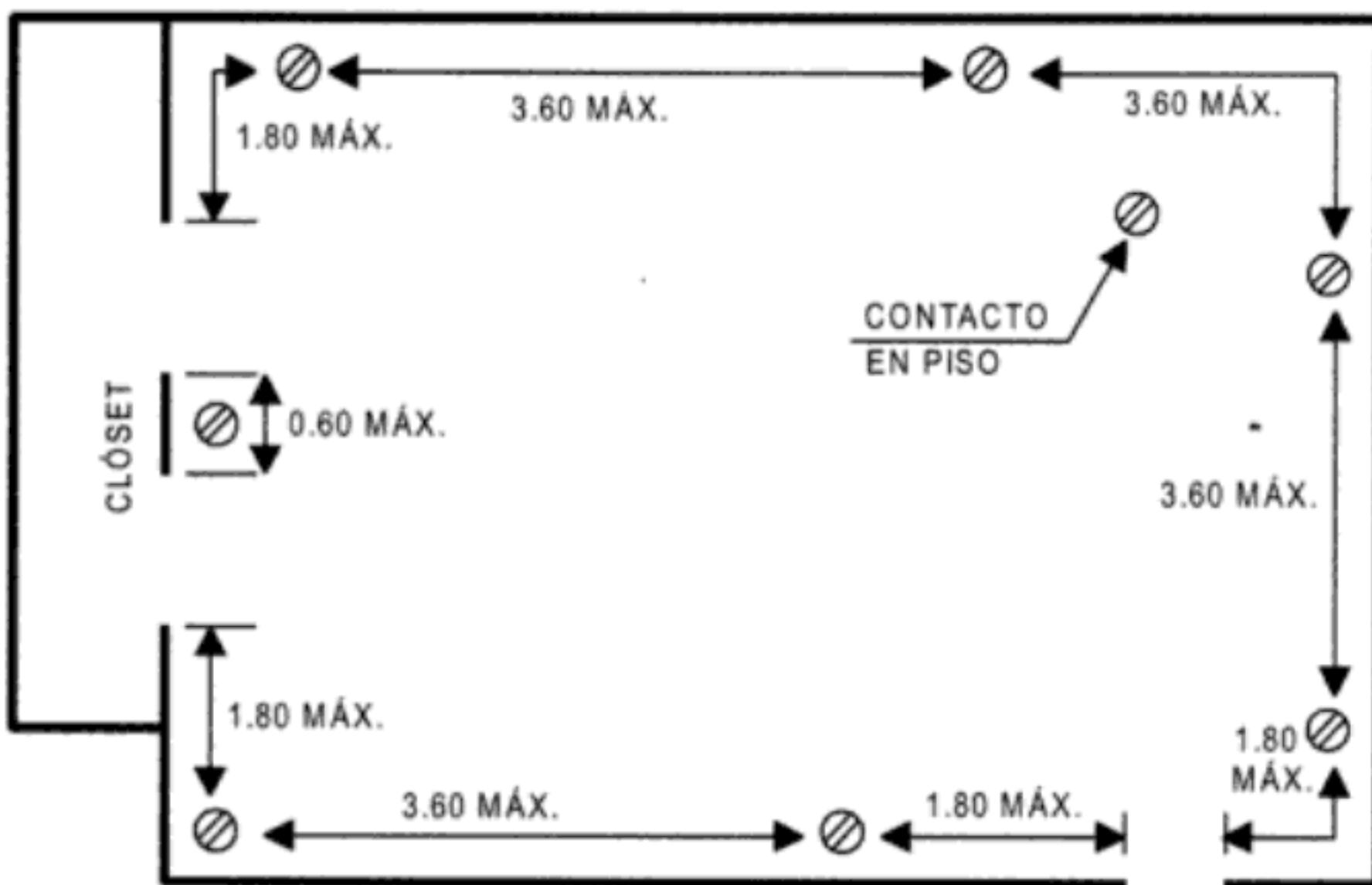
VISTA PARCIAL DE UNA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

LA FORMA DE REALIZAR LAS INSTALACIONES DE CONTACTOS EN MURO O PARED

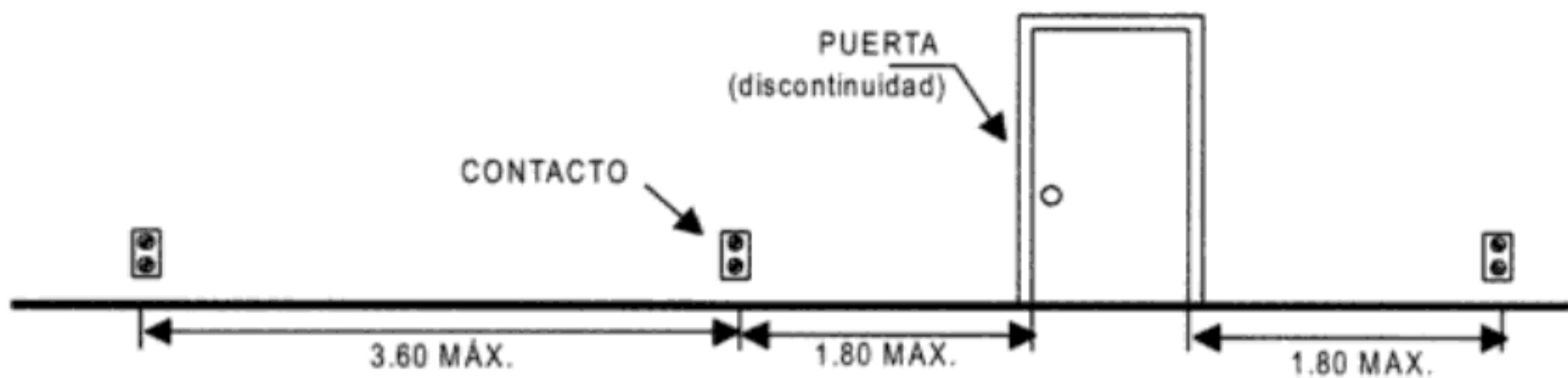
Se deben preparar salidas para la instalación de contactos en muro en cada cuarto de una habitación a excepción del baño. La separación mínima entre partes, no interrumpidas de un muro debe ser de acuerdo con la NOM de 1.80 m.

La distancia entre contactos, no debe ser interrumpida por puertas o ventanas, que es lo que se considera como interrupciones a la continuidad de un muro, también en lugares en donde existen muebles fijos como libreros o vitrinas.

Los contactos que formen parte integral de las salidas de alumbrado de aparatos del hogar o gabinetes, no se deben cuantificar dentro de los contactos.



VISTA EN PLANTA DE LAS SEPARACIONES RECOMENDADAS
ENTRE CONTACTOS (acotaciones en metros)



LOCALIZACIÓN DE CONTACTOS EN HABITACIONES

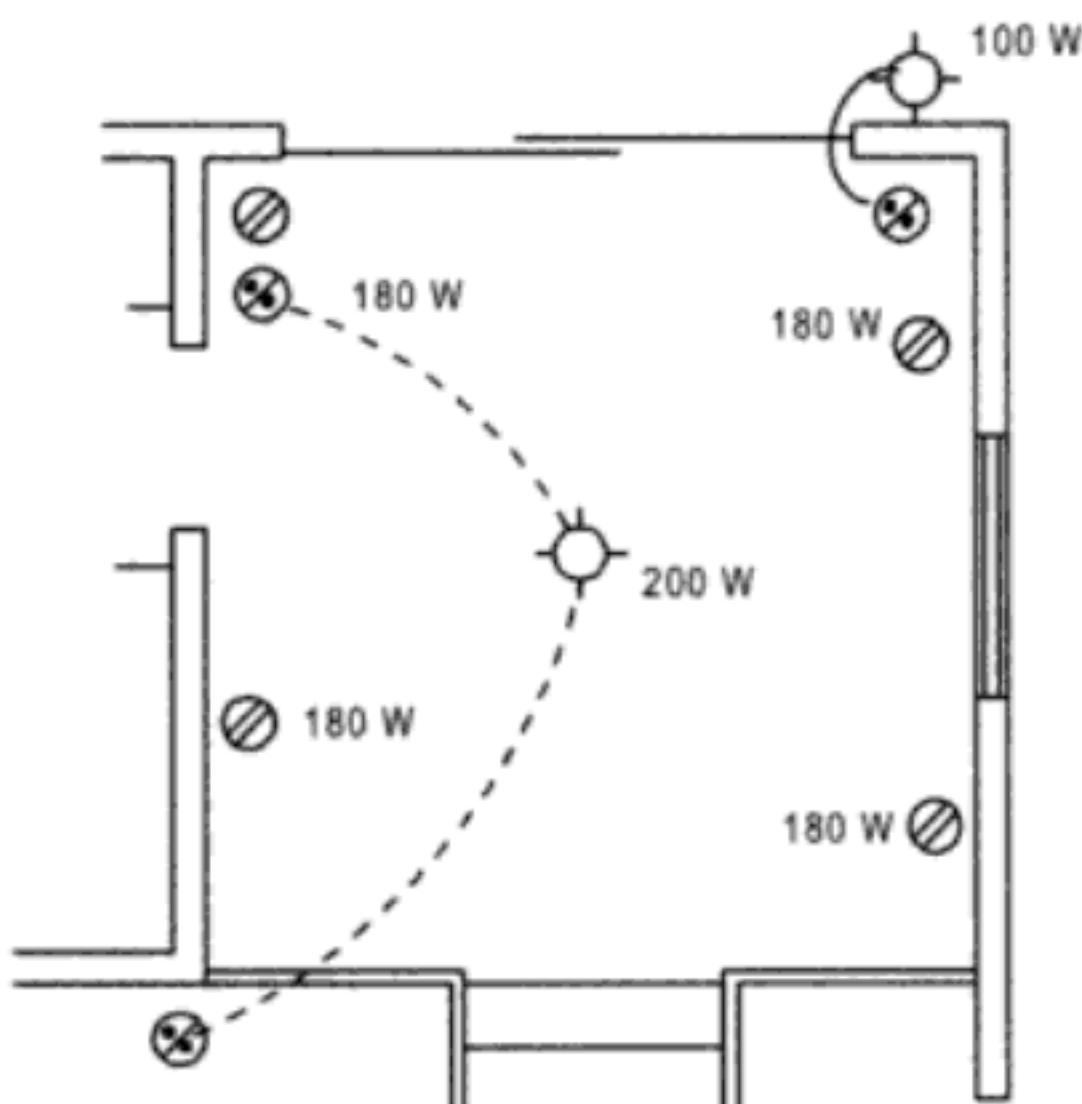
Por lo que a las cocinas concierne, se deben instalar al menos dos contactos de 20 amperes ó 1500 VA para conectar a los aparatos del hogar pequeños (licuadora, extractor, batidora, etcétera).

No hay límite para el número de aparatos del hogar a conectar, siempre que se instale el número apropiado de circuitos derivados.

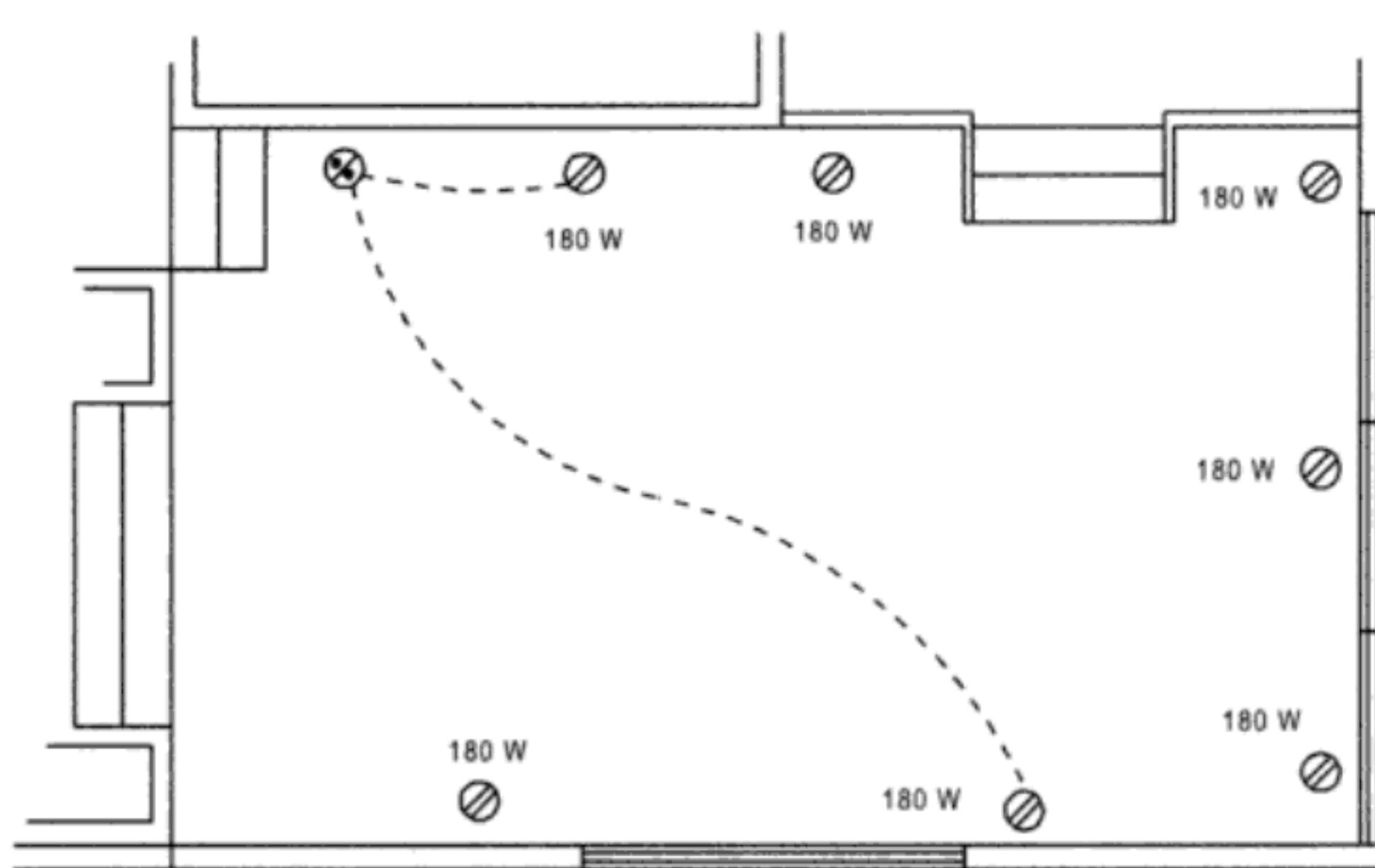
Este mismo criterio se puede aplicar para aquellas casas habitación que tengan desayunador.



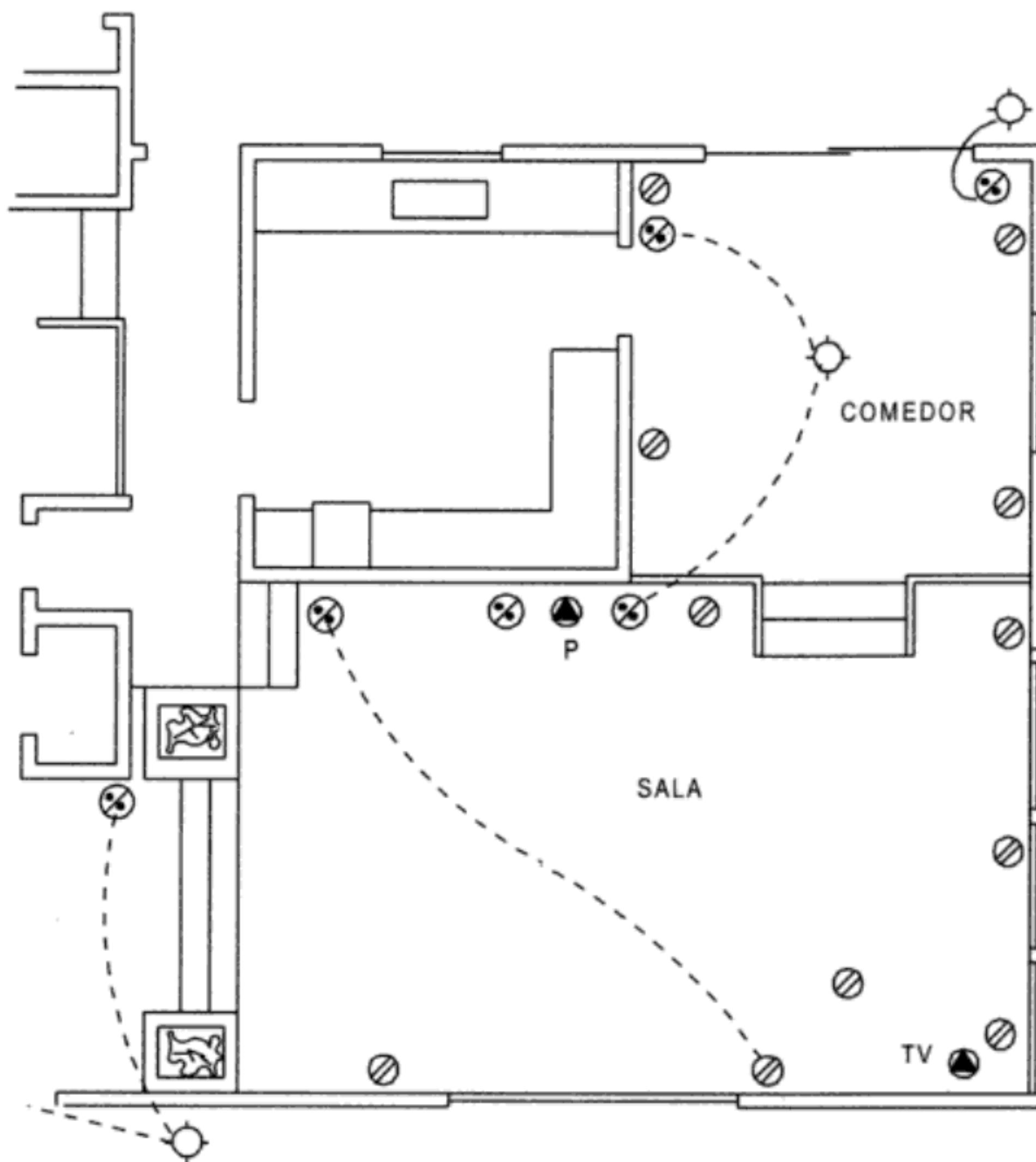
En las siguientes figuras, se muestran las plantas típicas de una sala y comedor para casa habitación, en donde se indican las salidas comunes para contactos y alumbrado que forman parte de los circuitos derivados a considerar en una instalación eléctrica tipo habitacional.



SALIDAS TÍPICAS DE UN COMEDOR



SALIDAS TÍPICAS PARA CONTACTOS EN UNA SALA

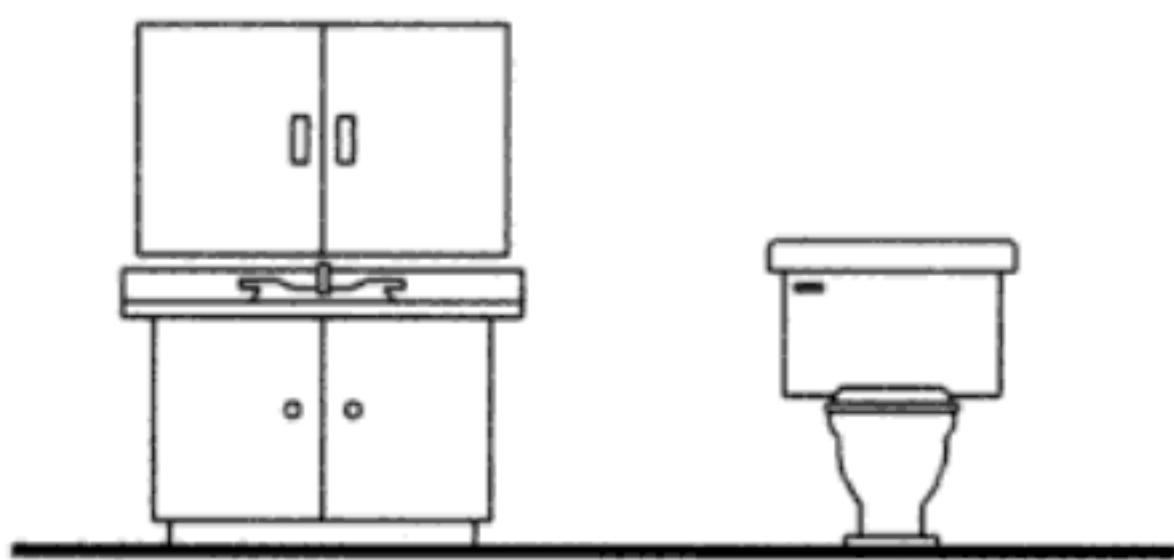


CONJUNTO DE SALIDAS DE CONTACTOS EN SALA Y COMEDOR

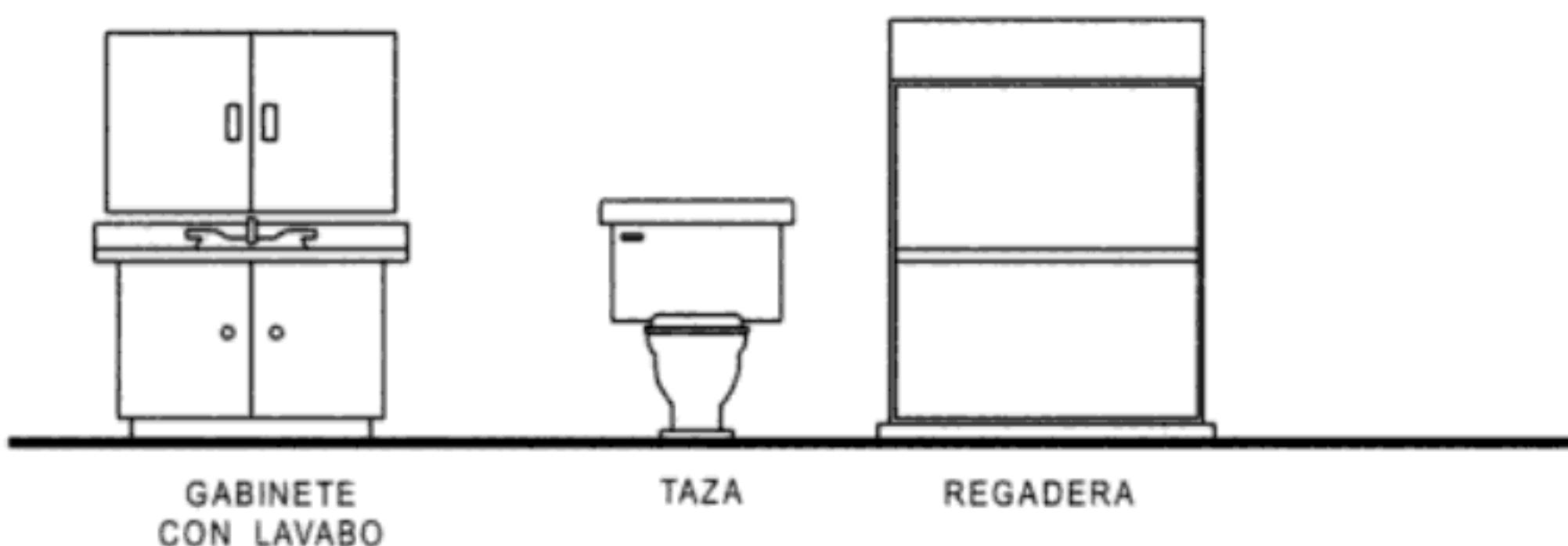
SALIDAS PARA CONTACTOS EN MURO PARA BAÑOS DE CASAS HABITACIÓN

En los baños se deben instalar contactos cercanos al lavabo, ya que se requieren para ser usados por secadoras eléctricas de pelo, rasuradoras eléctricas y algunos otros aparatos eléctricos que tienen baja demanda de potencia (es decir, poco consumo).

En los contactos para oficinas, moteles y centros comerciales, se debe incorporar una protección contra falla a tierra.



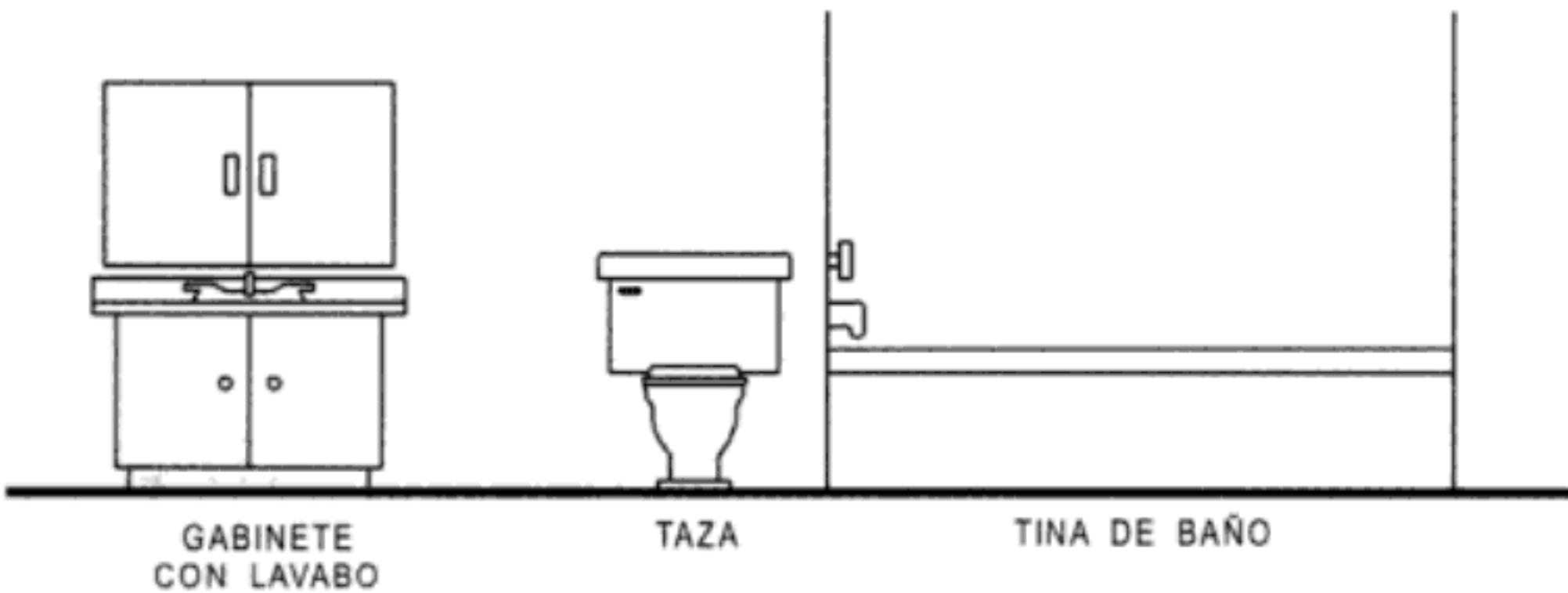
LOCALIZACIÓN DE LOS CONTACTOS EN UN BAÑO



GABINETE CON LAVABO

TAZA

REGADERA

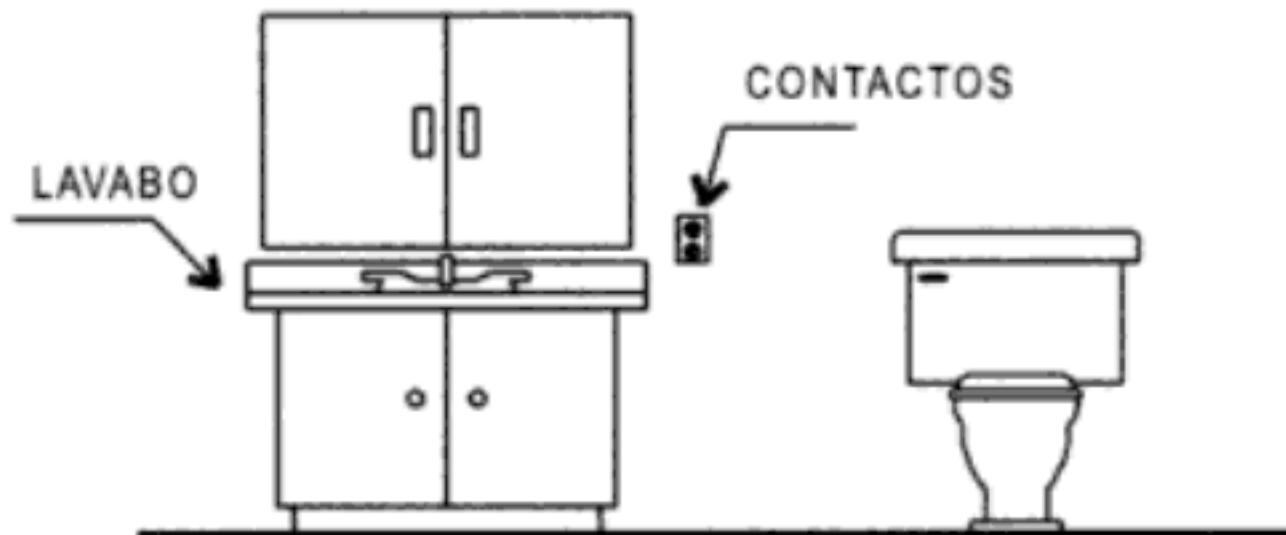


GABINETE CON LAVABO

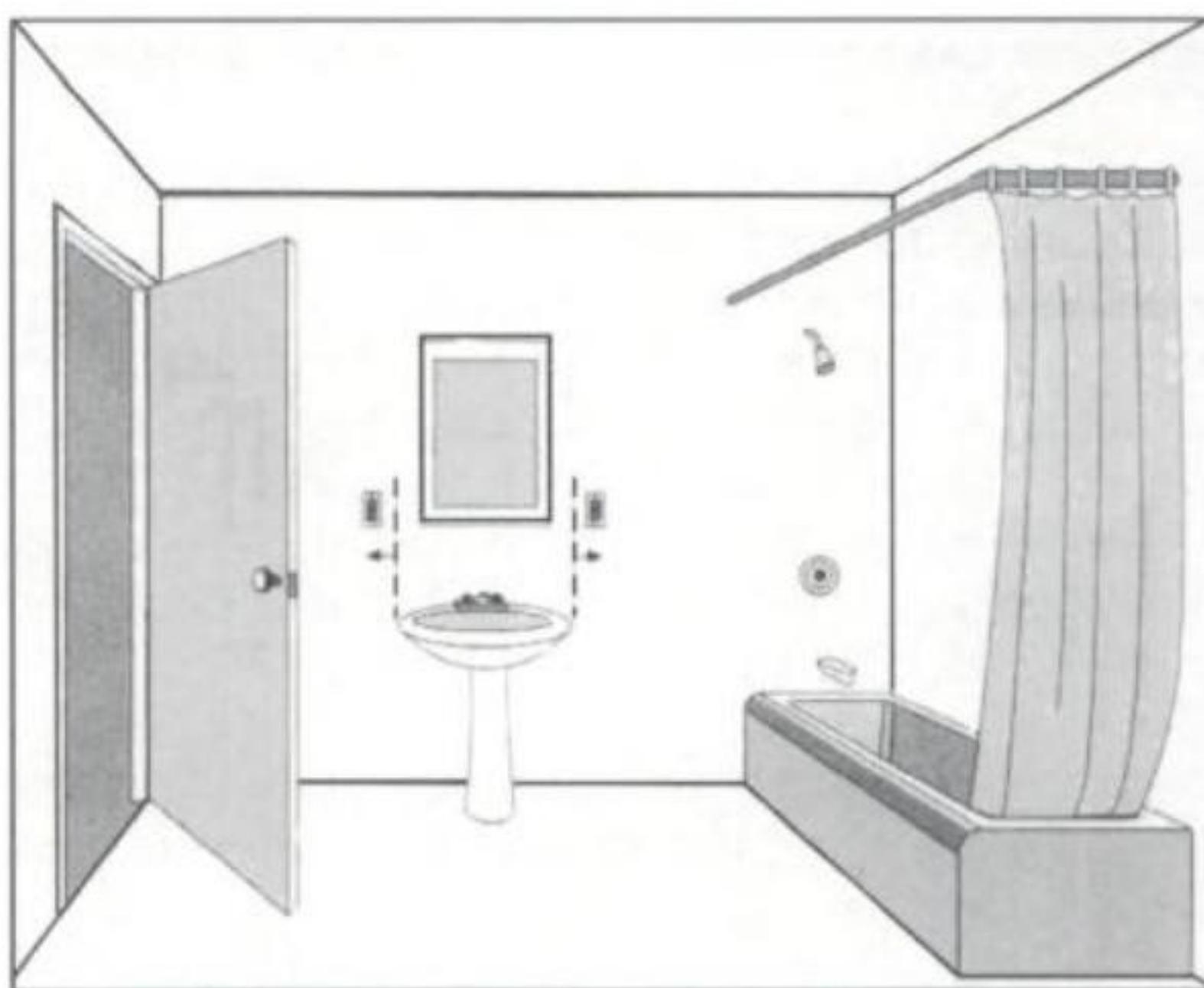
TAZA

TINA DE BAÑO

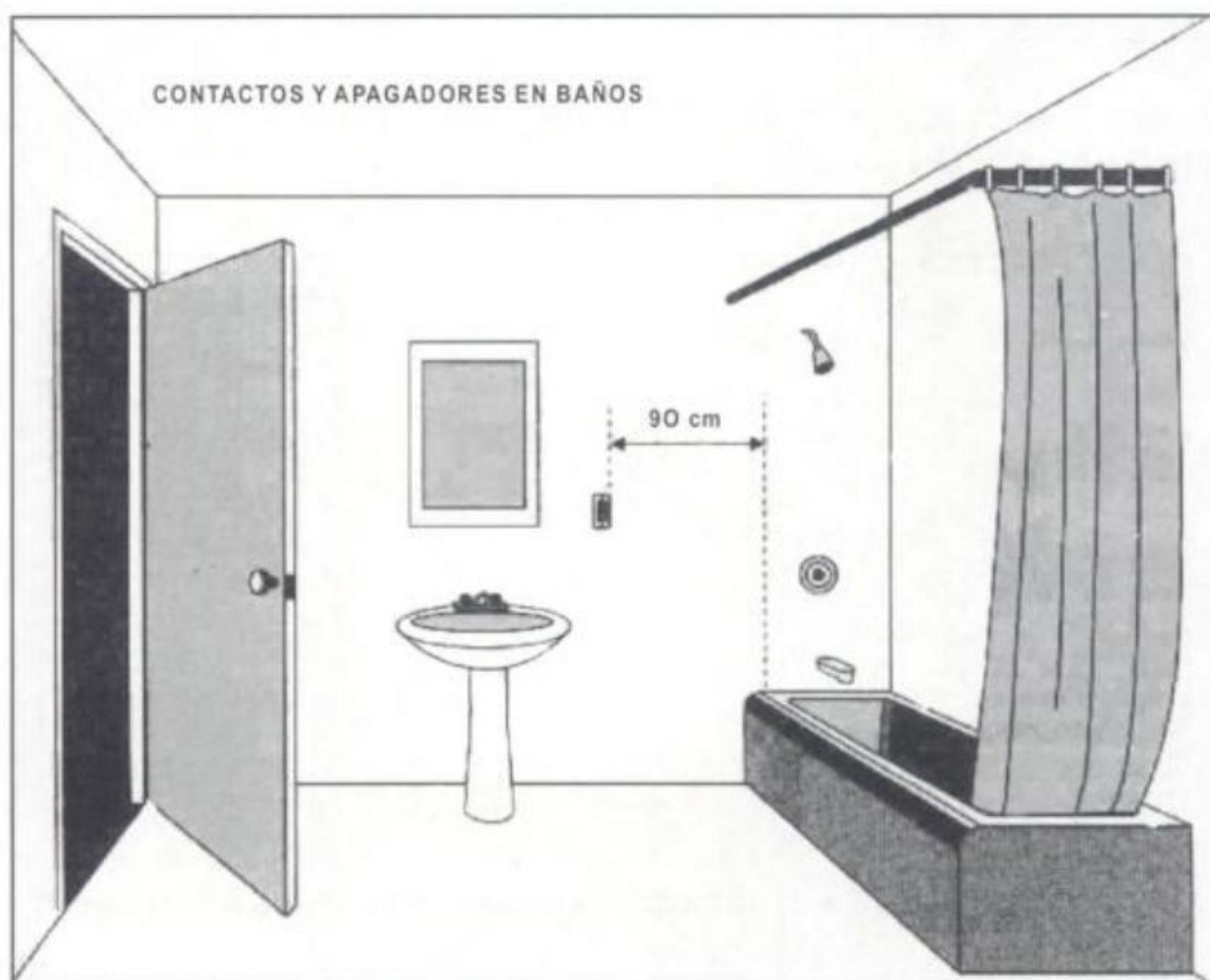
PARA LOS PROPÓSITOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS CUALQUIERA DE ESTAS COMBINACIONES SE CONSIDERA COMO BAÑO



LOCALIZACIÓN DE LOS CONTACTOS EN UN BAÑO



LOCALIZACIÓN DE CONTACTOS CERCA DEL LAVABO EN UN BAÑO



LAS SALIDAS Y APAGADORES DEBEN ESTAR COMO MÍNIMO 90 cm DE LA TINA Y REGADERA

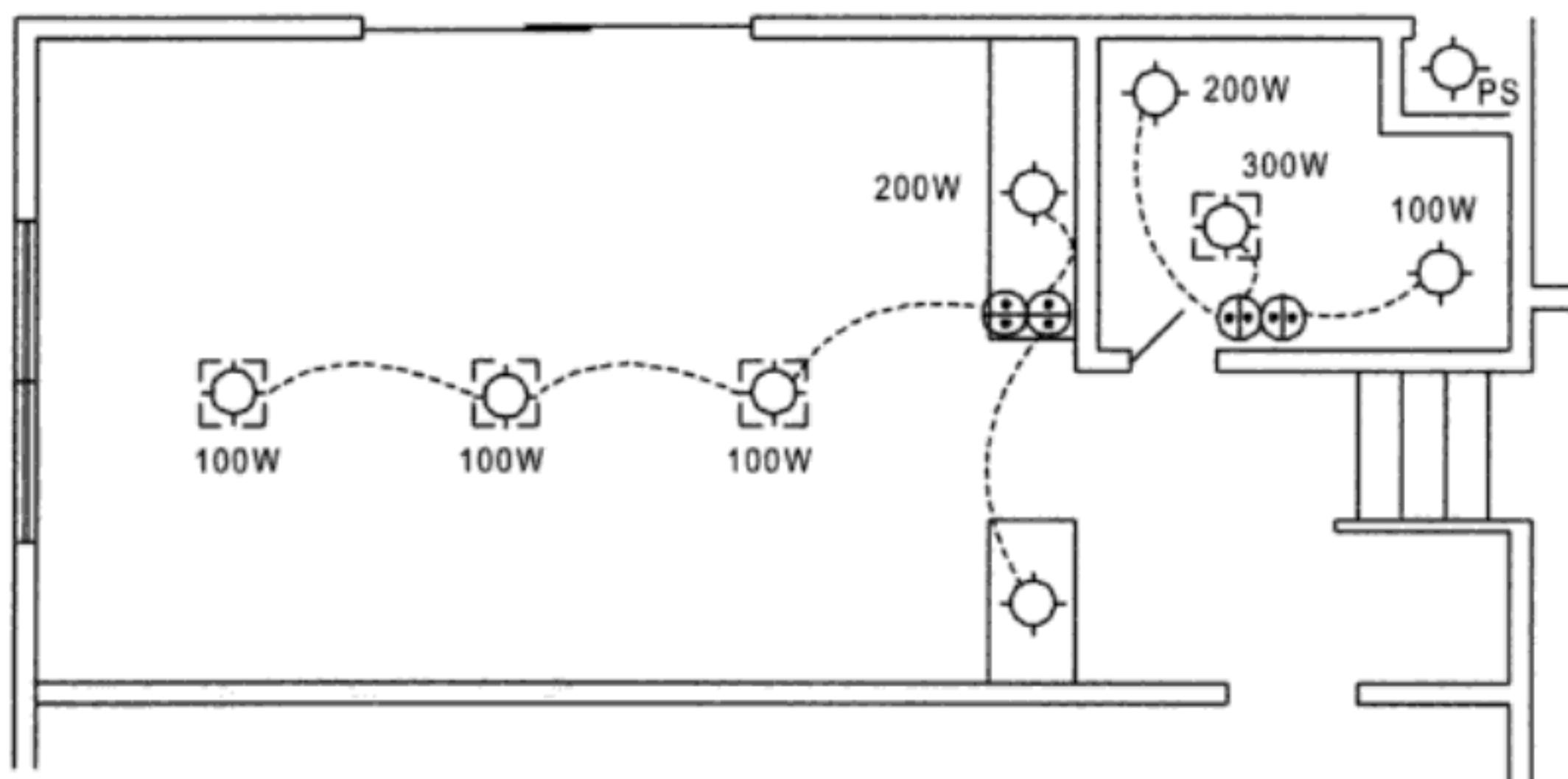
RECOMENDACIONES PARA LAS SALIDAS PARA ALUMBRADO EN HABITACIONES

Las salidas para alumbrado deben estar localizadas en puntos específicos para asegurar el alumbrado apropiado de la habitación que se trate. Las lámparas, como se sabe, deben estar controladas por apagadores cuando son fijas y estar localizadas en el techo y los muros, o bien, cuando se trata de lámparas decorativas, de mesa o de piso, deben tener salidas para contactos, ya que son del tipo con cordón y clavija enchufable. Cuando se usen lámparas con cadena de jalar, no se deben utilizar apagadores (switches). Este tipo de lámparas se utiliza en ciertos lugares y con ciertas condiciones, su uso no es común.

Se requiere al menos un apagador de pared en cada cuarto habitable, como salas de estar, escaleras, garajes y baños; así como en áreas exteriores y entradas de casas habitación.

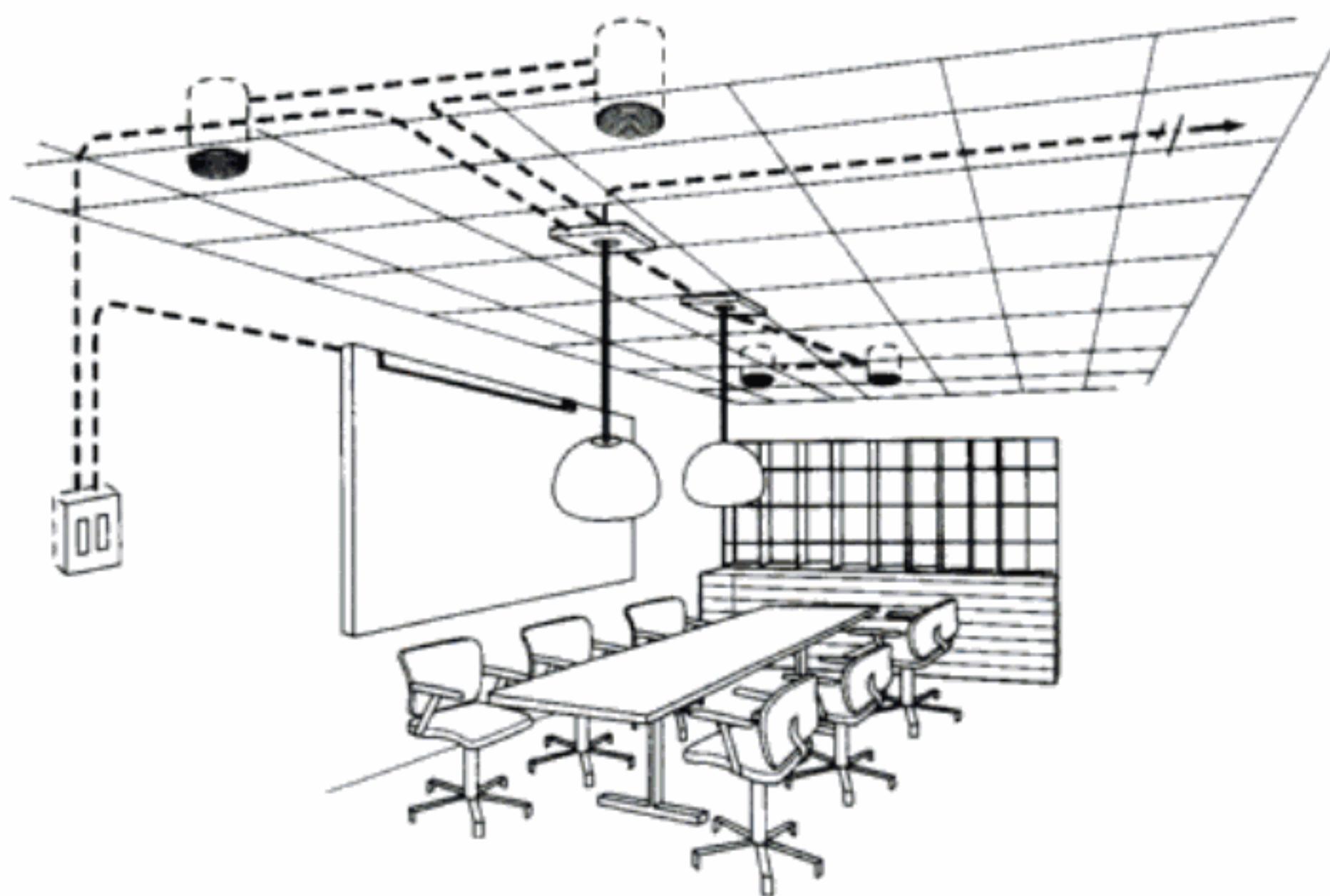
En las habitaciones para invitados o áreas de descanso, se requiere al menos un apagador o switch para controlar el contacto que alimenta las lámparas de mesa.

En la figura siguiente, se muestra un ejemplo elemental de las salidas de alumbrado en un cuarto y sus áreas habitables adyacentes.

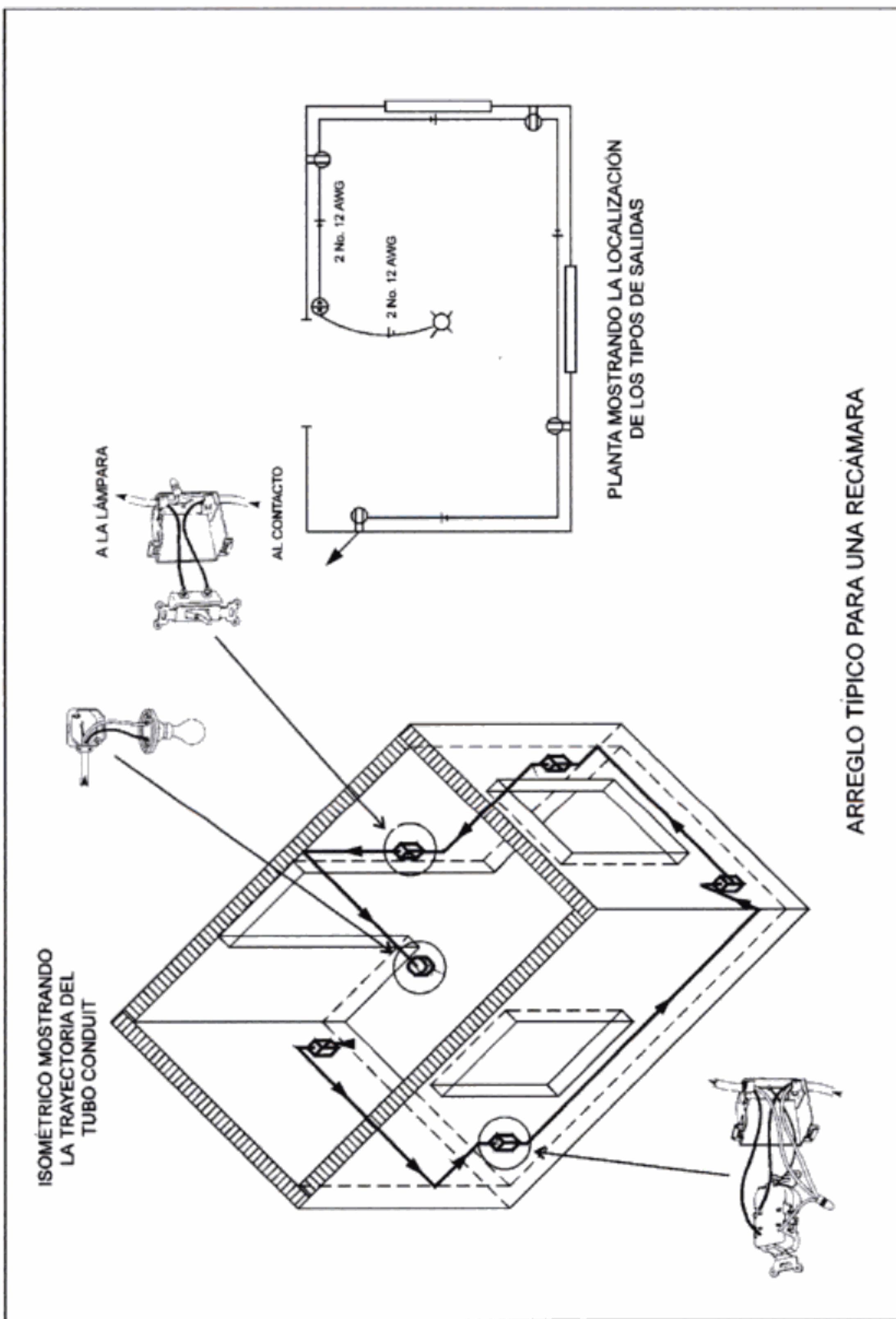


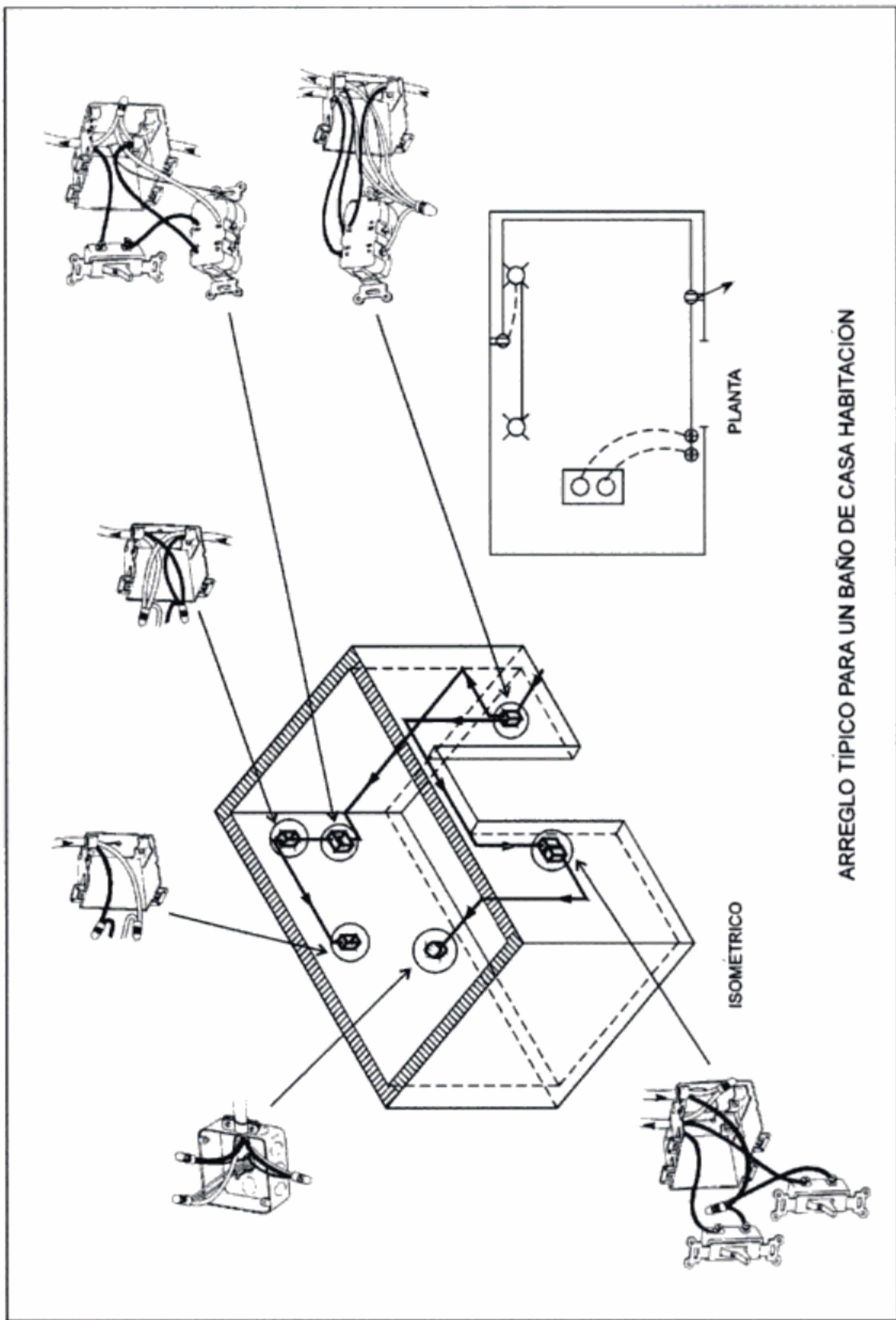
VISTA DE SALIDAS DE ALUMBRADO Y APAGADORES EN UNA HABITACIÓN

Algunas disposiciones de las normas técnicas para instalaciones eléctricas, que son de tipo general, relacionadas con las salidas para alumbrado y contactos desde el punto de vista constructivo, se dan a continuación:

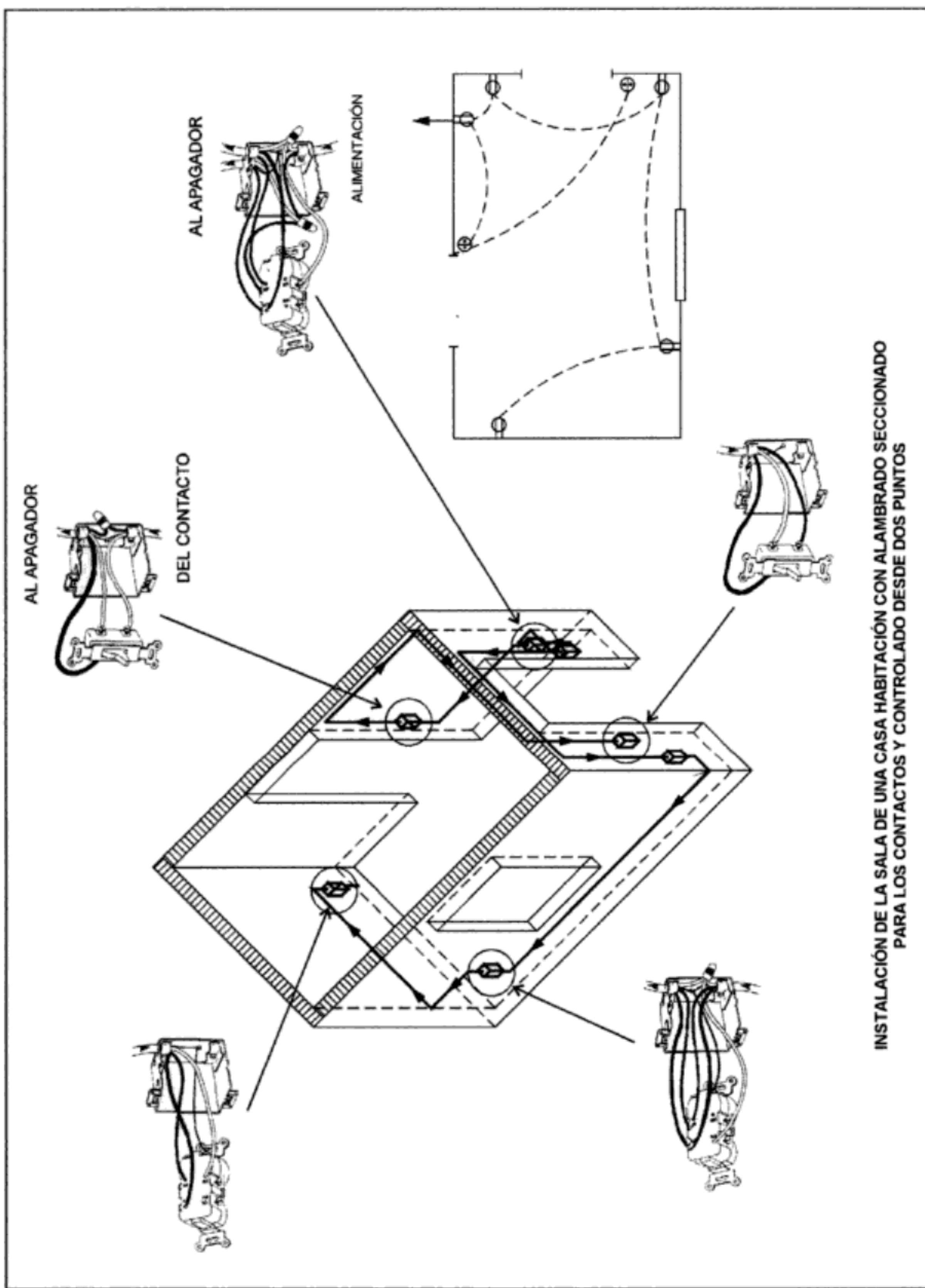


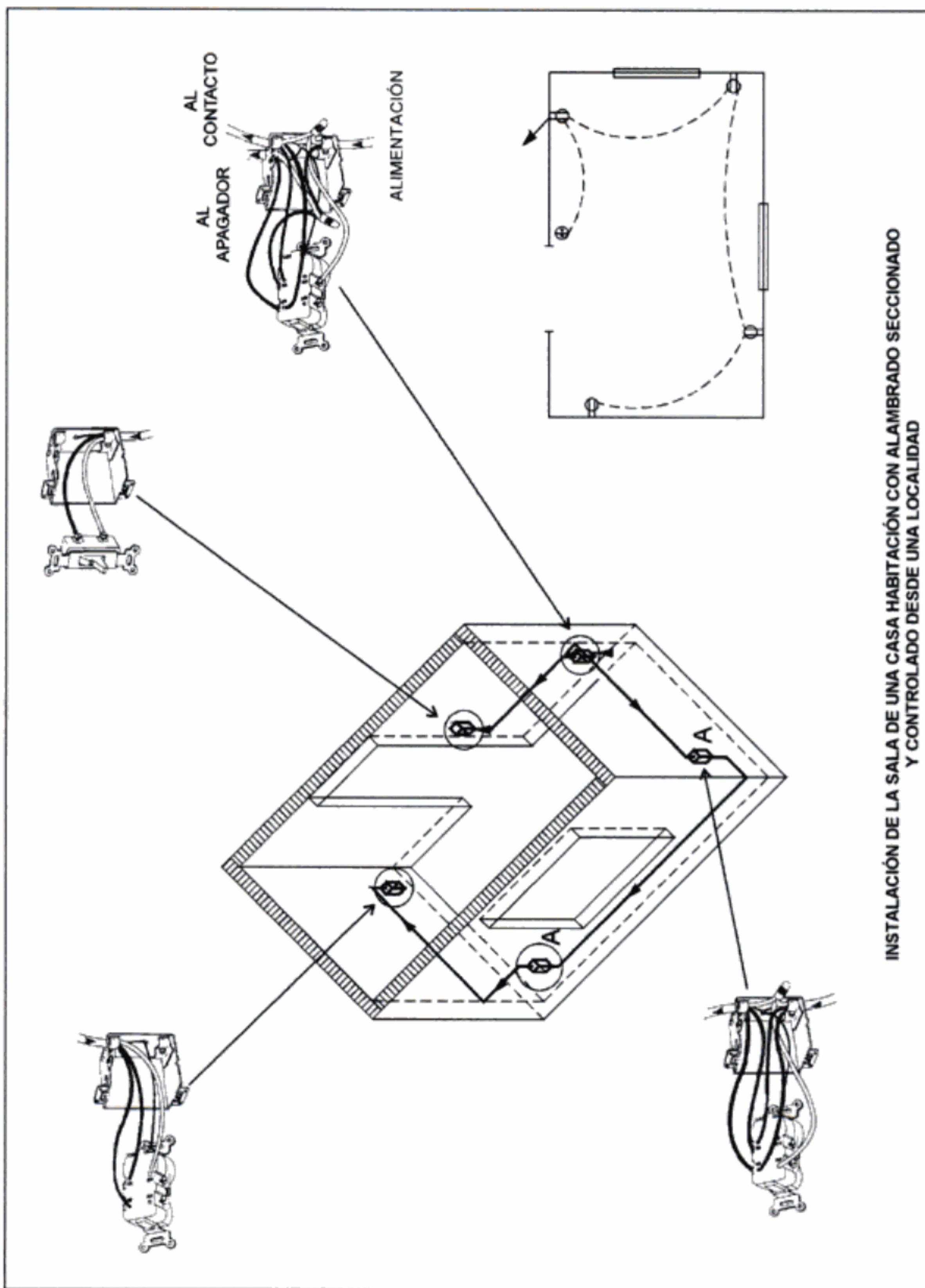
ISOMÉTRICO DE LA DISTRIBUCIÓN DE SALIDAS A LAS TRAYECTORIAS DE ALAMBRADO, OBSERVESE QUE ESTE TIPO DE DIBUJO DA UNA CLARA IDEA DEL TIPO DE TRABAJO DE ALAMBRADO A REALIZAR

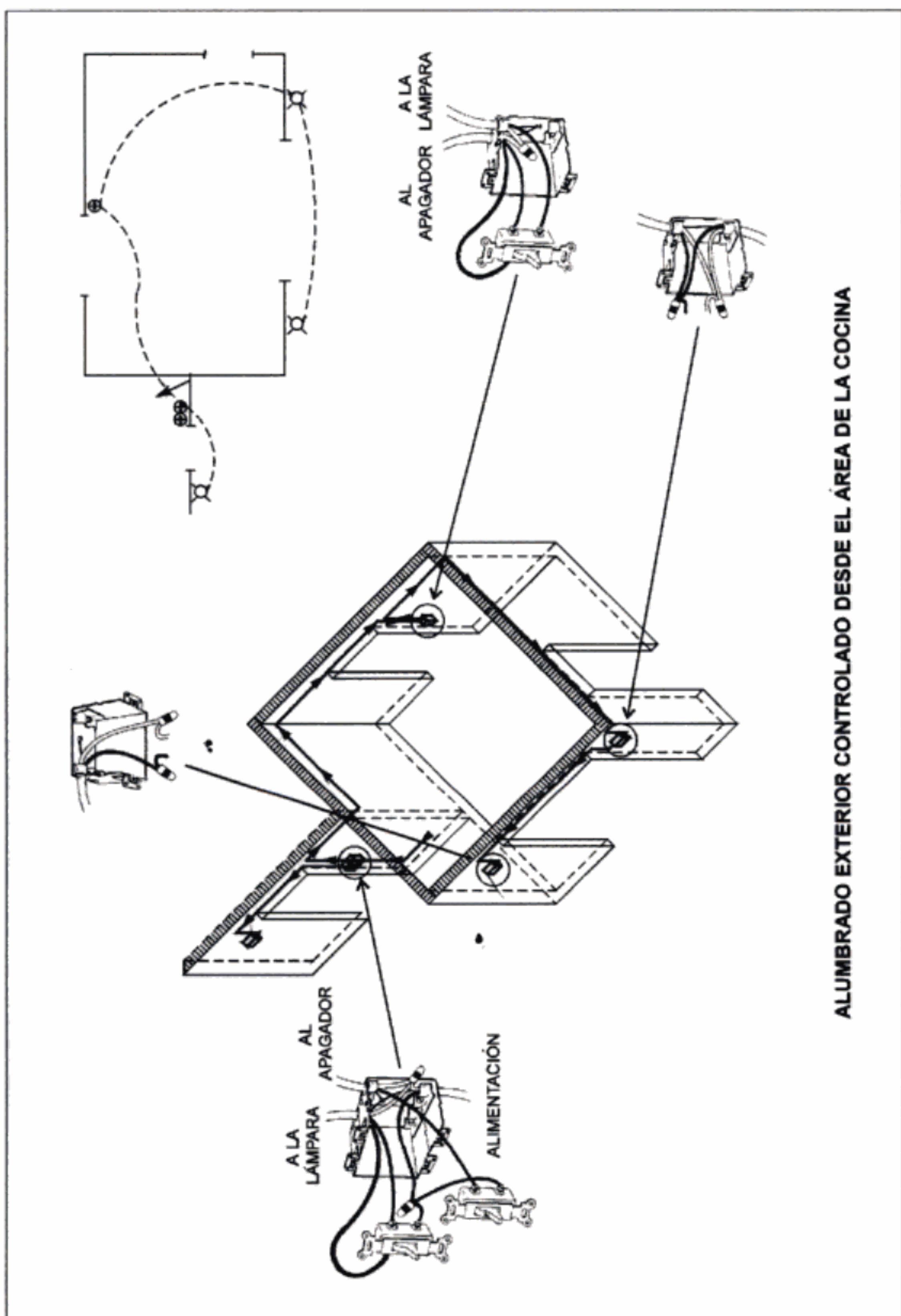




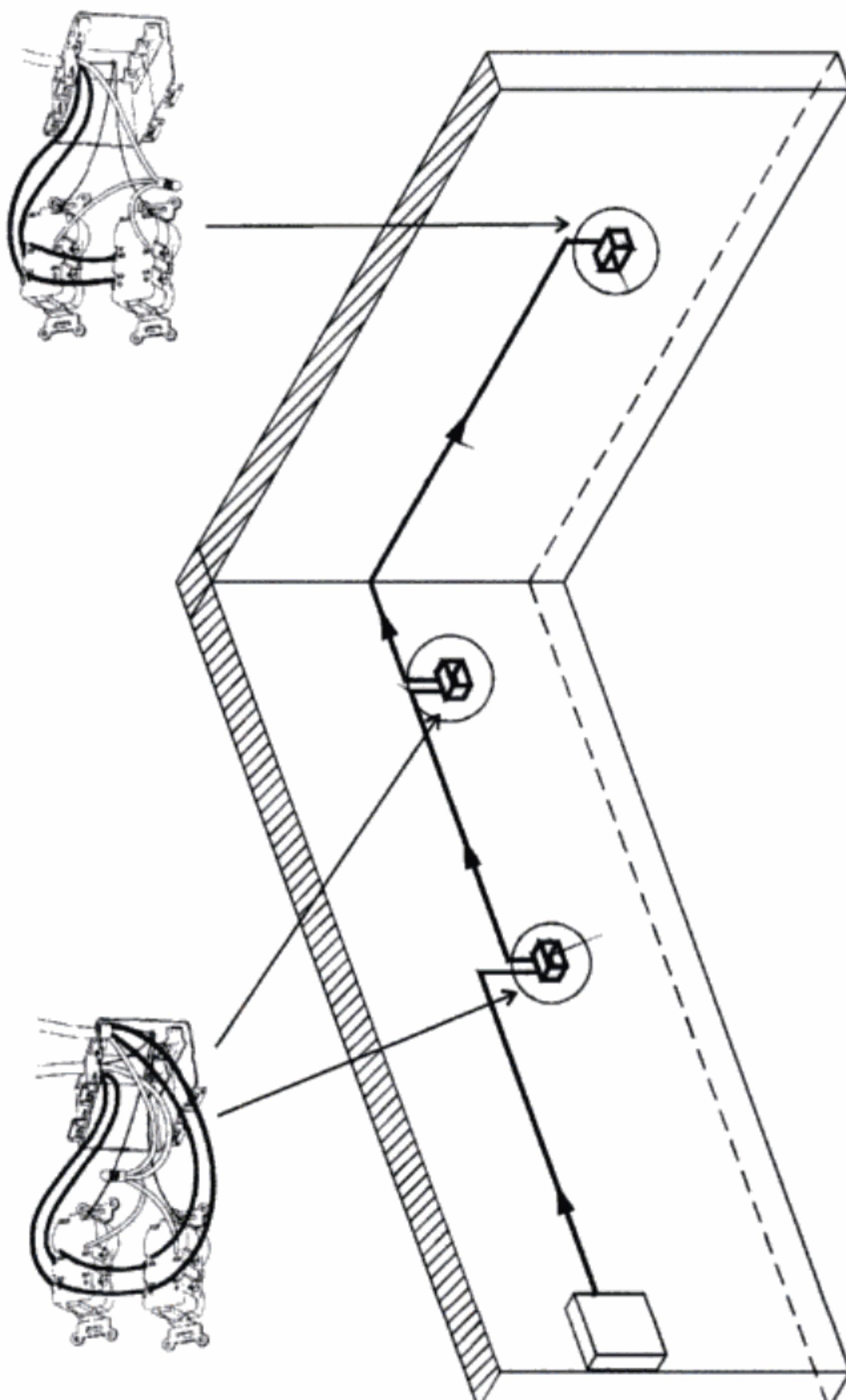
ARREGLO TÍPICO PARA UN BAÑO DE CASA HABITACIÓN



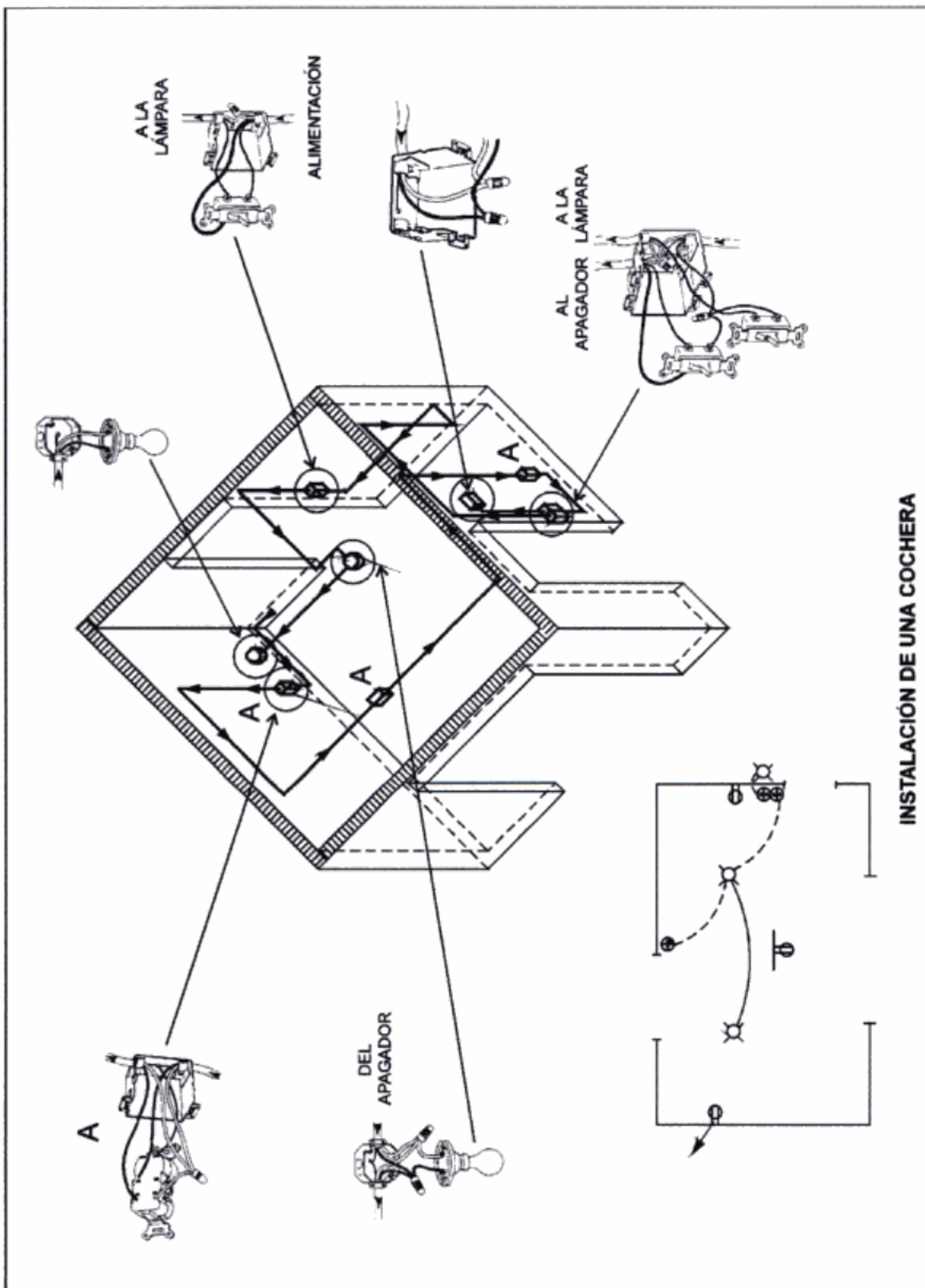


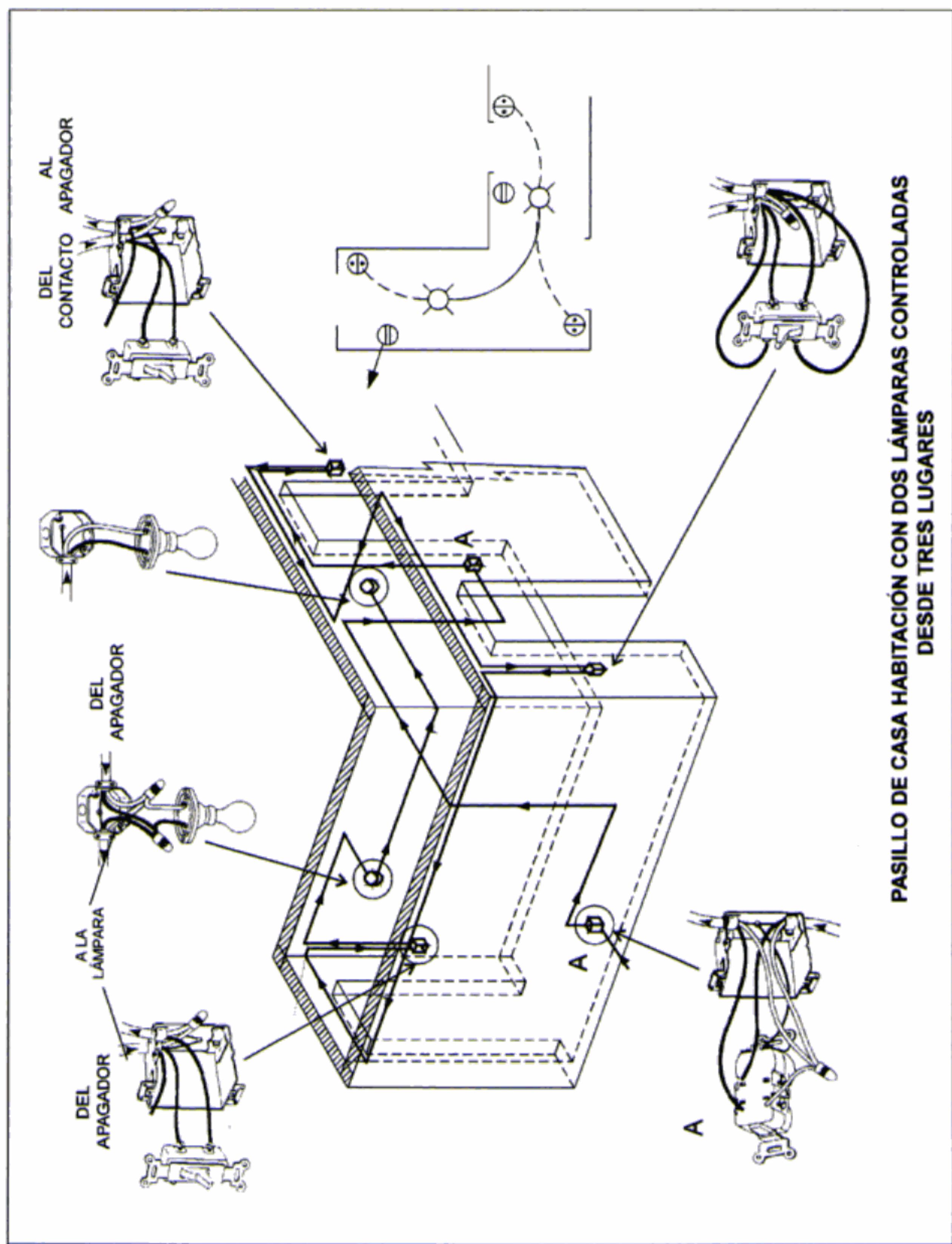


ALUMBRADO EXTERIOR CONTROLADO DESDE EL ÁREA DE LA COCINA



CONTACTOS EN UNA COCINA





EJEMPLO

En la figura, se muestran los diagramas de disposición y de alambrado de tres lámparas controladas, una desde un apagador y las otras dos desde otro, y alimentadas desde un apagador. Realizar el alambrado con los elementos mostrados.

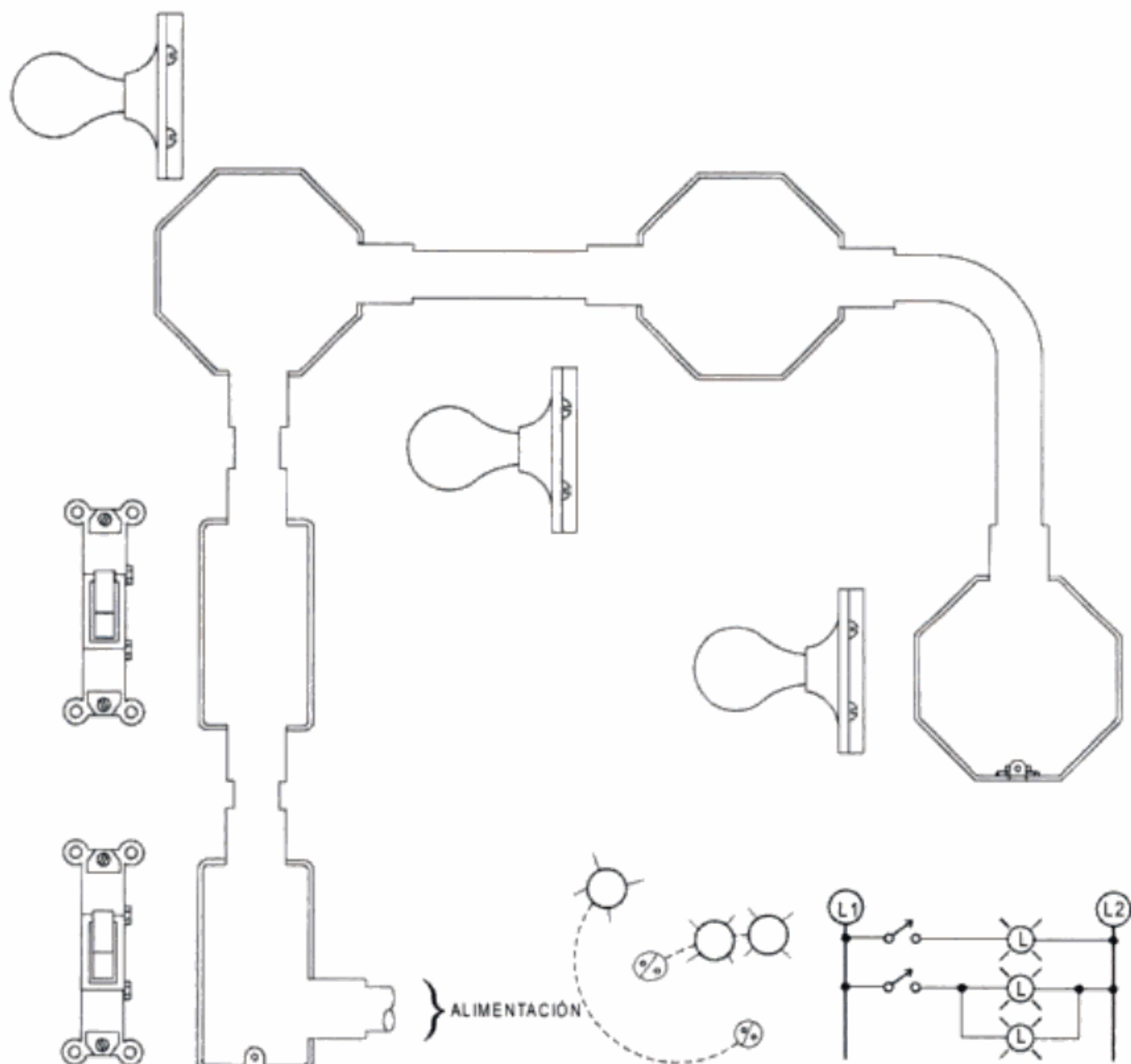
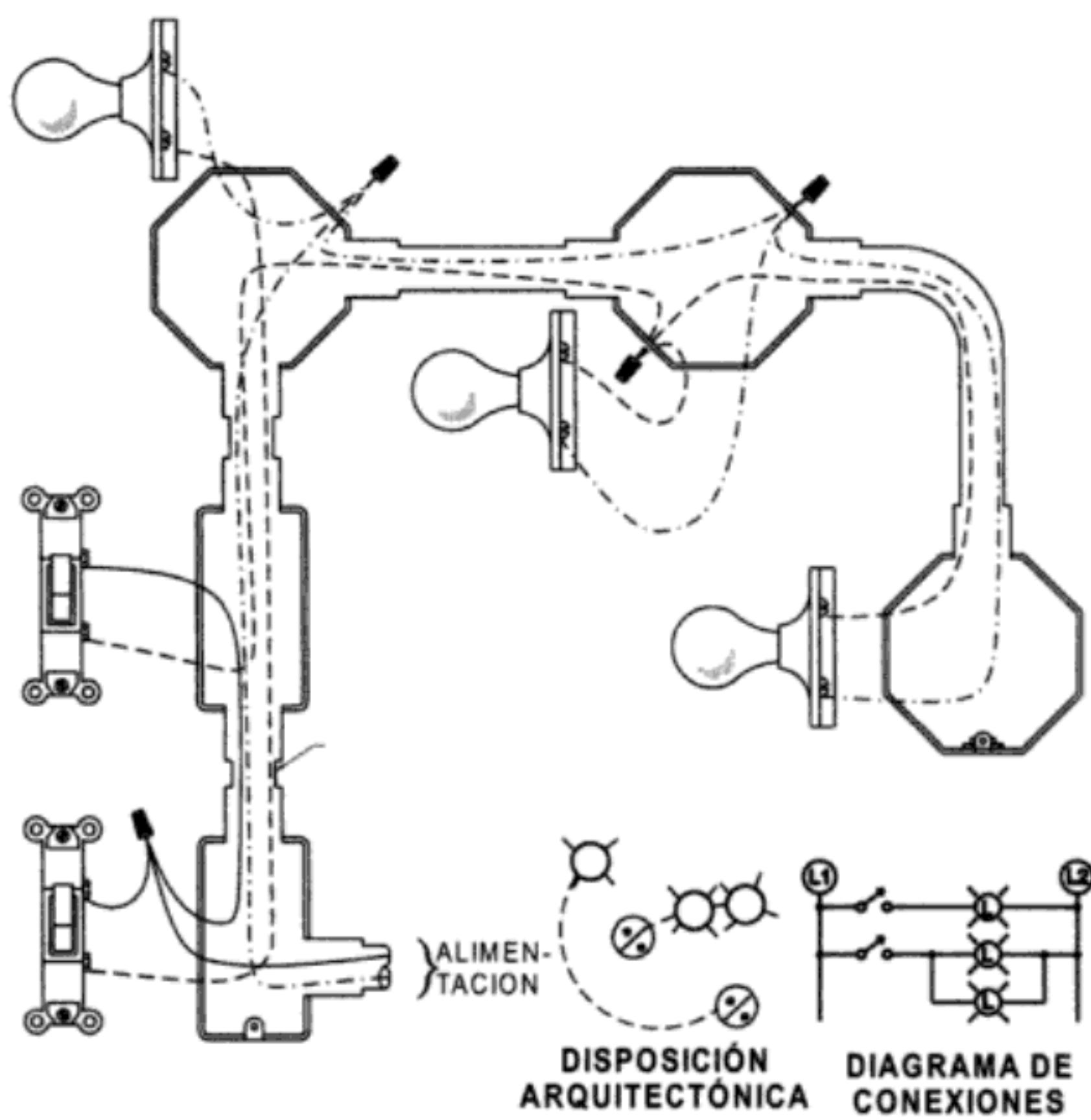


DIAGRAMA DE DISPOSICIÓN ARQUITECTÓNICA

DIAGRAMA DE CONEXIONES

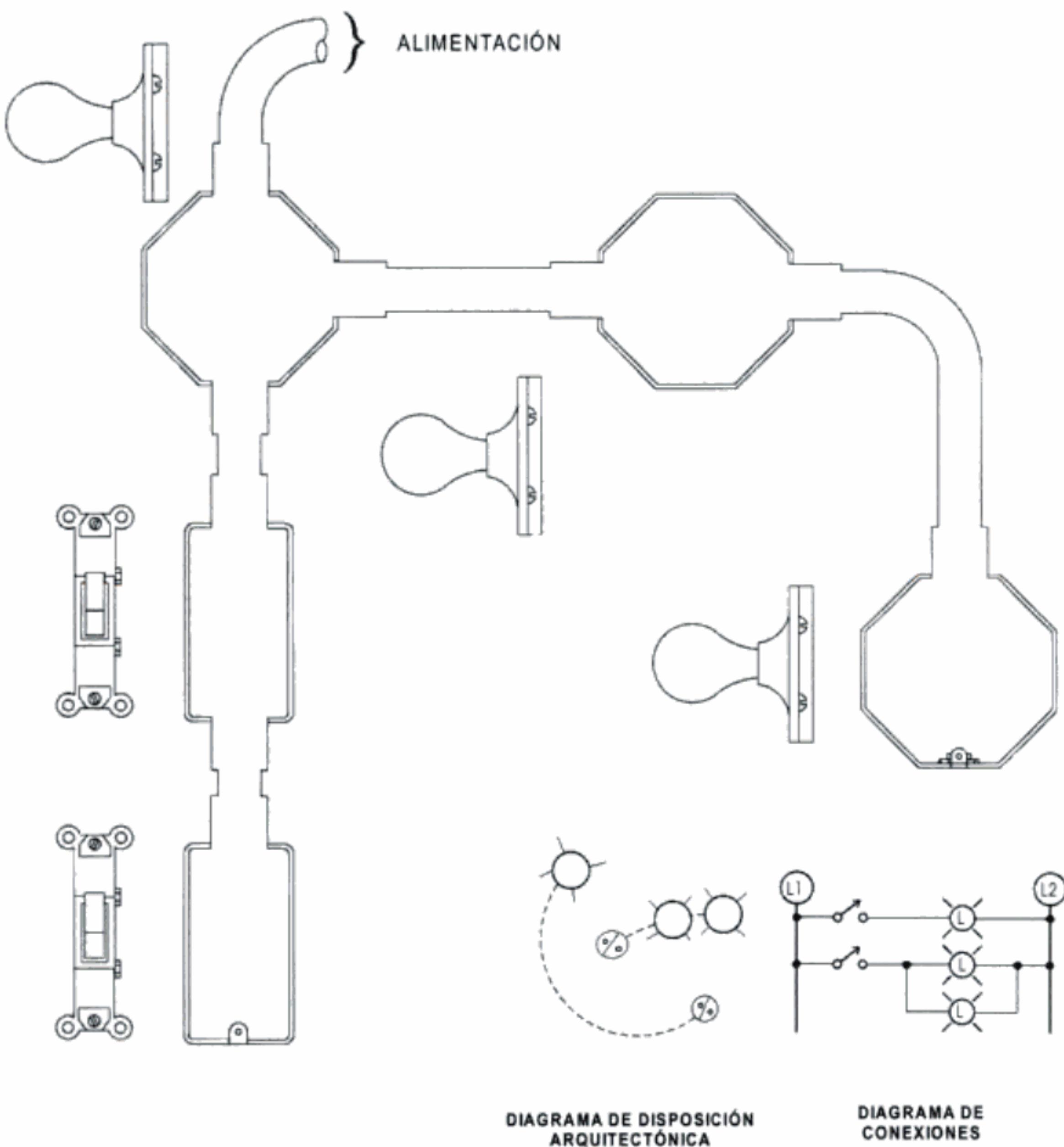
SOLUCIÓN

Usando diferentes tipos de líneas para identificar los conductores, las conexiones son las siguientes:



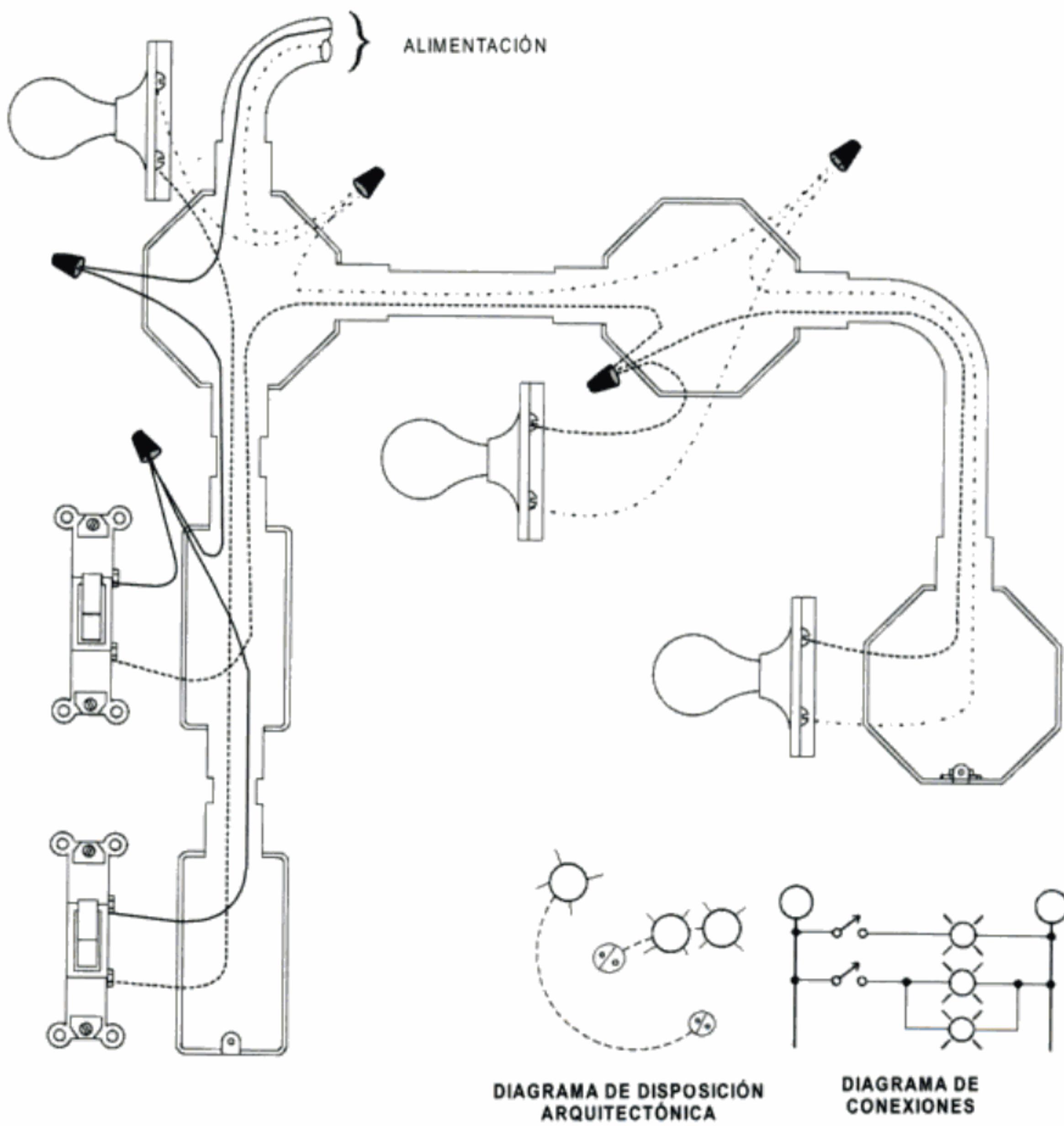
EJEMPLO 

En la figura, se muestra el diagrama de disposición y el de alambrado para una lámpara controlada desde un punto y dos lámparas controladas desde otro punto, la alimentación se tiene a través de una lámpara. Realizar el alambrado con los elementos mostrados.



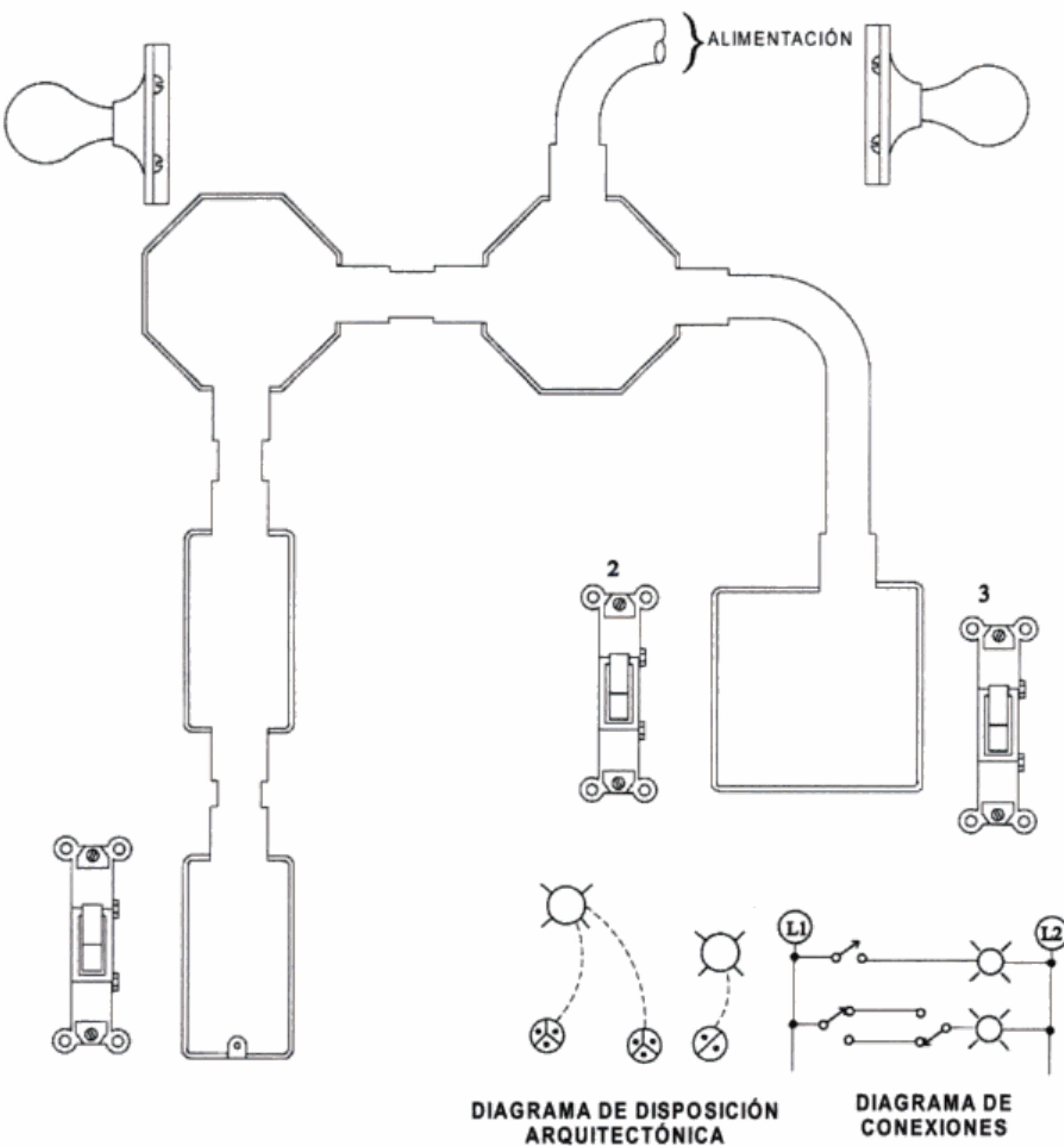
SOLUCIÓN 

Usando diferentes tipos de líneas para identificar los conductores, las conexiones son las siguientes:



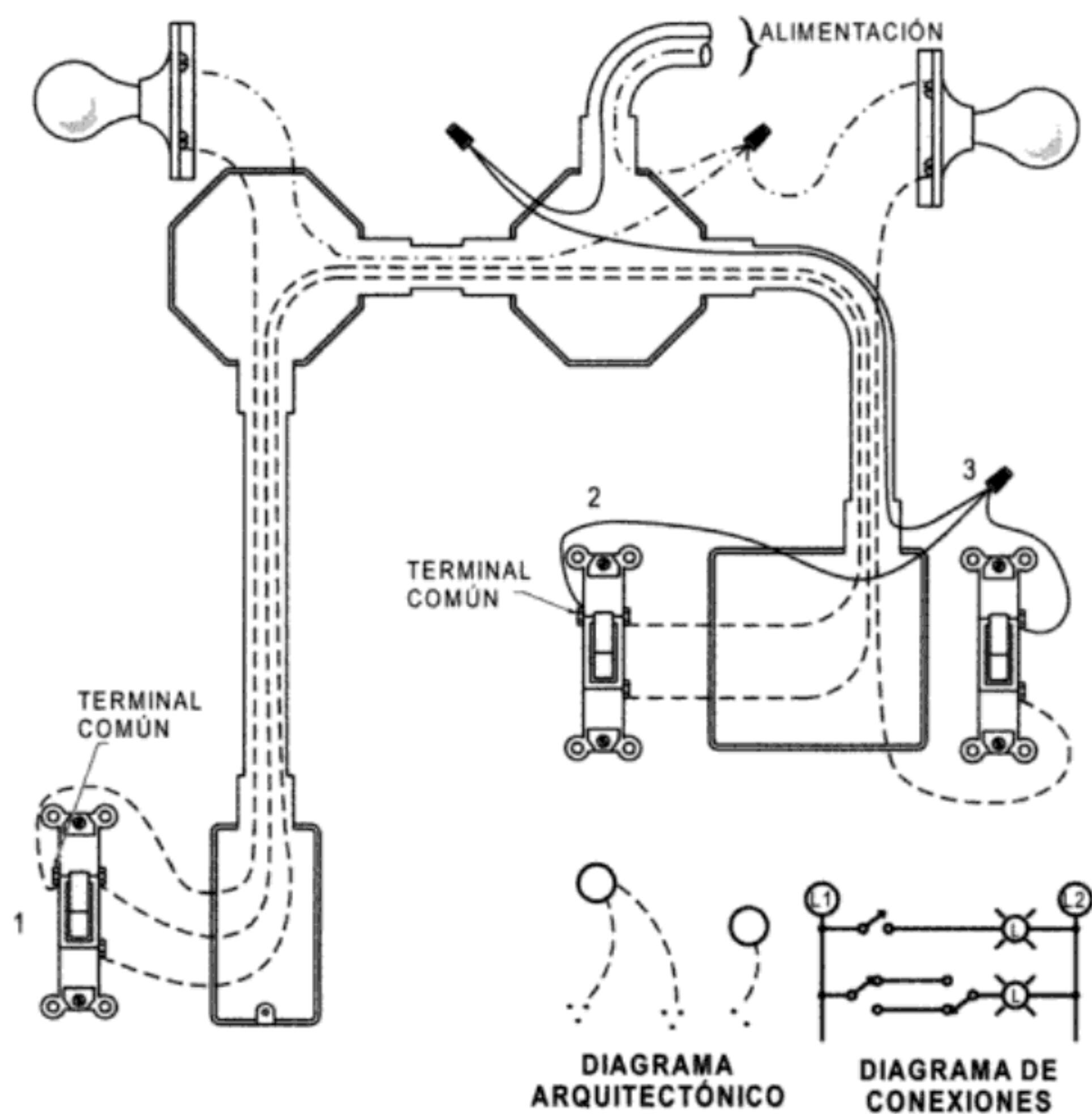
EJEMPLO 

En la figura, se muestran los diagramas de disposición y de alambrado de dos lámparas, con alimentación por una de ellas. Realizar el diagrama de alambrado con los elementos mostrados.



SOLUCIÓN 

Usando la convención indicada para diferenciar los conductores, se muestra el diagrama de alumbrado:





3.4 CAJAS DE SALIDAS PARA LUMINARIAS Y CUBIERTAS ORNAMENTALES

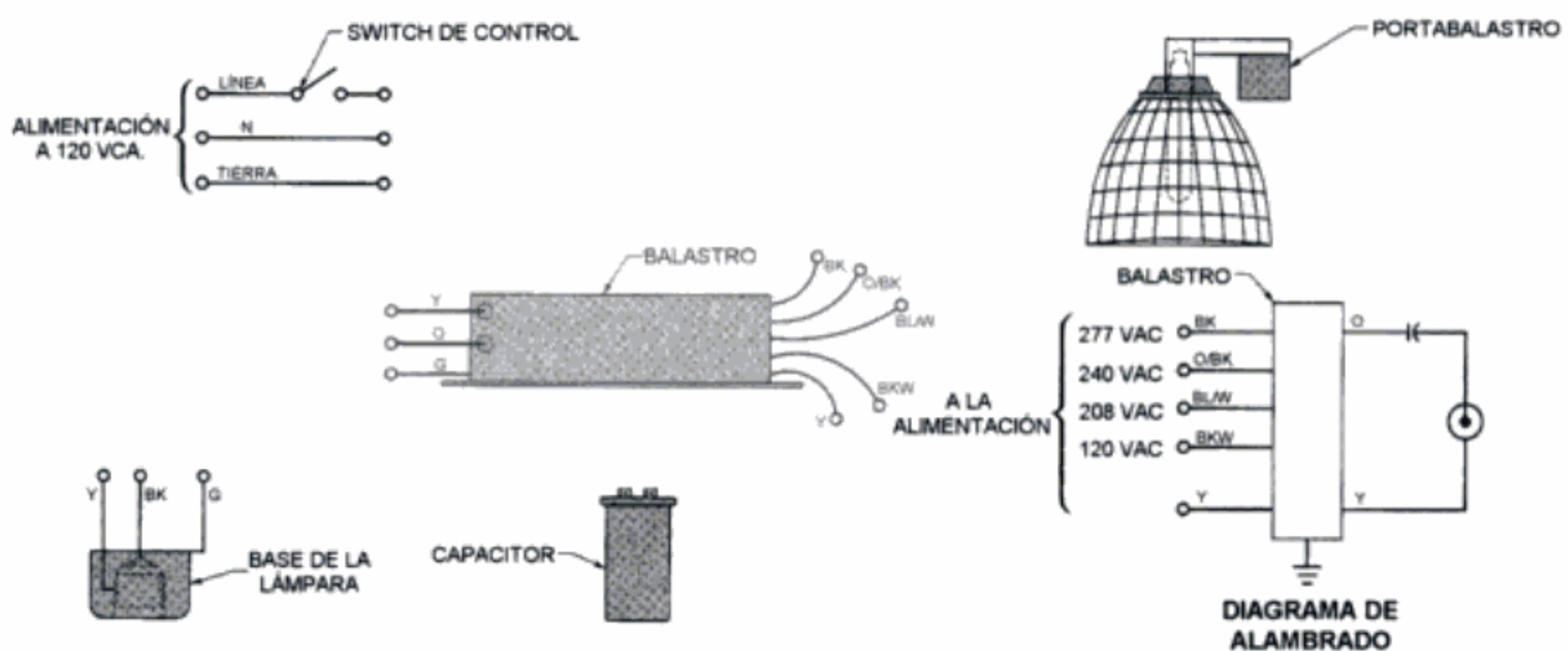
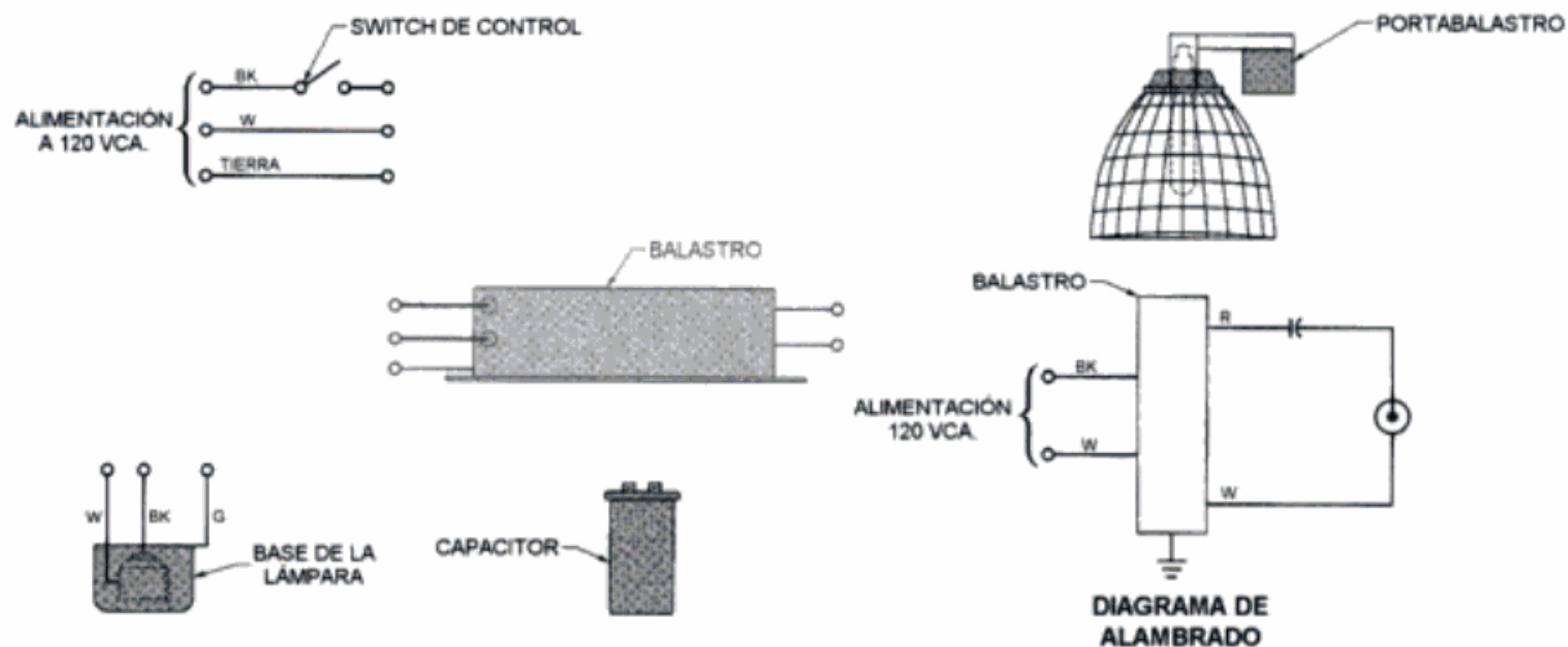
CONDUCTORES EN LAS CAJAS DE SALIDA

- ① Las cajas de salida y las tapas ornamentales, en conjunto, deben proporcionar espacio suficiente para que los conductores de las luminarias y sus accesorios de conexión puedan instalarse adecuadamente.
- ② Las luminarias deben estar construidas o instalarse de tal modo que los conductores dentro de las cajas de salida no lleguen a estar sometidos a temperaturas superiores a las aprobadas para dichos conductores.
- ③ Los conductores de circuitos derivados, no deben pasar a través de una caja de conexiones que sea parte integral de una luminaria incandescente, a menos que dicha luminaria esté aprobada para este propósito.

EJEMPLO



Elaborar para cada uno de los casos siguientes, el diagrama de alambrado correspondiente.



SOLUCIÓN 

En cada figura, se muestran las conexiones correspondientes, indicando éstas con líneas de unión.

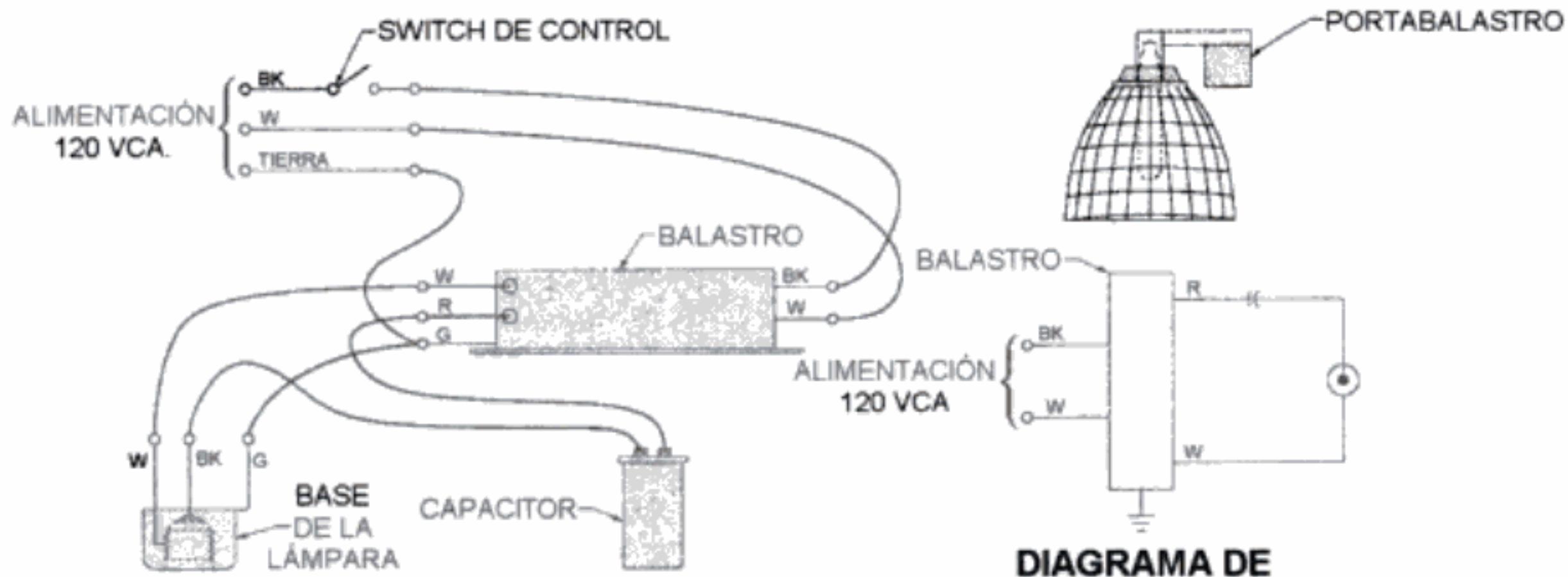


DIAGRAMA DE ALAMBRADO

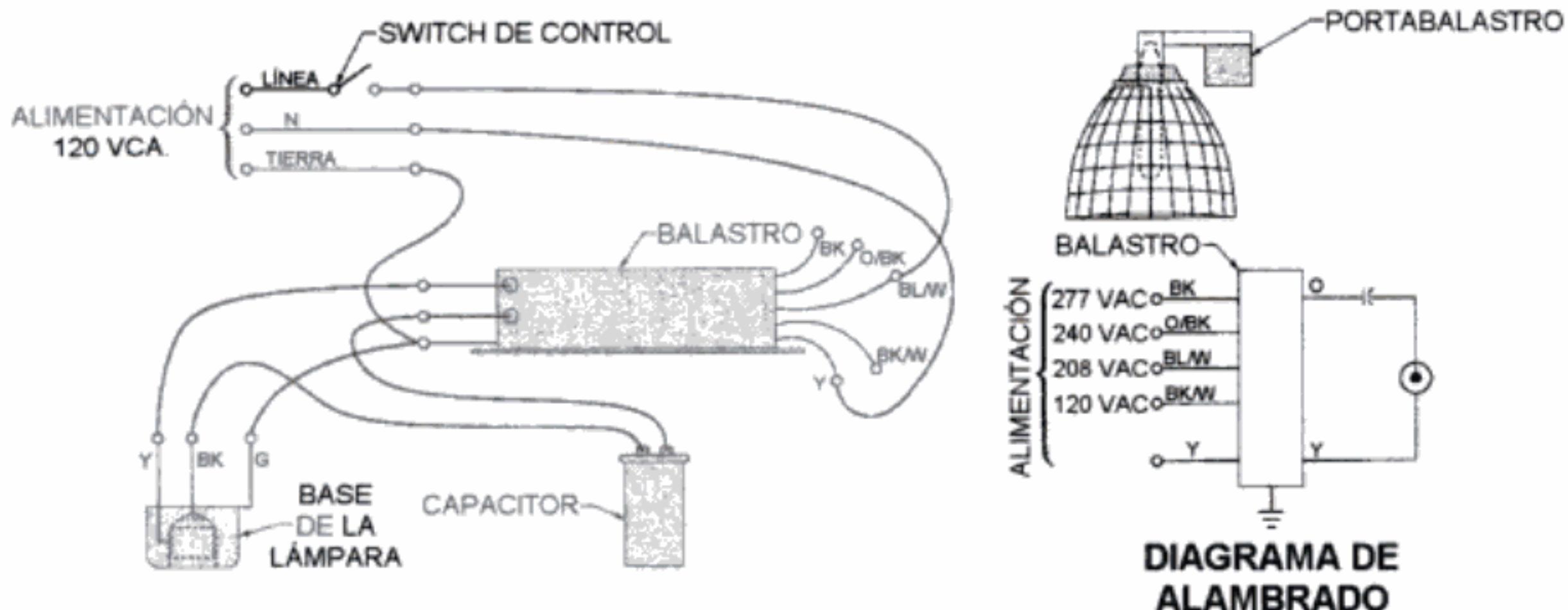
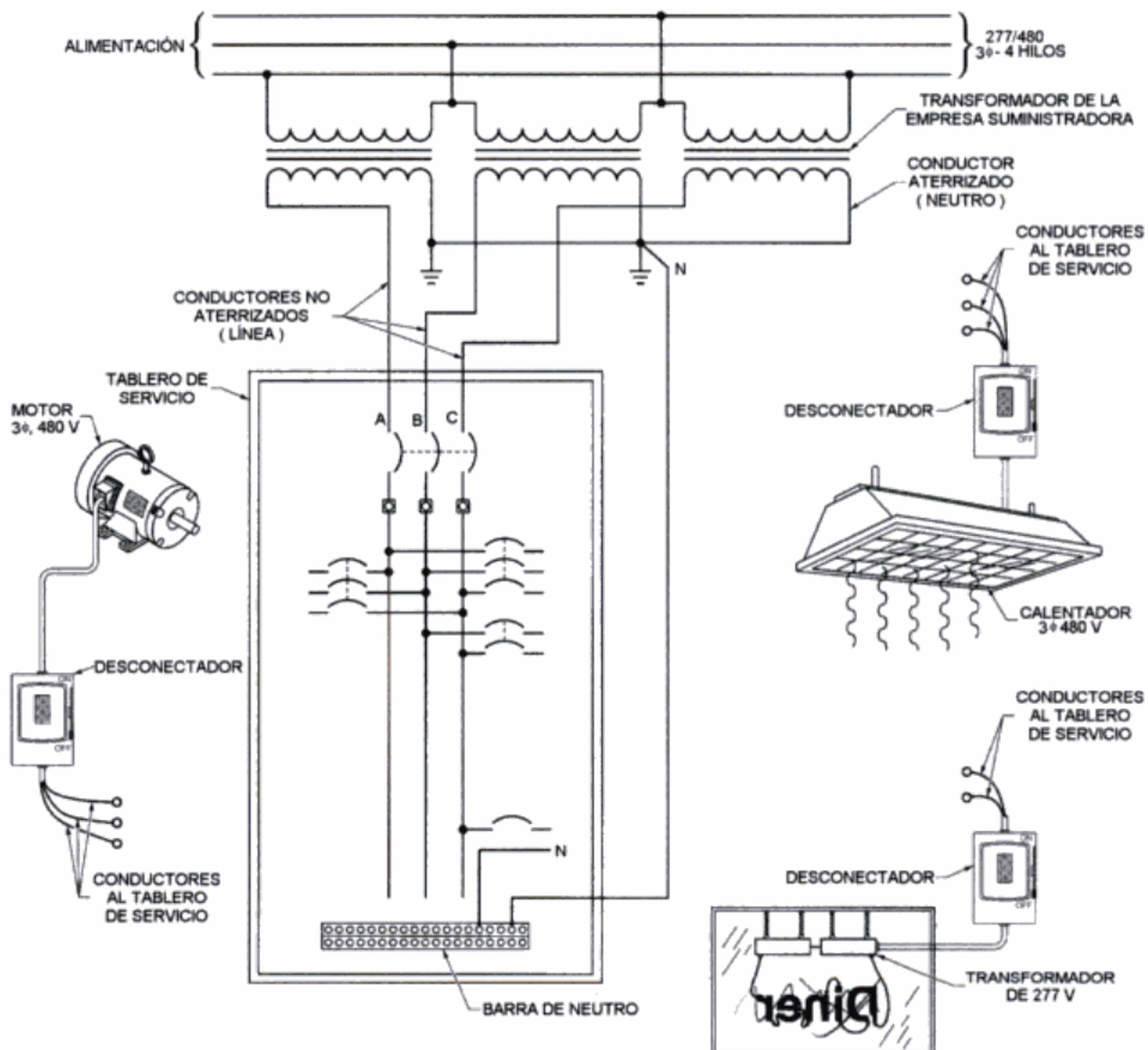


DIAGRAMA DE ALAMBRADO

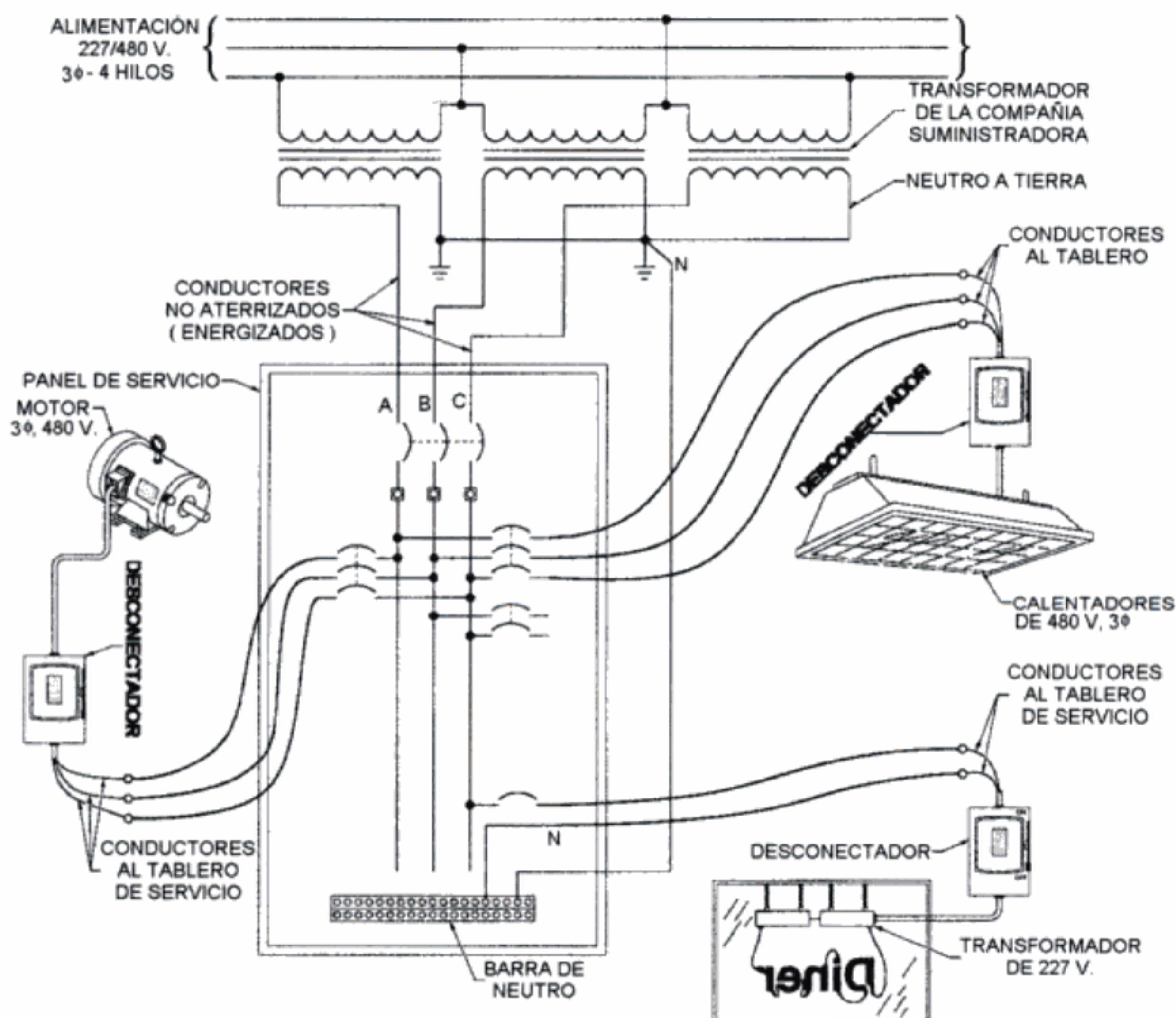
EJEMPLO 

En la siguiente figura, se muestra el transformador de la compañía suministradora, al cual se conectan diferentes servicios y cargas, elaborar el diagrama de conexiones de acuerdo al tipo de cargas, relacionándola al tablero de servicio.



SOLUCIÓN 

A continuación, se muestra la forma de conexión de las cargas trifásicas, como es el caso del motor, la alimentación al calentador trifásico y la conexión del letrero.





3.5 SOPORTES PARA LUMINARIAS

GENERAL

Las luminarias, portalámparas y contactos deben estar sujetos firmemente a sus medios de soporte. Una luminaria que pese más de 2 kilogramos o cuya dimensión sea mayor de 40 centímetros, no debe estar soportada directamente por el casquillo roscado de un portalámparas.

MEDIOS DE SOPORTE

Una luminaria puede soportarse directamente de una caja de salida cuando ésta se encuentre firmemente fija; de no ser así, la luminaria debe soportarse de manera independiente por medio de un herraje adecuado. Las luminarias que pesen más de 20 kilogramos deben estar soportadas independientemente de la caja de salida.

GENERAL

El alambrado de las luminarias, dentro o fuera de ellos, debe estar ordenadamente dispuesto y protegido contra daño mecánico. Los conductores deben disponerse de manera que no estén sometidos a temperaturas mayores que las aprobadas para su operación.

CALIBRE DE LOS CONDUCTORES SOPORTE

Los conductores para luminarias deben ser adecuados a la corriente de operación de los mismos, pero en ningún caso deben ser menores del calibre No. 18 AWG (0.82 mm^2).

AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

Los conductores de luminarias deben tener un aislamiento adecuado para la corriente, tensión y temperatura a las que estén sometidos.

Cuando las luminarias se instalen en lugares húmedos, mojados o en ambiente corrosivo, se deben emplear conductores de un tipo aprobado para tal efecto.

CONDUCTORES EN PARTES MÓVILES

Deben usarse cables flexibles para el alambrado sobre las cadenas de luminarias u otras partes móviles o flexibles. Dichos cables deben disponerse, en tal forma que el peso de las luminarias o de sus partes móviles no ejerza tensión mecánica sobre ellos. No se deben utilizar alambres en ningún caso.

PROTECCIÓN DE LOS CONDUCTORES

Los conductores deben sujetarse de manera que el aislamiento no sufra deterioro. Asimismo, deben protegerse cuando pasen a través de orificios o estén en contacto con partes metálicas que pudieran dañar el aislamiento.

PROTECCIÓN DE LOS CONDUCTORES EN PORTALÁMPARAS

Cuando un portalámparas metálico se conecte por medio de un cordón flexible, debe proveerse de una boquilla aislante en la entrada. Los bordes de las boquillas deben redondearse eliminando toda aspereza interior.

EMPALMES Y DERIVACIONES

No deben hacerse empalmes ni derivaciones dentro de los brazos o soportes de luminarias.

CONTACTOS EN PISOS

Los contactos que se instalen en pisos, deben encerrarse en cajas especialmente construidas para este fin, excepto cuando tales contactos estén colocados en pisos elevados de aparadores o en otros sitios similares donde no estén expuesto a daño mecánico, humedad o polvo; en cuyos casos, puede usarse el tipo normal con caja para instalación oculta.

DISPOSITIVOS NO INTERCAMBIABLES

Los contactos adaptadores y clavijas deben construirse en tal forma que un contacto no pueda aceptar clavijas o adaptadores para tensiones y corrientes diferentes a aquellas para las cuales el contacto está diseñado. Los contactos que no sean del tipo de puesta a tierra, no deben aceptar clavijas o adaptadores de este tipo.

Contactos en lugares húmedos o mojados:

- Lugares húmedos.** Los contactos que se instalen en lugares húmedos deben ser del tipo adecuado, dependiendo de las condiciones particulares de cada caso.
- Lugares mojados.** Los contactos que se instalen en lugares mojados, deben ser a prueba de intemperie.

INSTALACIÓN DE APARATOS ELÉCTRICOS

CORDONES FLEXIBLES

Los cordones flexibles usados para conectar aparatos eléctricos deben cumplir con lo siguiente:

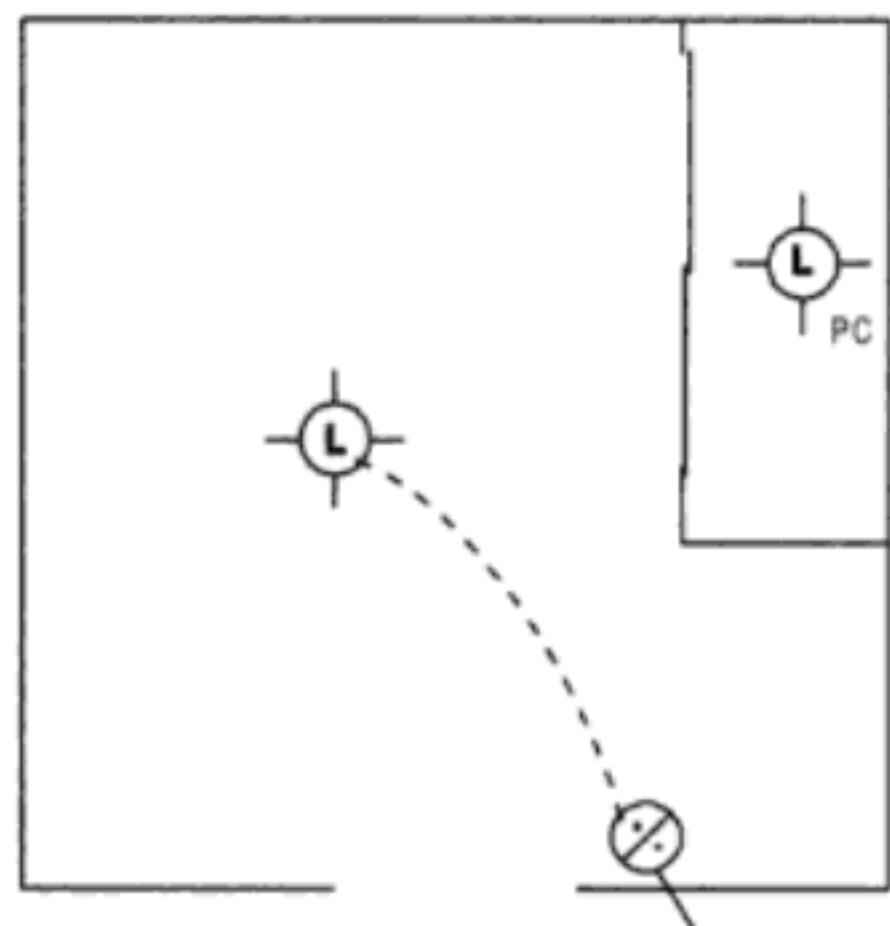
- General.** Los cordones flexibles pueden usarse para los fines siguientes: 1) conexión de aparatos portátiles, 2) conexión de aparatos fijos para facilitar su cambio frecuente o impedir la transmisión de ruidos o vibraciones, o 3) facilitar el movimiento o desconexión de aparatos fijos para su mantenimiento o reparación.

- b) Los cordones flexibles utilizados para conectar planchas, calentadores y demás aparatos eléctricos portátiles para producir calor, deben ser del tipo adecuado para usarse con resistencias eléctricas.

EJEMPLO 

Conectar las componentes indicadas que se muestran en los diagramas esquemáticos y de disposición arquitectónica, usando la siguiente convención para los conductores.

CONDUCTOR NEGRO

DISPOSICIÓN ARQUITECTÓNICA
(ALAMBRADO)

CONDUCTOR BLANCO

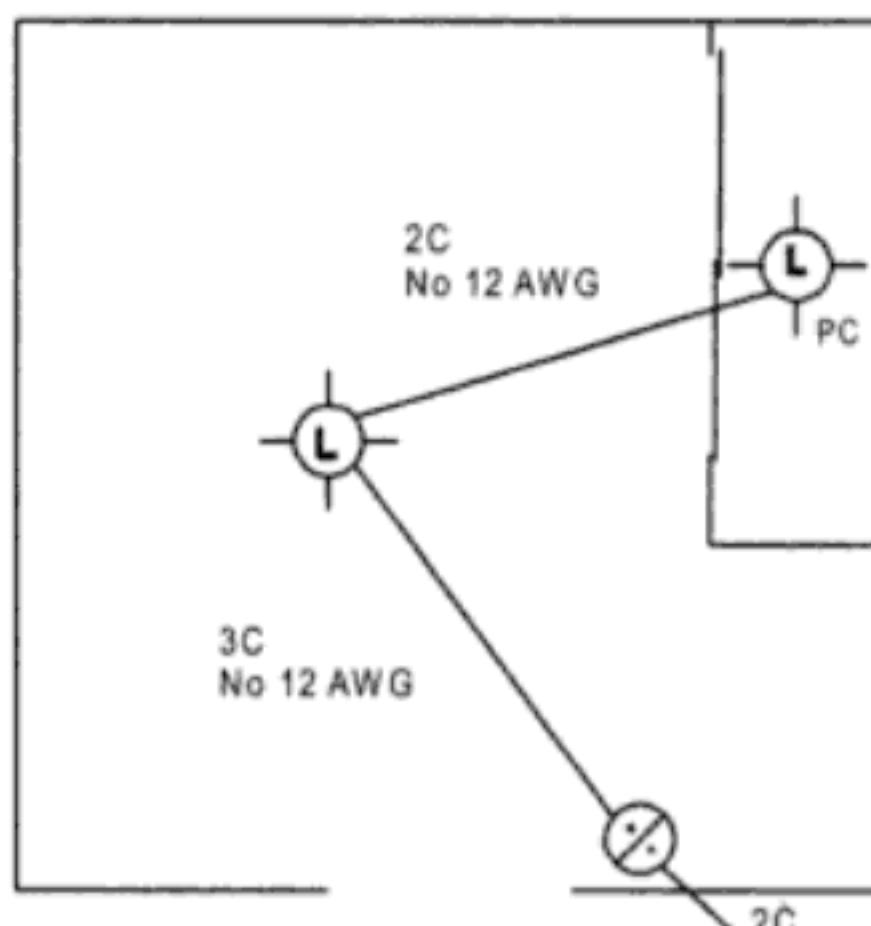


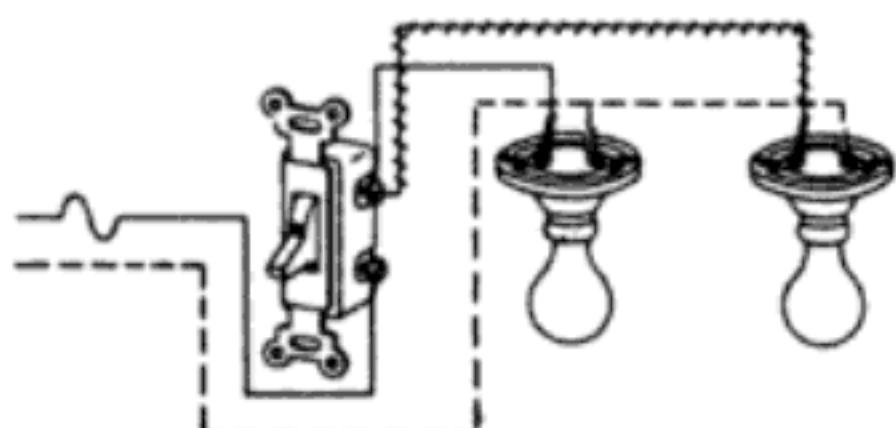
DIAGRAMA ESQUEMÁTICO

CONDUCTOR ROJO

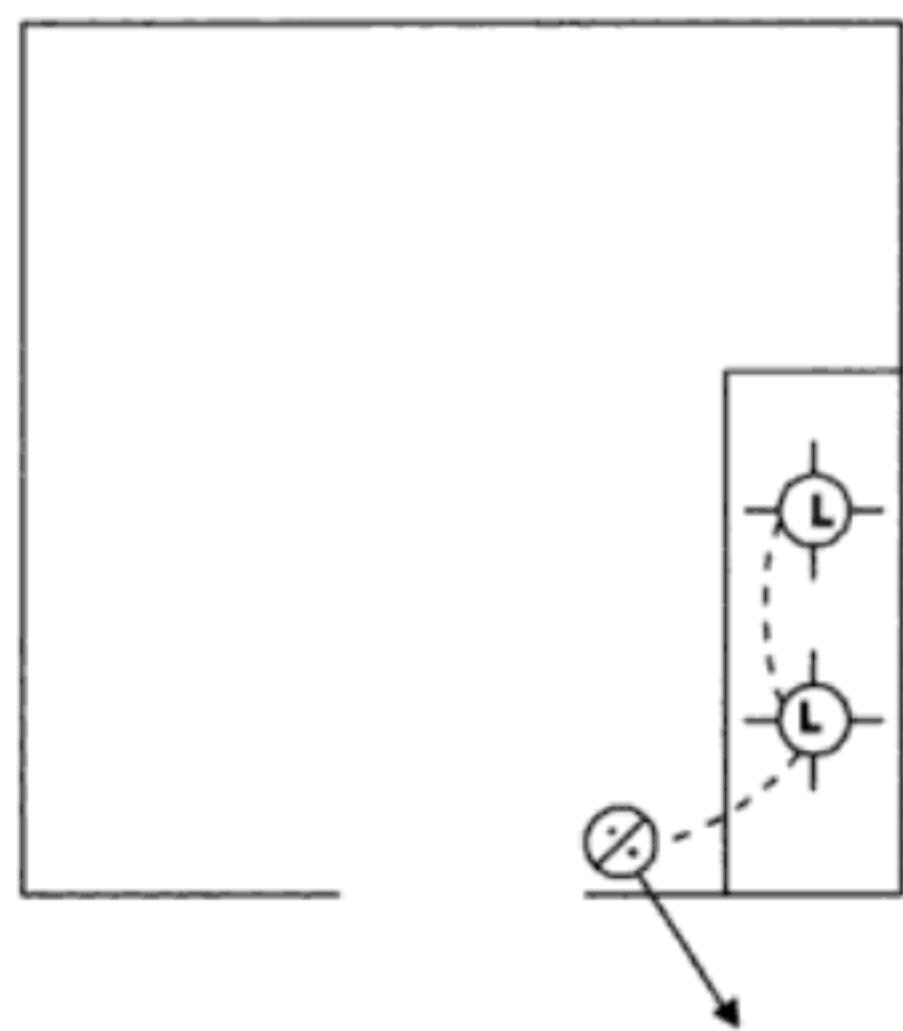


SOLUCIÓN

La conexión es la siguiente:

**EJEMPLO**

Usando la misma convención del ejemplo anterior para los conductores, conectar las componentes indicadas en los diagramas esquemáticos y arquitectónicos.



DISPOSICIÓN ARQUITECTÓNICA
(ALAMBRADO)

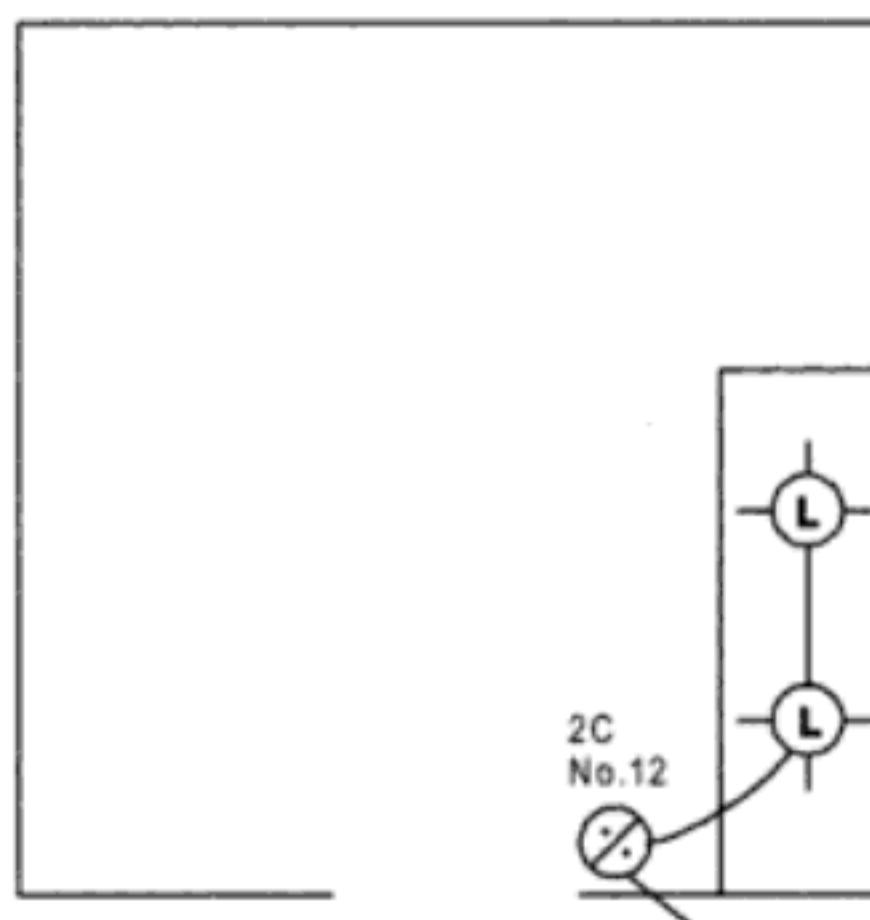
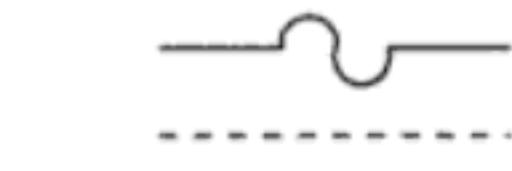


DIAGRAMA ESQUEMÁTICO

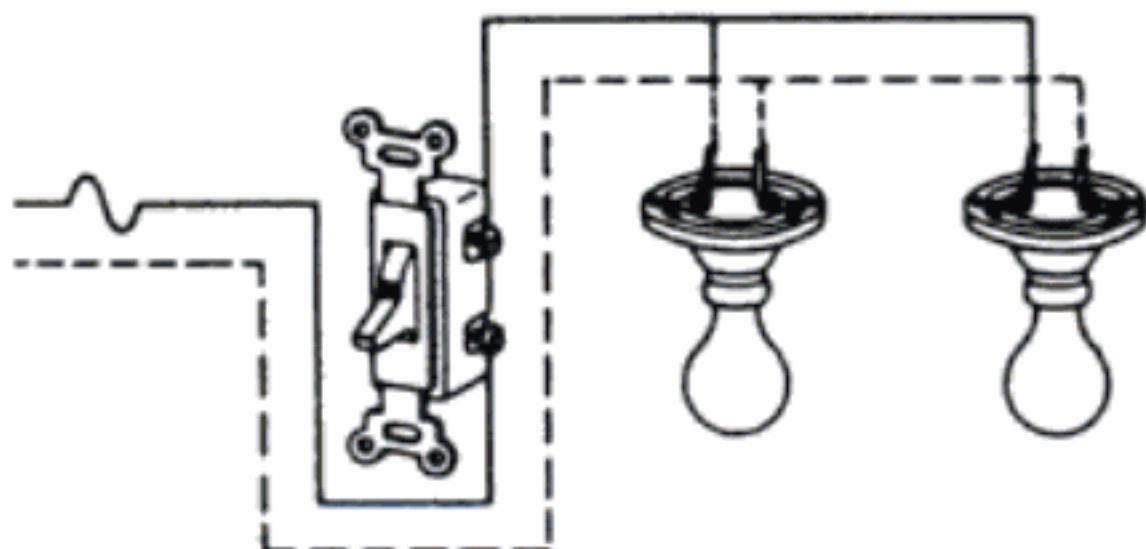


2C
No. 12 AWG

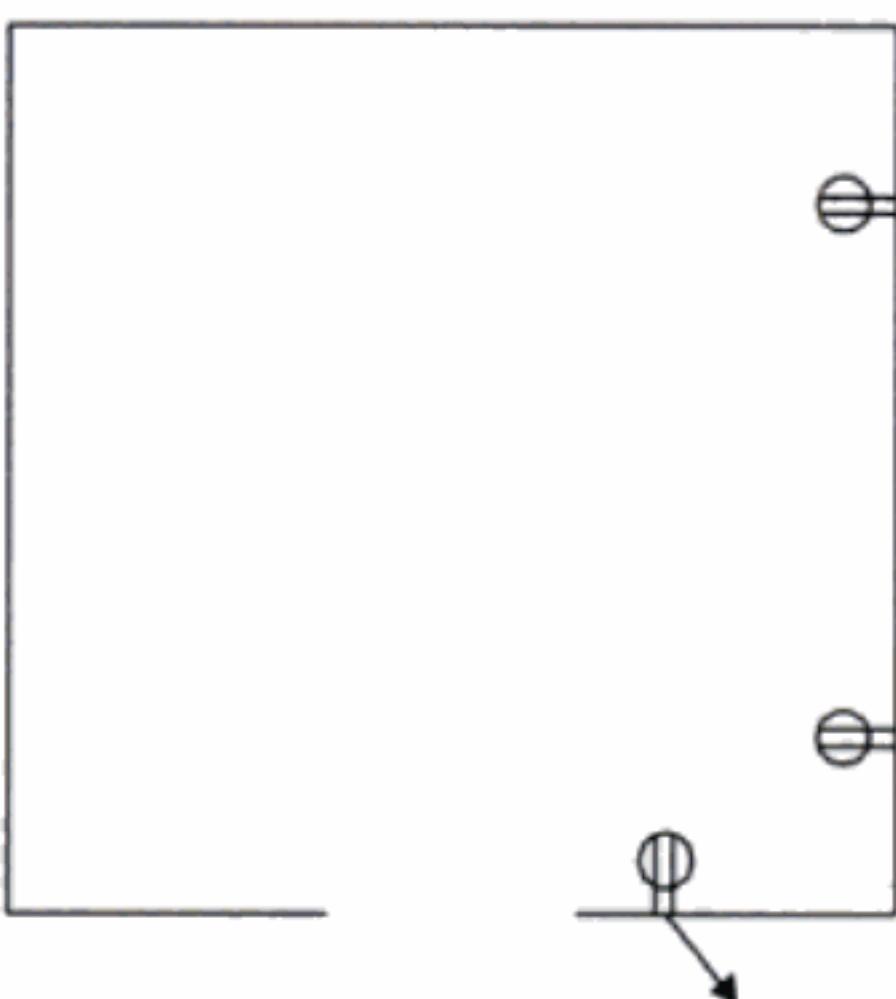


EJEMPLO 

De acuerdo al diagrama esquemático, las conexiones entre elementos son las siguientes:


SOLUCIÓN 

Usando la convención indicada antes, conectar las componentes mostradas en los diagramas esquemáticos y arquitectónicos.



DISPOSICIÓN ARQUITECTÓNICA
(ALAMBRADO)

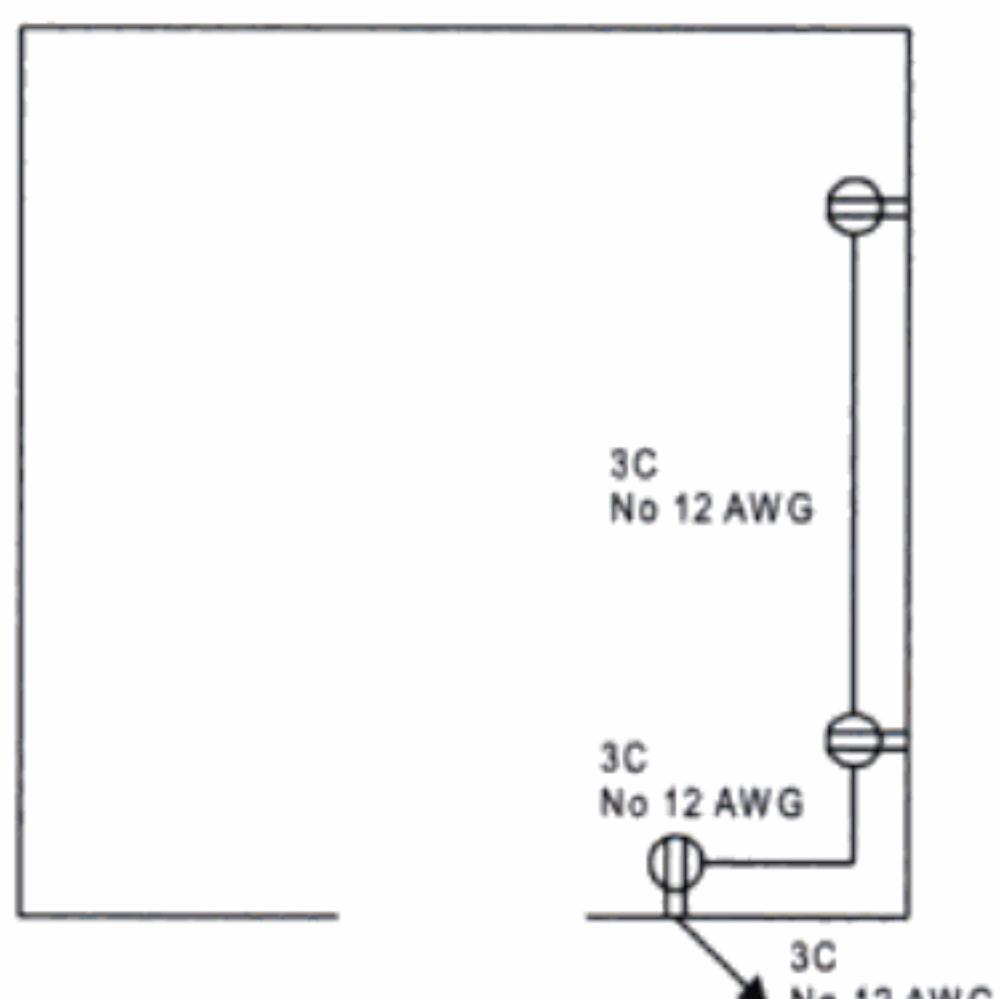


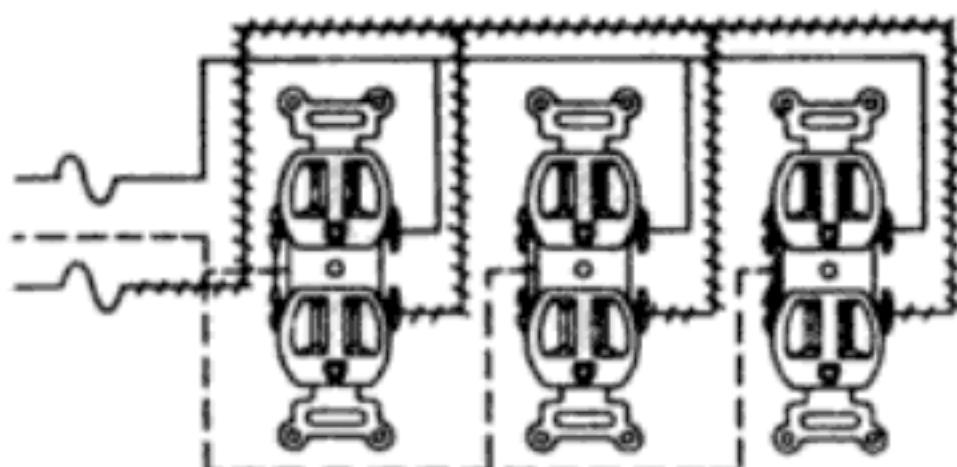
DIAGRAMA ESQUEMÁTICO



SOLUCIÓN



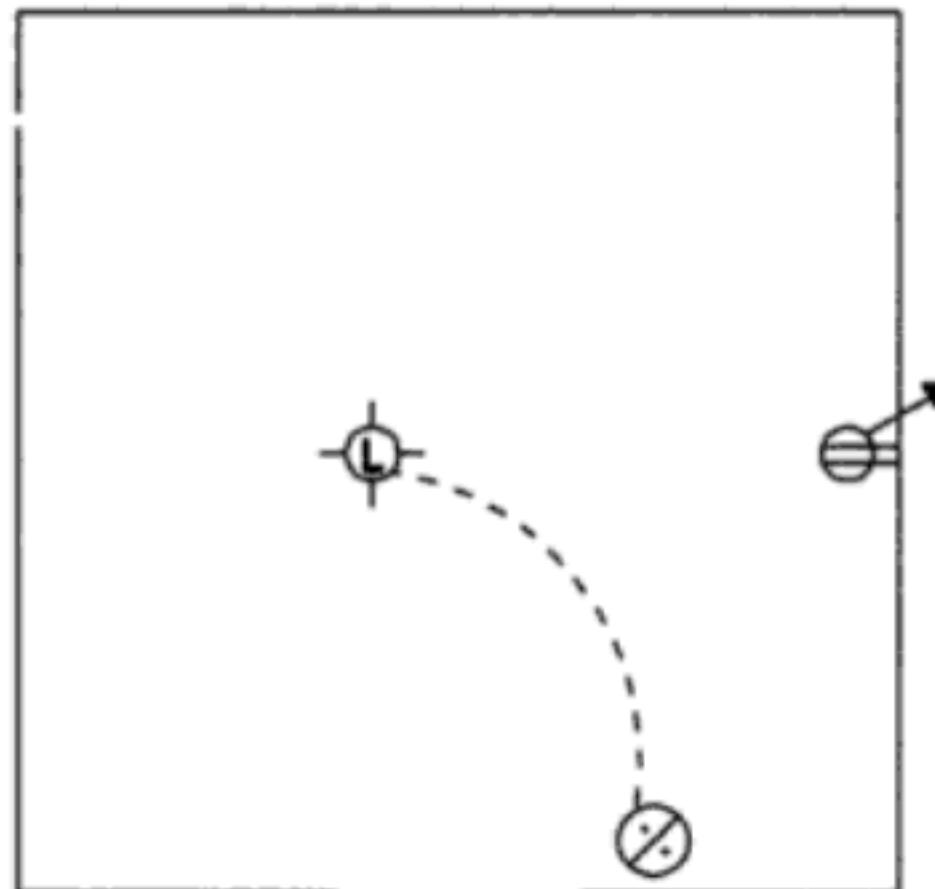
En este caso, se trata sólo de contactos dobles y se conectan como se indica:



EJEMPLO



En la figura, se muestran los esquemas de disposición arquitectónica y esquemático para la conexión de un contacto doble, una lámpara y su apagador, realizar el diagrama de conexión:



DISPOSICIÓN ARQUITECTÓNICA
(ALAMBRADO)

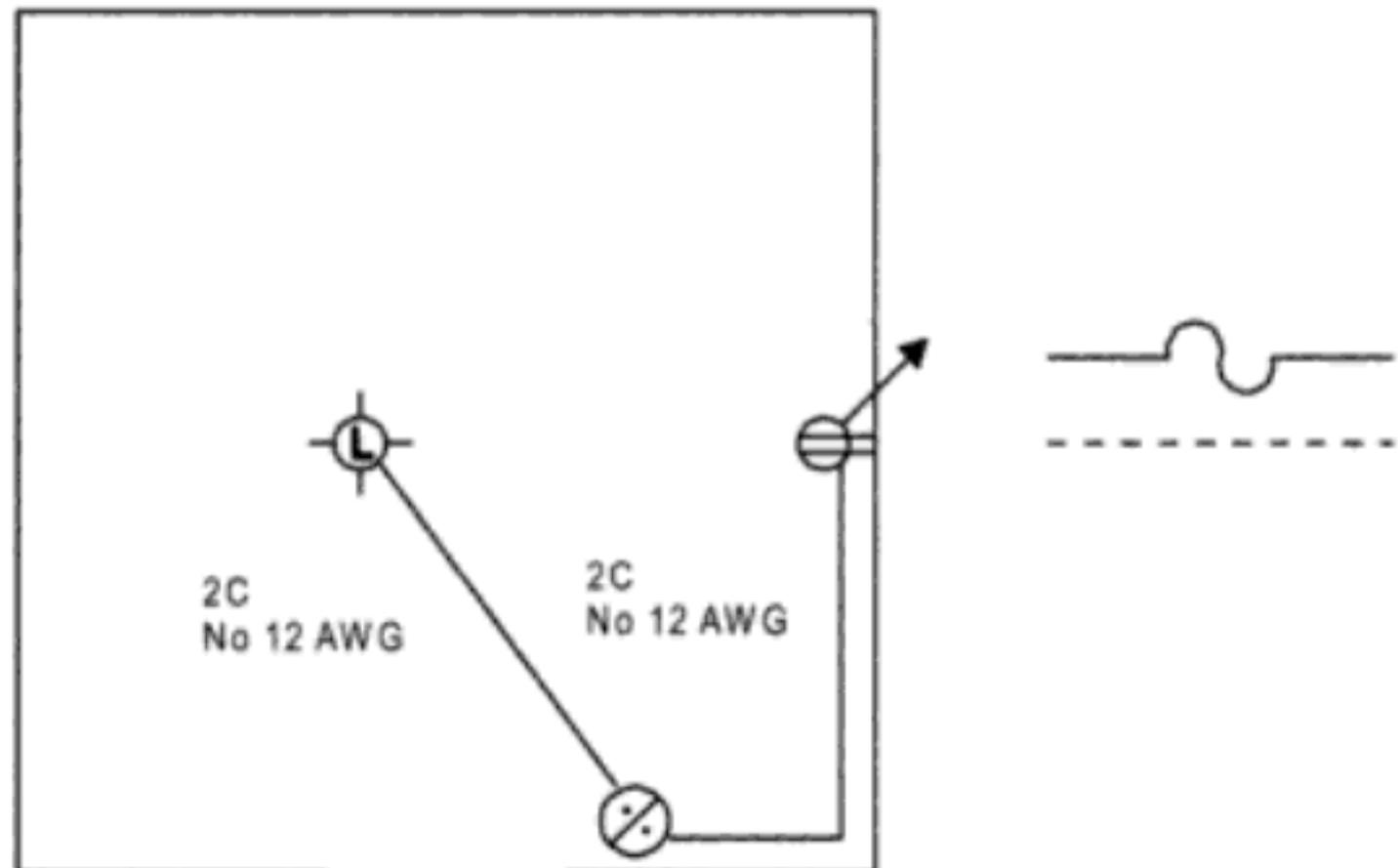
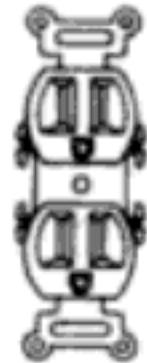


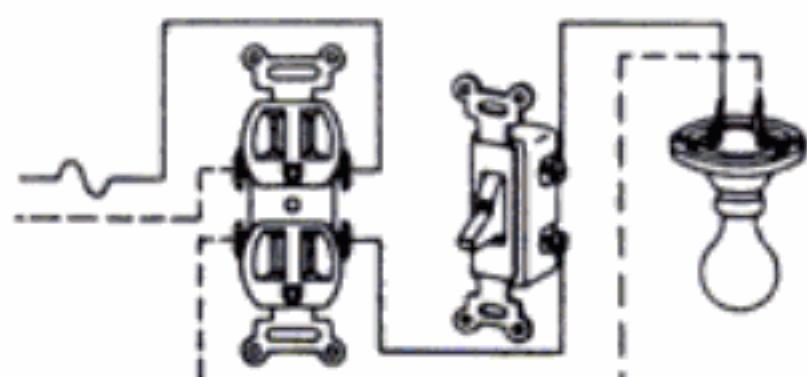
DIAGRAMA ESQUEMÁTICO



EJEMPLO



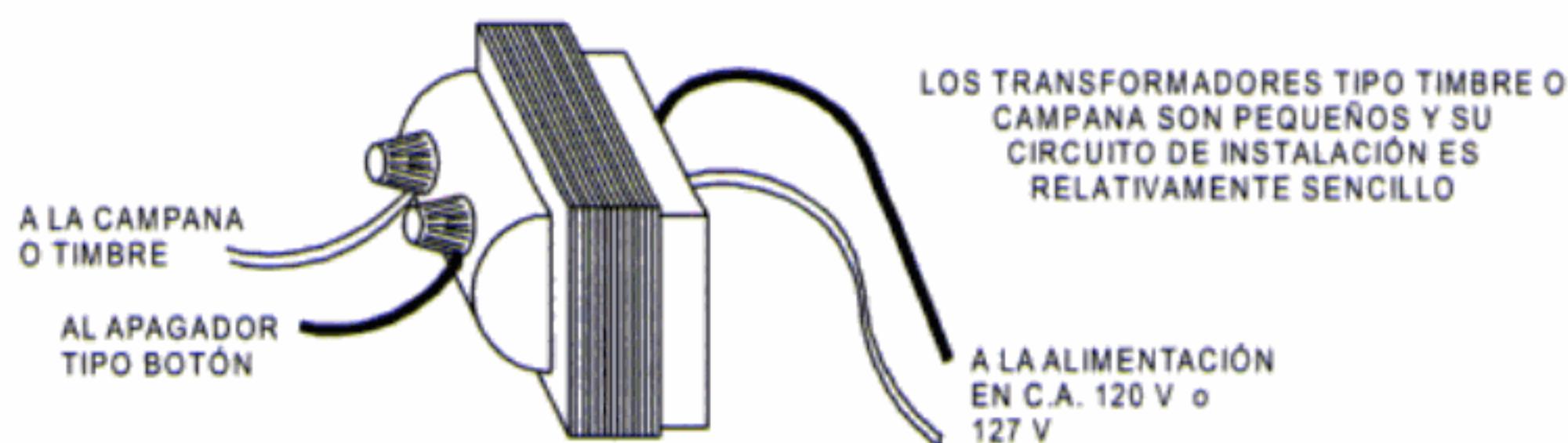
La conexión de estos elementos es la mostrada en la figura:



3.6 INSTALACIÓN DE TIMBRES, CAMPANAS O CHICHARRAS

Hace algún tiempo, la instalación de timbres o campanas en las casas habitación no se consideraba como parte de la instalación eléctrica, debido a que se alimentaban por medio de baterías. Posteriormente, se encontró útil el uso de pequeños transformadores y la alimentación se hizo en corriente alterna, formando así parte de la instalación eléctrica.

Un pequeño transformador tipo campana es relativamente simple, tiene dos bobinas de alambre no conectadas una con la otra y devanadas cada una alrededor de un núcleo de hierro, a una de estas bobinas se le conoce como el **primario** y se encuentra conectada permanentemente a alimentación en corriente alterna (C.A.) a 120 V ó 127 V. Esta conexión del primario se hace sin ningún apagador o interruptor de por medio, de manera que siempre está energizado. El devanado **secundario** se conecta a un par de terminales a través de un apagador al timbre o campana que alimenta.

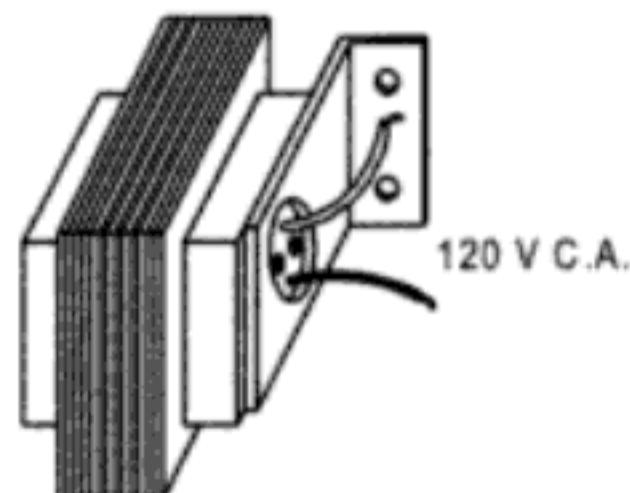
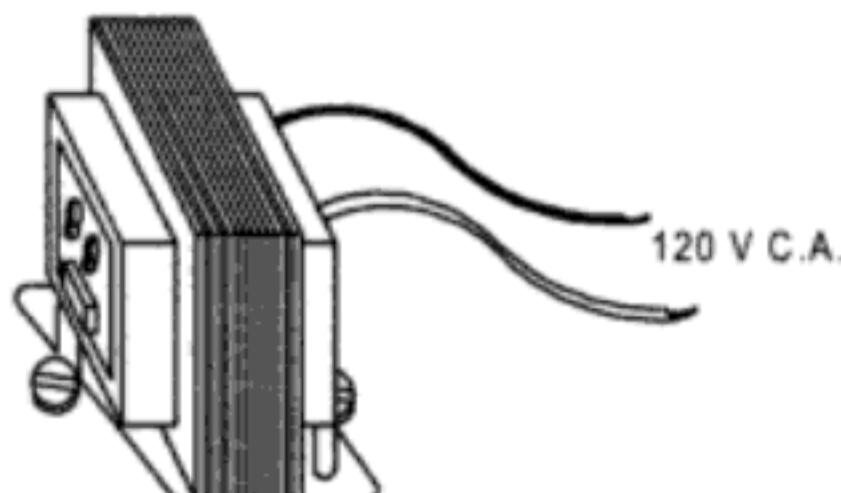


TRANSFORMADOR PARA ALIMENTAR TIMBRES, CAMPANAS O CHICHARRAS

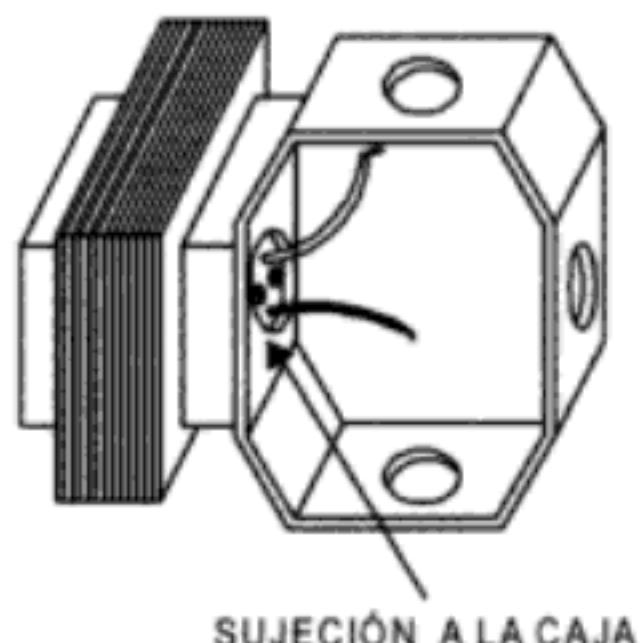
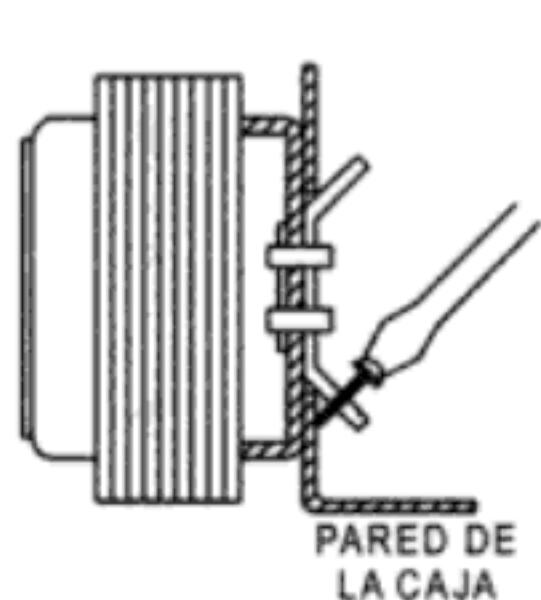
La razón para este arreglo es que no todos los timbres o campanas requieren el mismo voltaje de operación, de manera que con un sólo transformador se puede dar uso a los distintos timbres o campanas, dependiendo de su voltaje de alimentación.

El circuito del timbre no tiene una protección por separado. Esta protección depende del circuito derivado al cual se conecta el primario del transformador. Los conductores pueden ser calibre No. 16 AWG ó 18 AWG. En la figura siguiente, se muestra la forma de montaje de estos pequeños transformadores tipo campana:

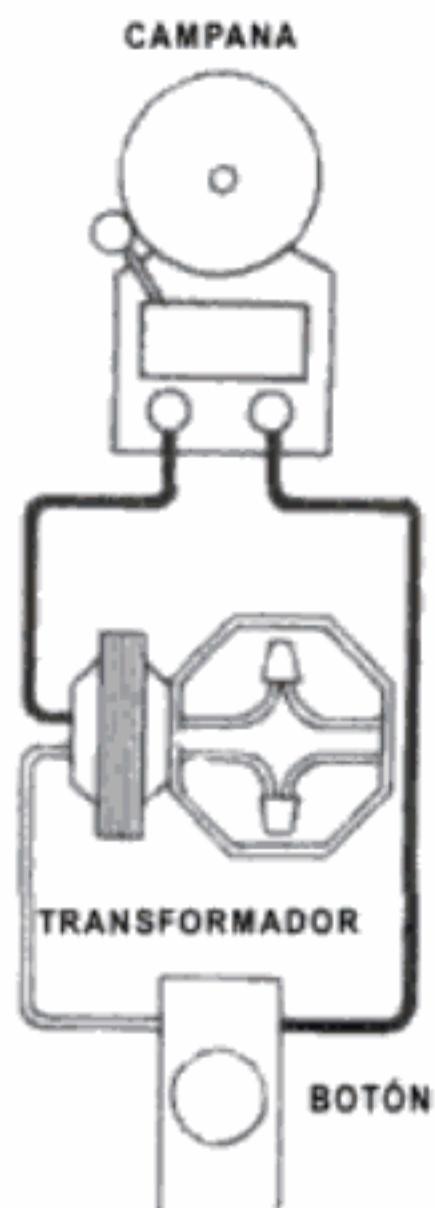
ESTAS SON LAS FORMAS TÍPICAS DE
MONTAJE DE LOS PEQUEÑOS
TRANSFORMADORES TIPO CAMPANA



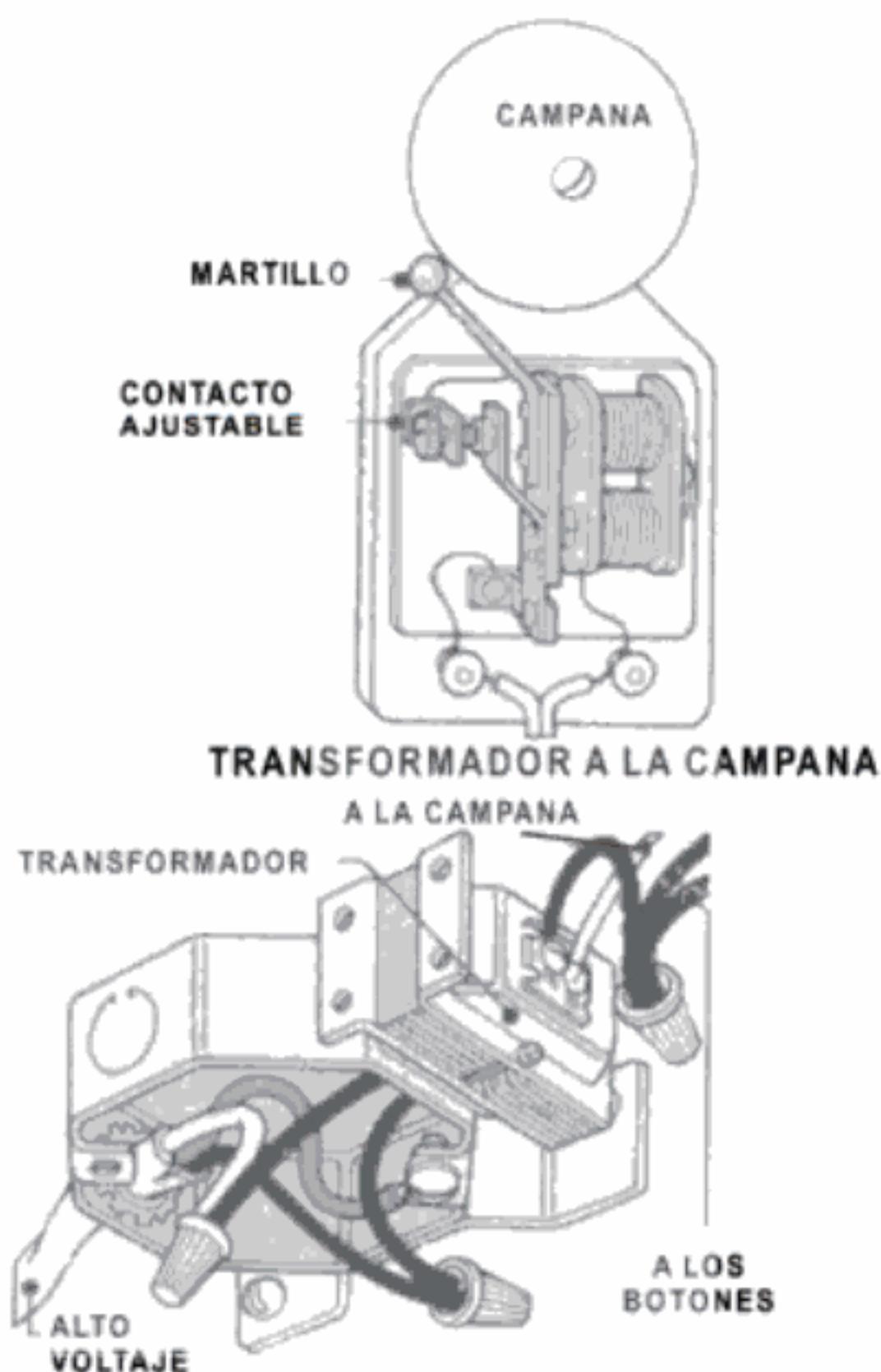
(A) MONTAJE DEL TRANSFORMADOR EN
UN BLOQUE DE MADERA



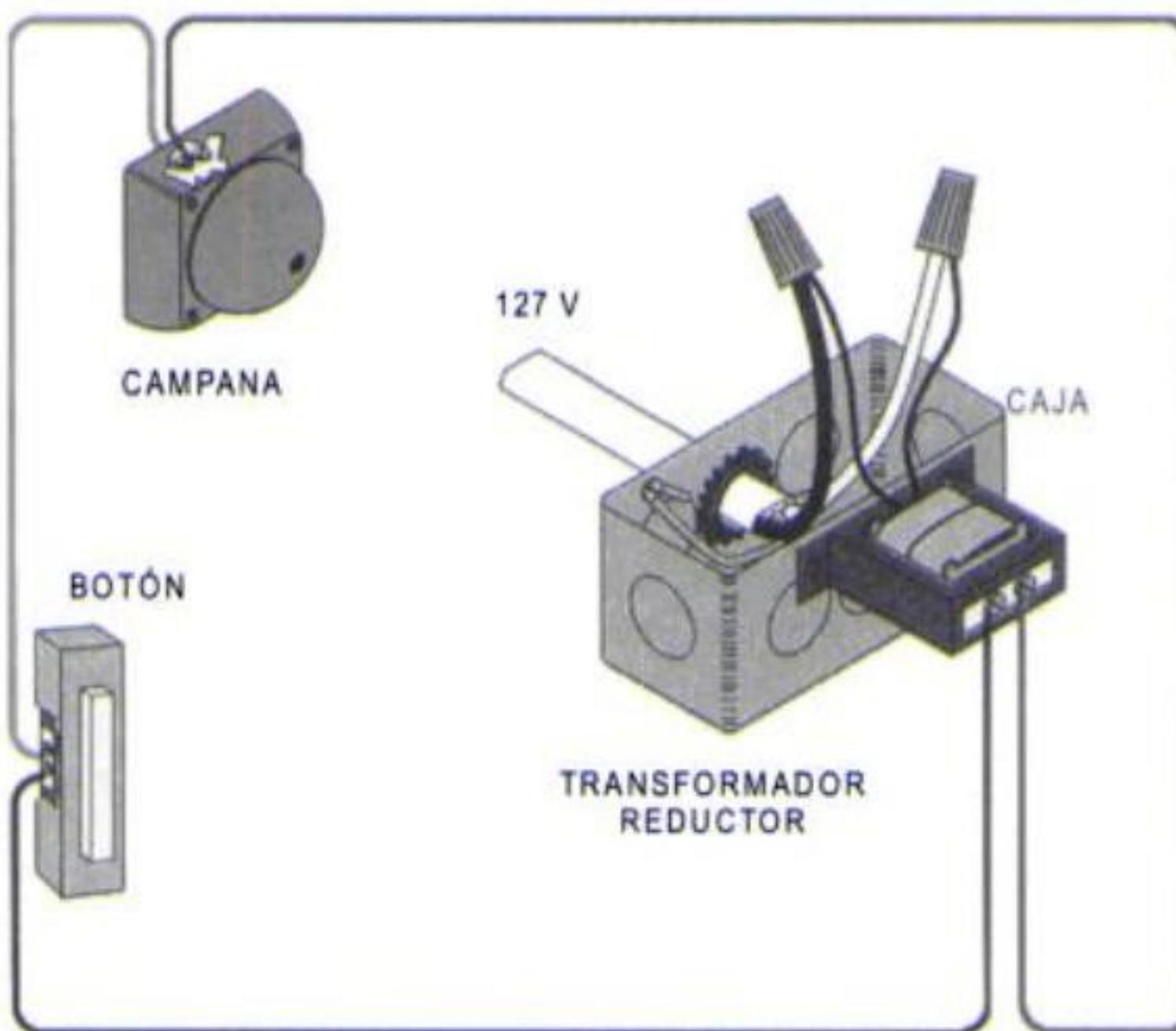
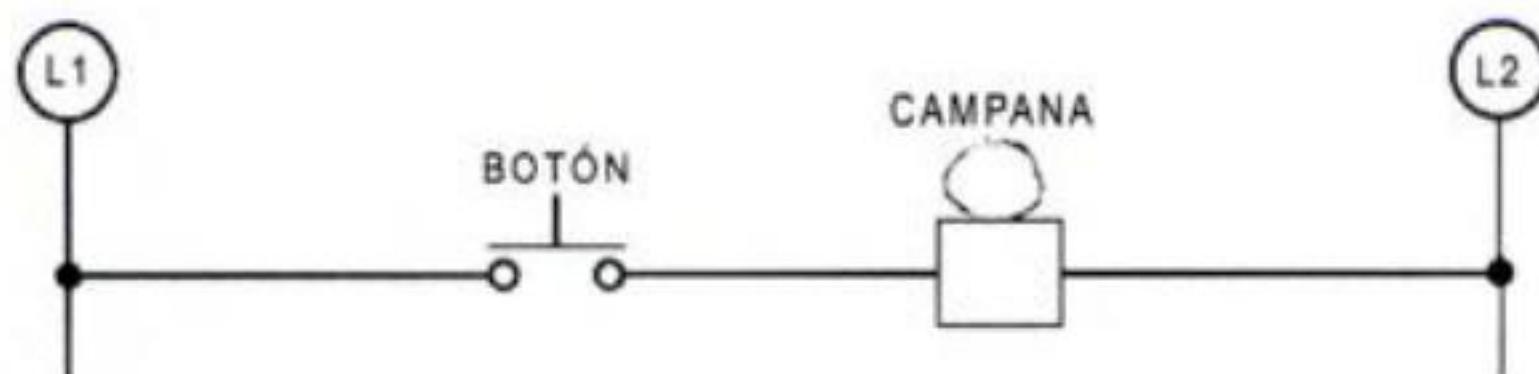
(B) MONTAJE DEL TRANSFORMADOR EN
CAJA DE CONEXIÓN



CIRCUITO TÍPICO DE INSTALACIÓN DE UN TIMBRE



**DIAGRAMA DE ALAMBRADO Y CONEXIONES PARA
ACCIONAR UN TIMBRE (CAMPANA)**



**PARA ALIMENTAR UNA CAMPANA SE USA
UN TRANSFORMADOR REDUCTOR**

INSTALACIÓN DE UNA CAMPANA O TIMBRE ACCIONADO DESDE DOS POSICIONES

En algunos casos, una casa edificio o área de trabajo, pueden tener puertas al frente y en la parte trasera, en estos casos se puede usar la conexión mostrada:

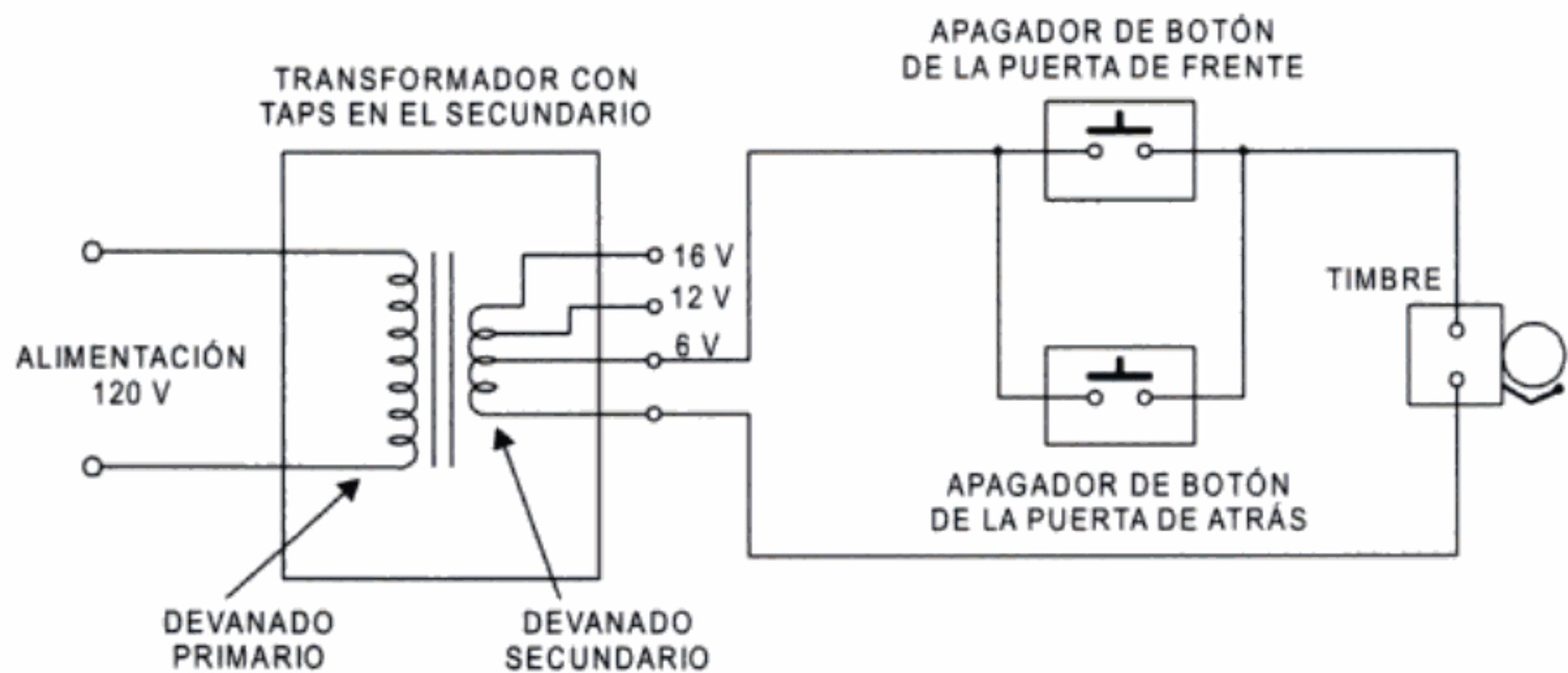
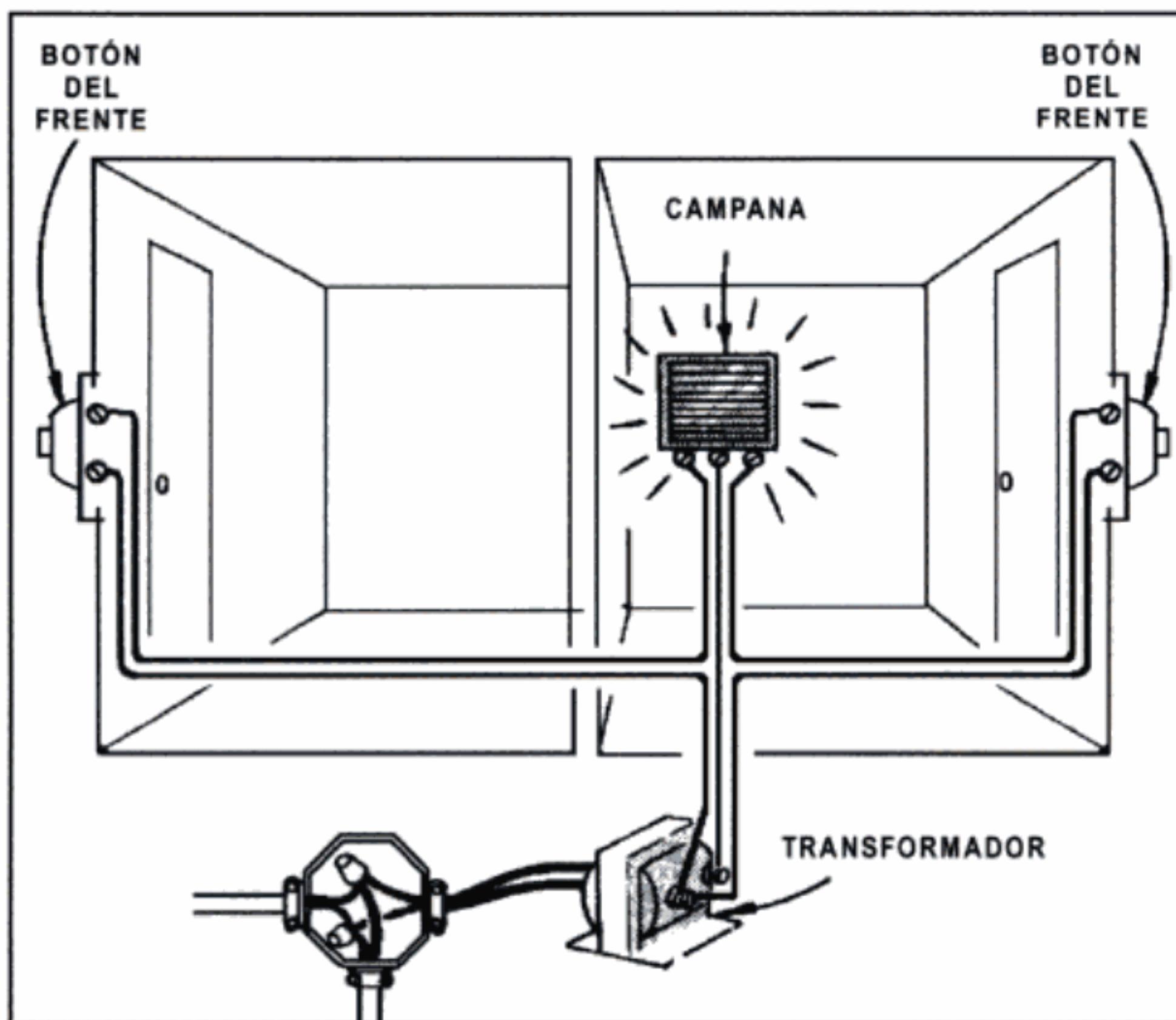


DIAGRAMA ESQUEMÁTICO TÍPICO DE LA INSTALACIÓN
DE UN TIMBRE CONTROLADO DESDE DOS PUNTOS



INSTALACIÓN DE UN TIMBRE O CAMPANA ACCIONADO DESDE DOS PUNTOS

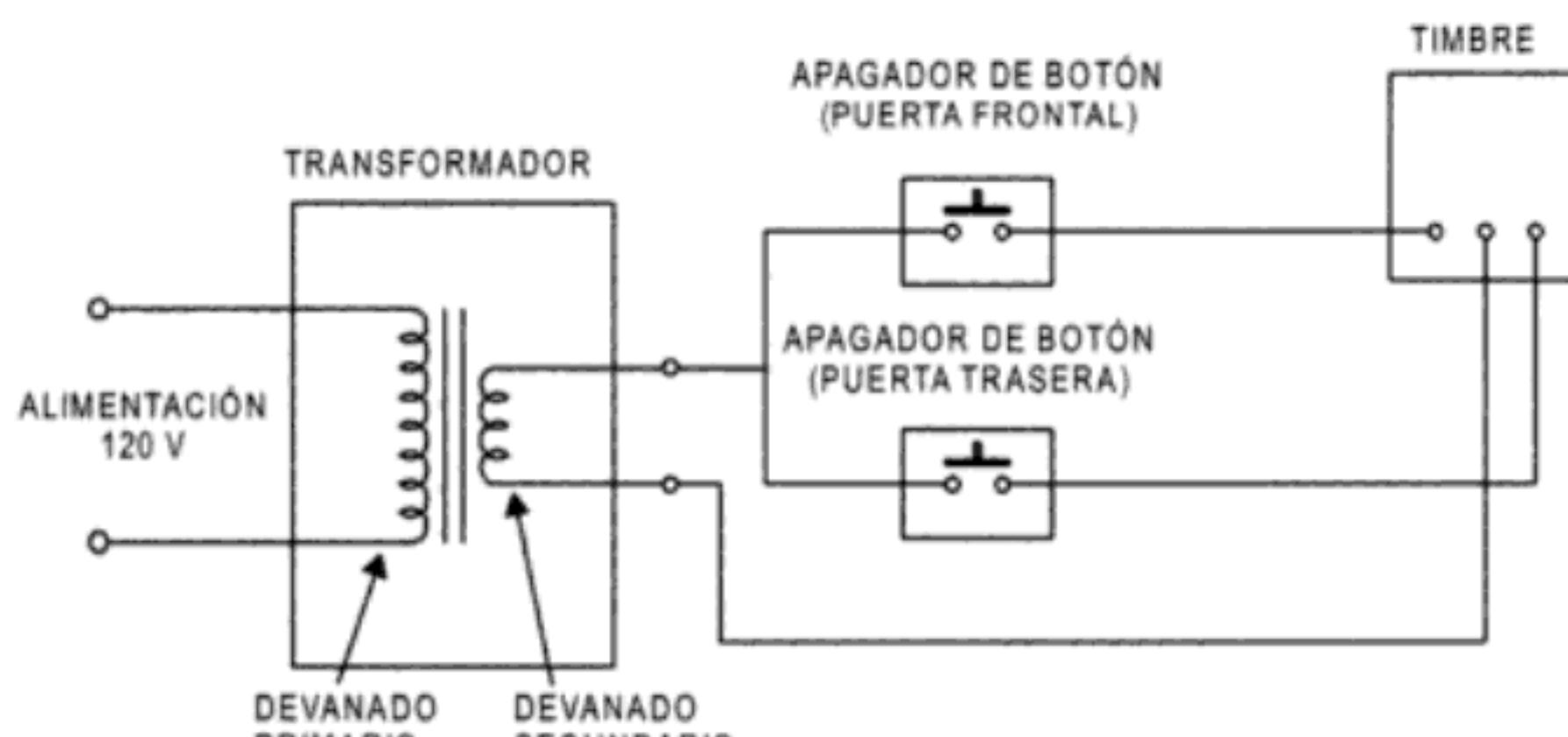
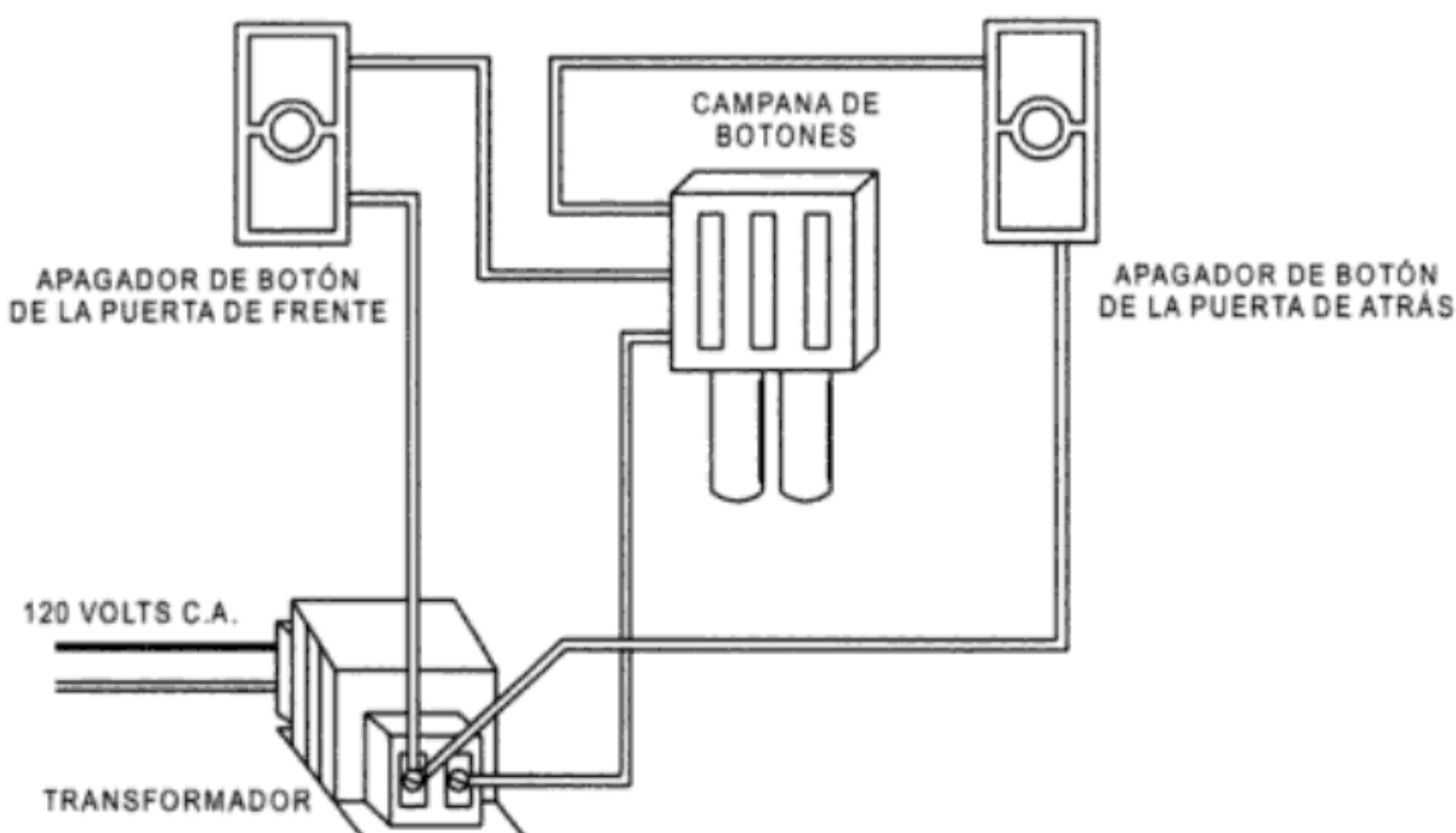


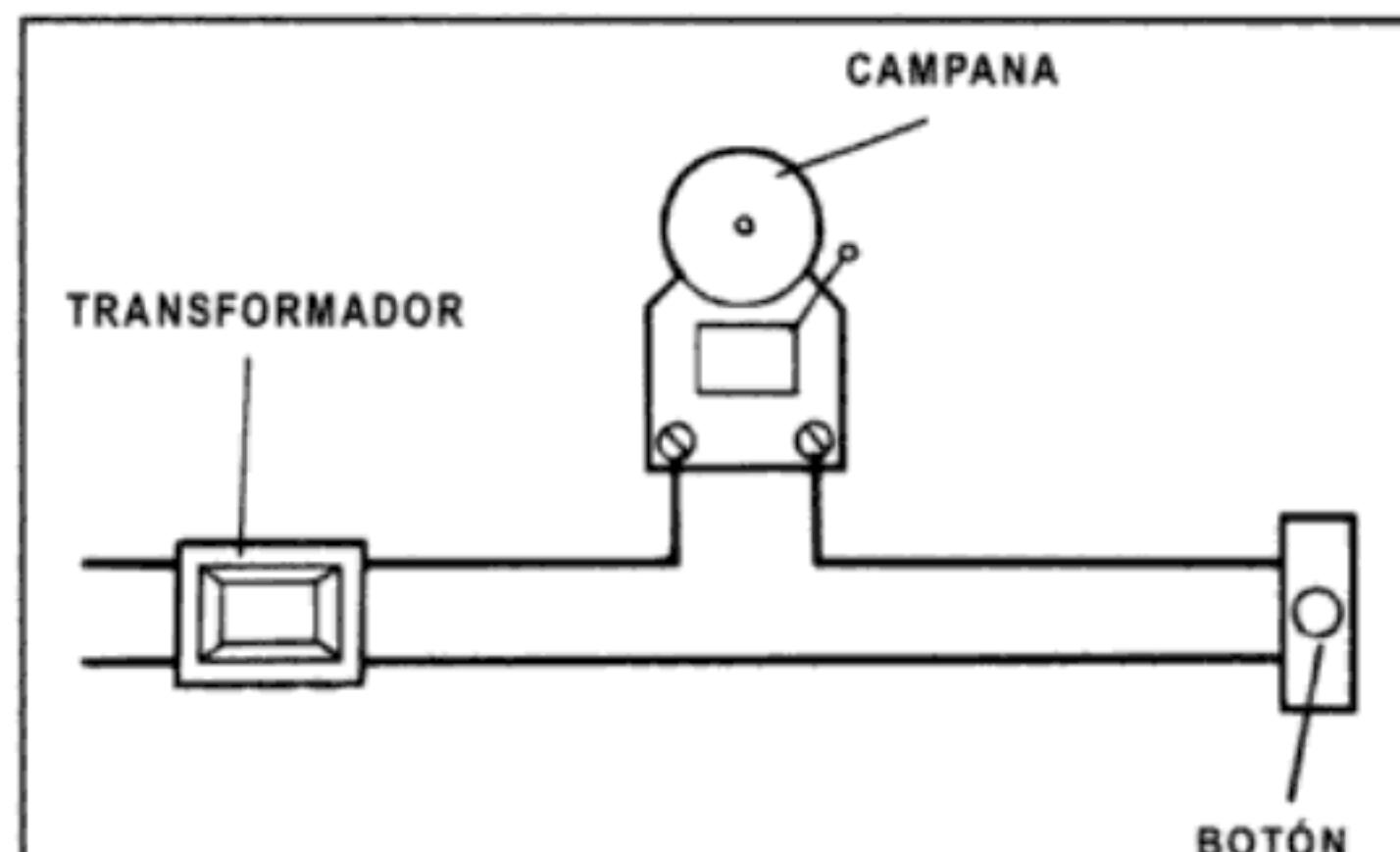
DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE CONEXIÓN DE UNA
CAMPANA Y UN ZUMBADOR

INSTALACIÓN DE CAMPANAS DE TONOS

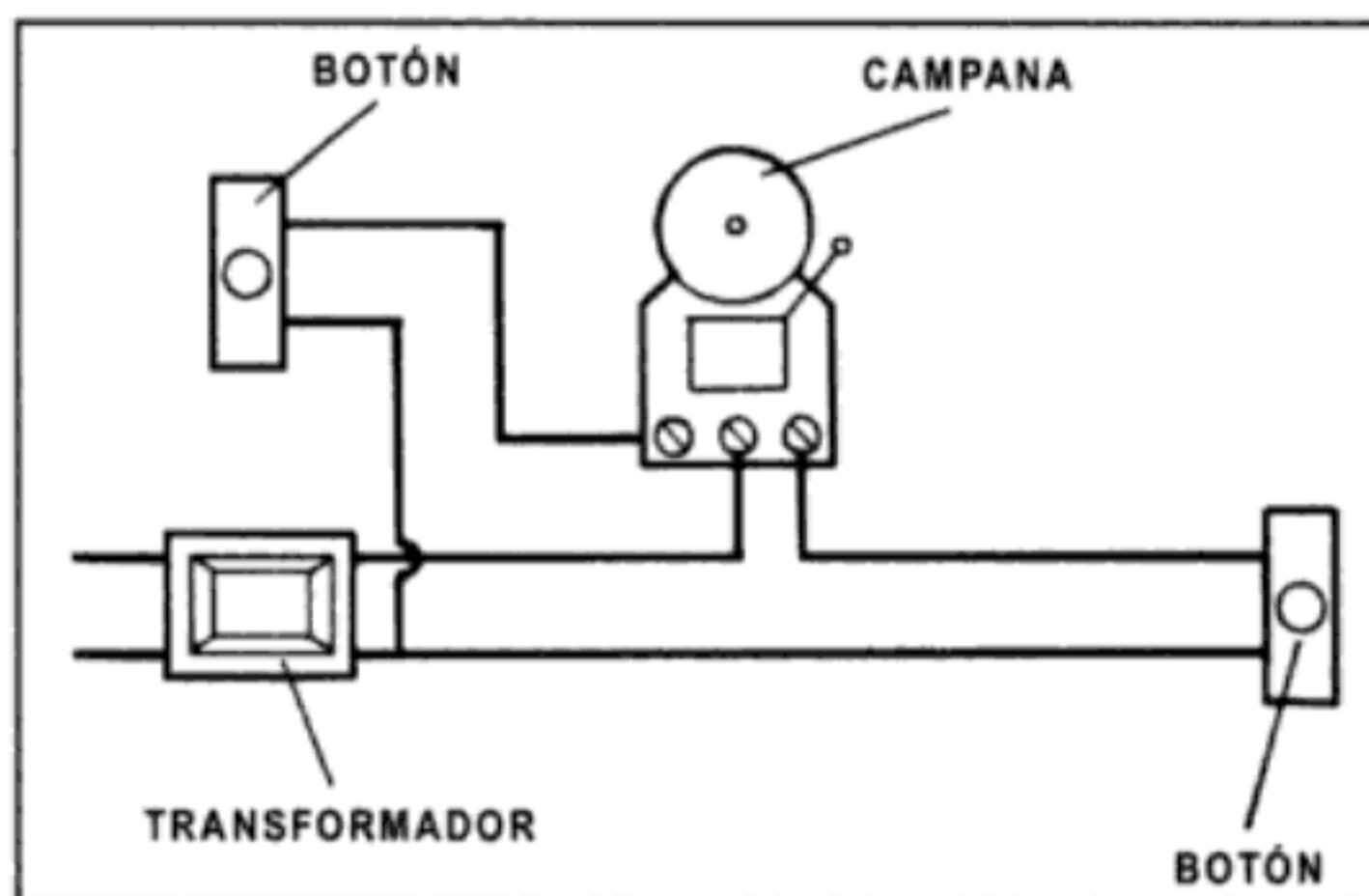
Los timbres y las chicharras o zumbadores son de uso popular debido a su bajo costo, sin embargo, en muchas casas habitación se están instalando las llamadas **campanas de tonos**, en las que pueden haber algunas variantes, pero que siempre se instalan de la misma forma; es decir, como si se tratara de timbres. Las campanas generalmente requieren de un **voltaje diferente al de los timbres**, que normalmente es 16 volts.



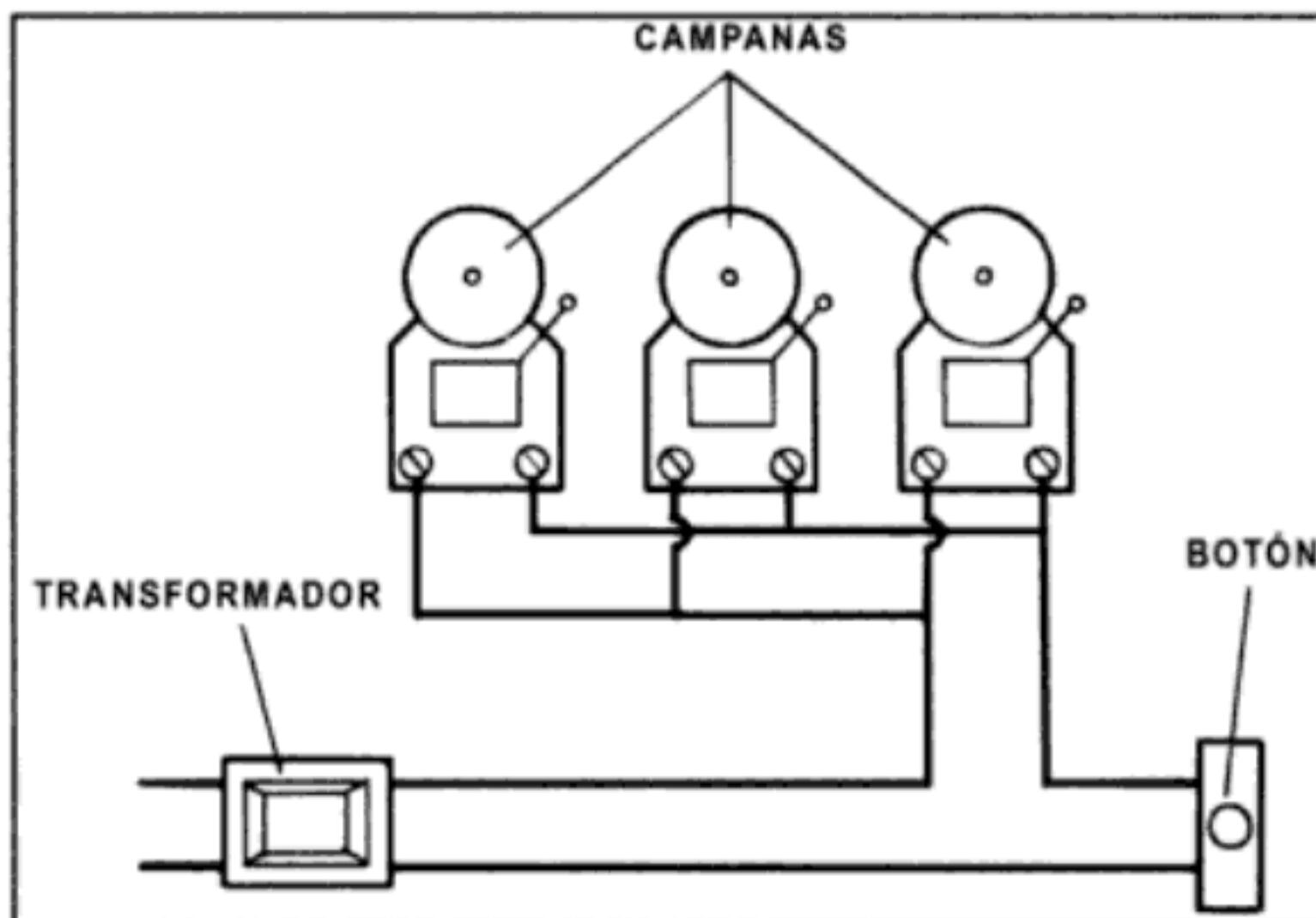
UNA CAMPANA DE BOTONES PERMITE IDENTIFICAR SI SE
TRATA DE LA PUERTA DE FREnte O DE LA TRASERA



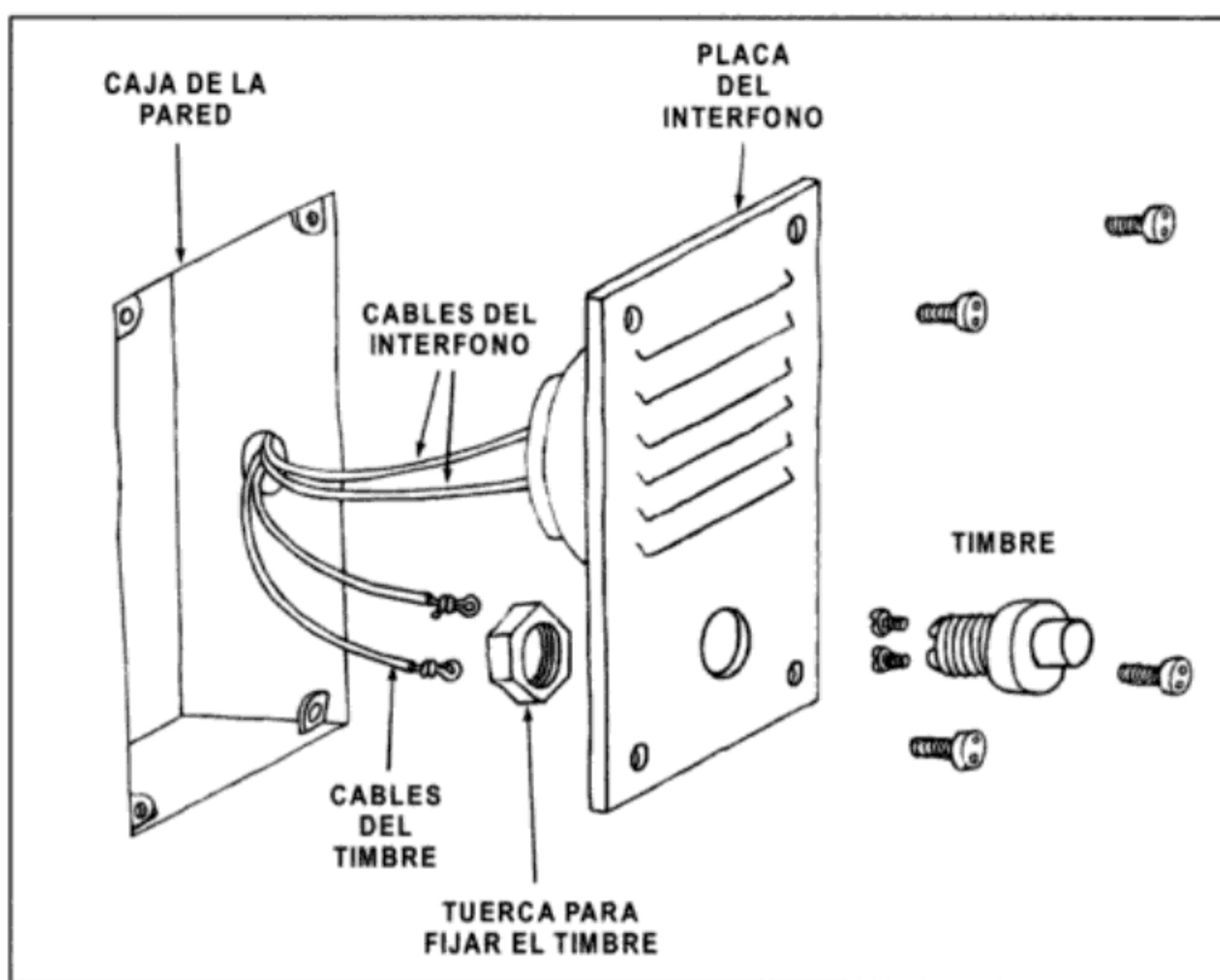
UNA CAMPANA OPERADA POR UN BOTÓN



UNA CAMPANA OPERADA POR DOS BOTONES



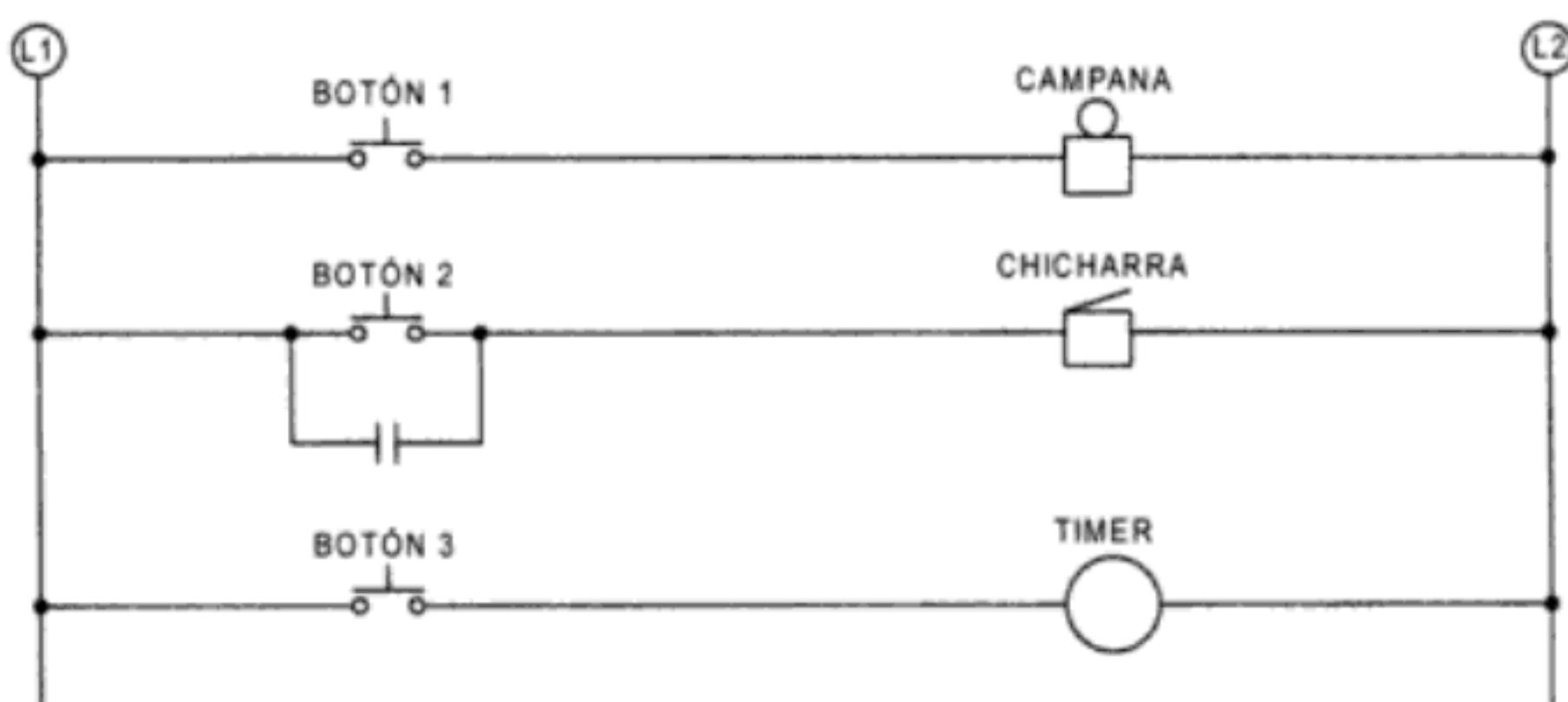
TRES CAMPANAS OPERADAS POR UN BOTÓN

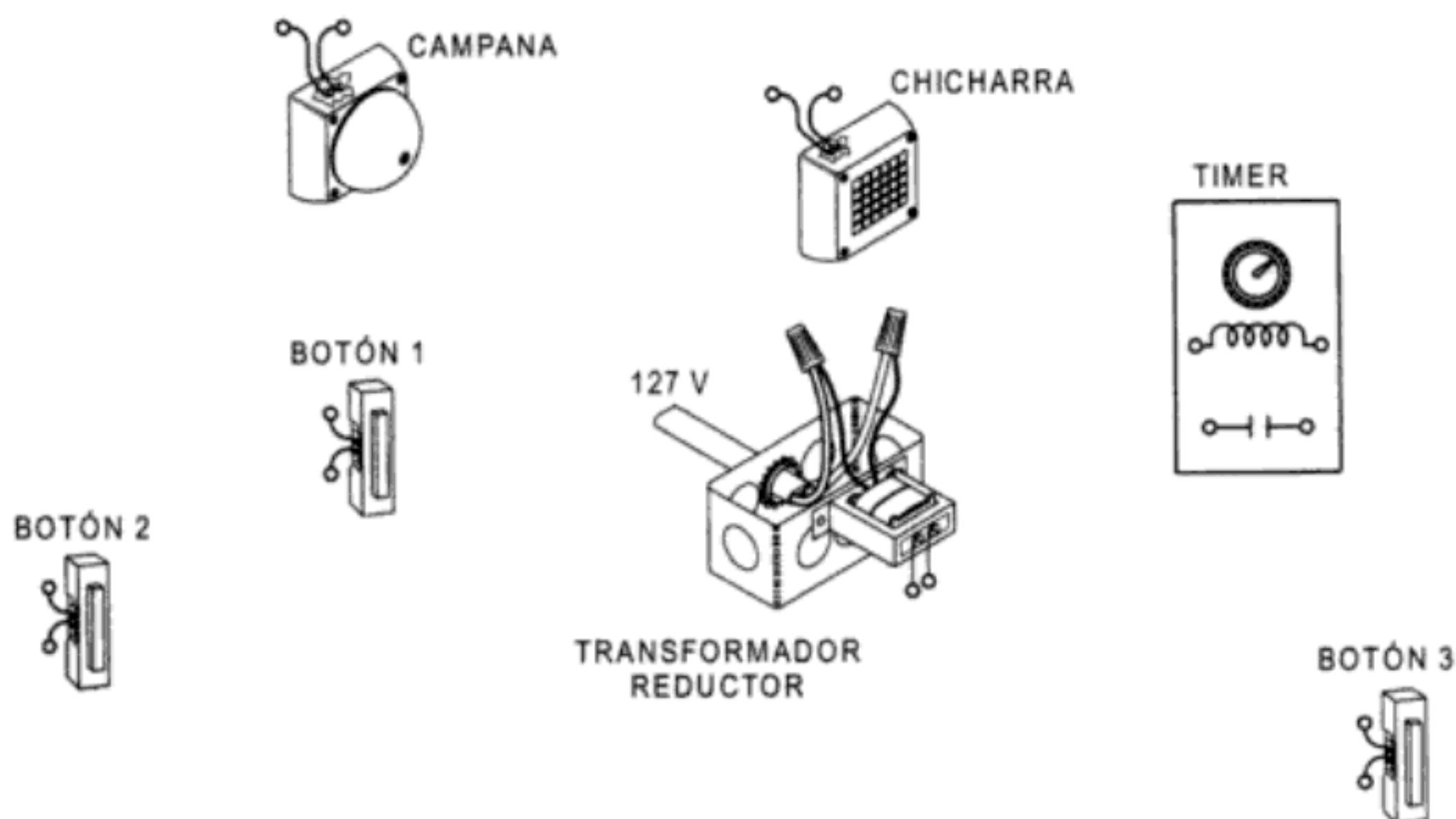


PARTES DE LA INSTALACIÓN DE UN INTERFONO

EJEMPLO

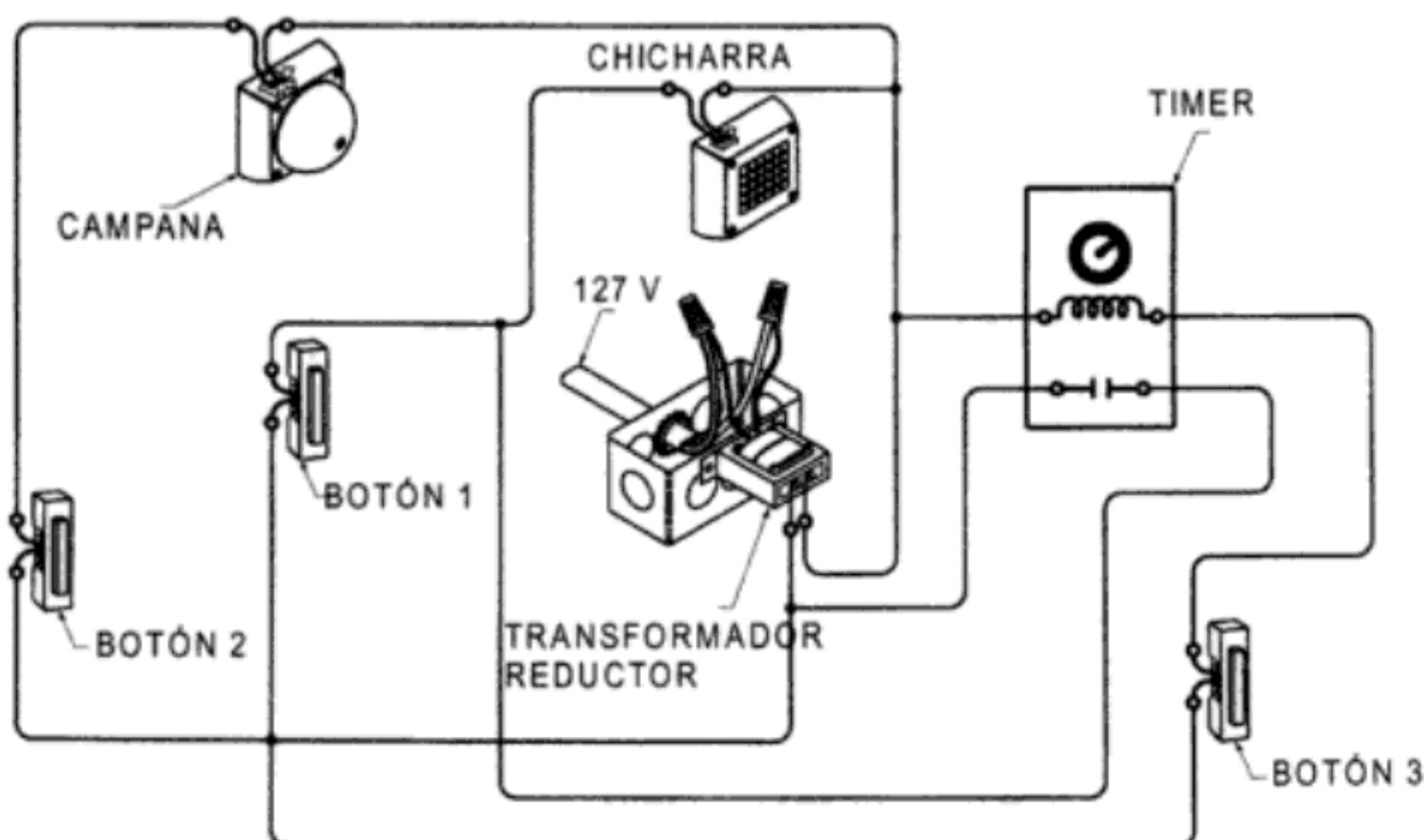
De acuerdo con el diagrama de conexiones mostrado en la figura, elaborar el diagrama de alambrado con los elementos indicados.



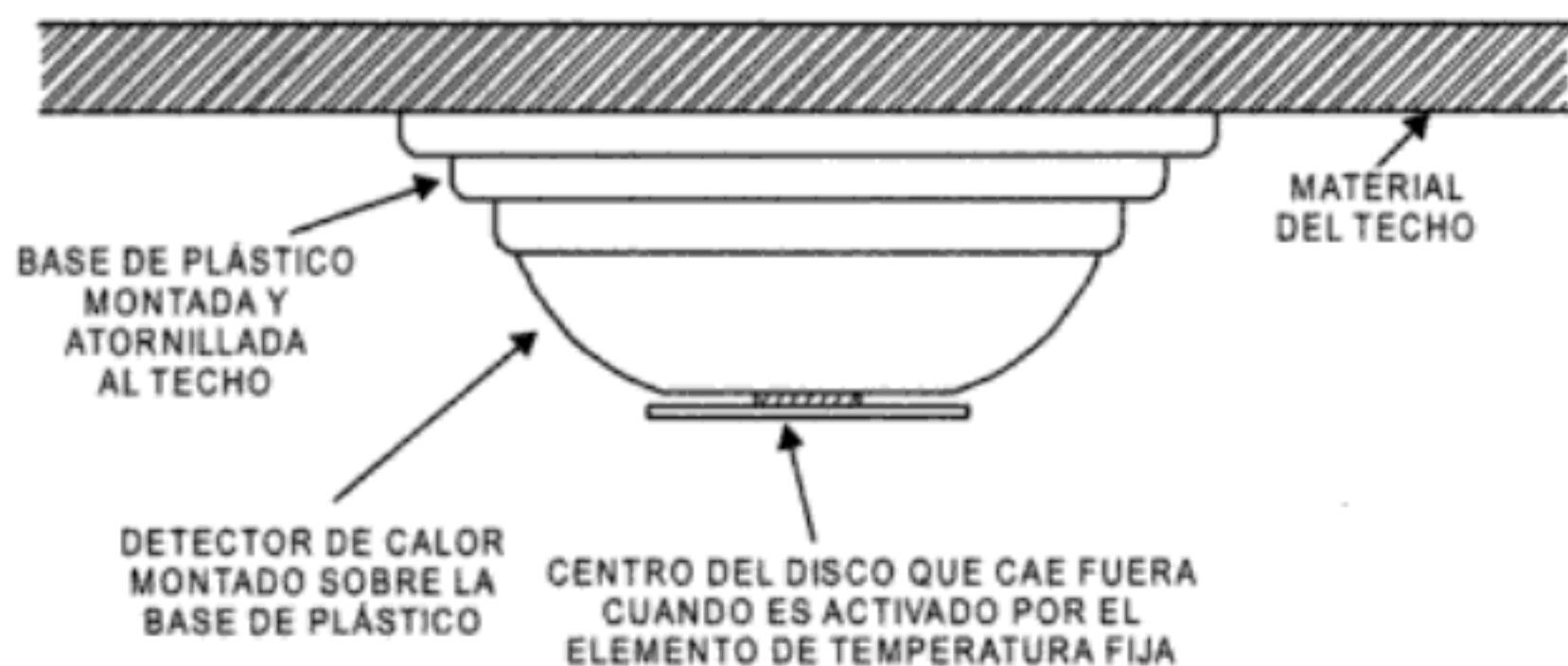


SOLUCIÓN

De acuerdo con el diagrama de conexión, las conexiones de los elementos físicos son las siguientes:



Para instalar el detector de calor se debe seleccionar una localización en el techo que no esté expuesta al paso directo de calor o de aire frío. El detector se puede instalar, ya sea en una caja eléctrica, o bien, montado en la superficie sobre una placa metálica o de plástico, como se muestra en la figura:



MONTAJE TÍPICO DE UN DETECTOR DE CALOR

El diagrama típico de conexiones de un detector de calor se muestra en la siguiente figura. Estos detectores tienen un contacto normalmente abierto a los valores:

- A a 6 - 125 V C.A.
 - A a 6 - 24 V C.D.
 - A a 125 V C.D.

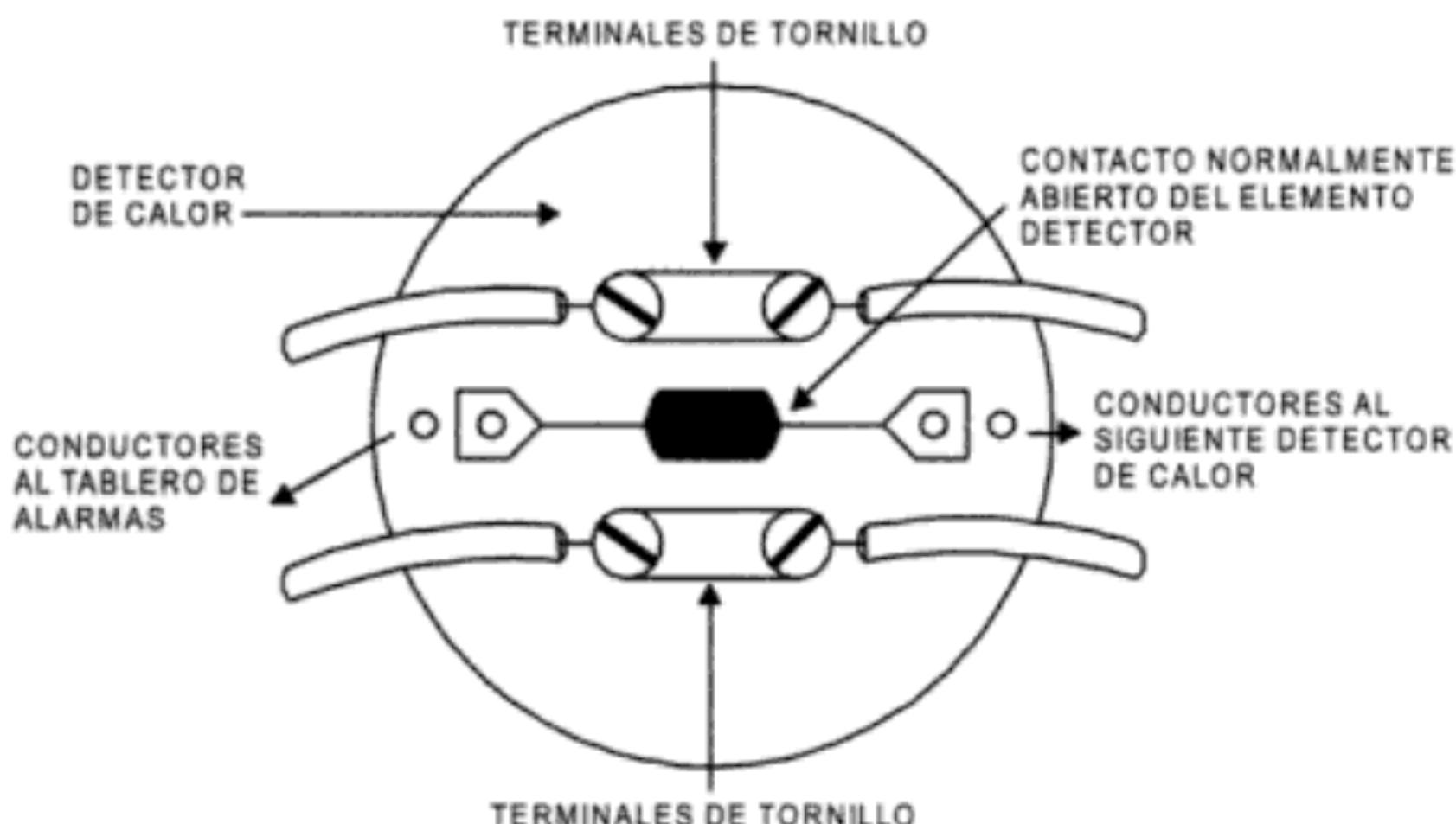
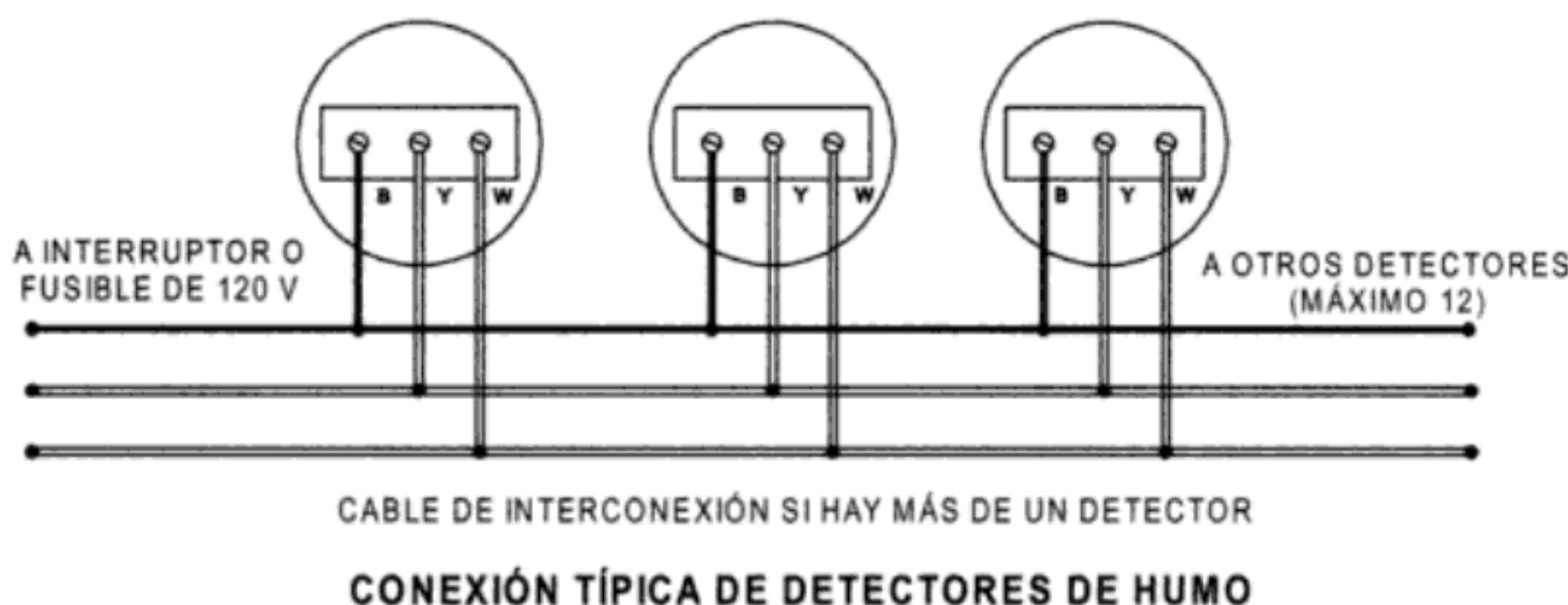


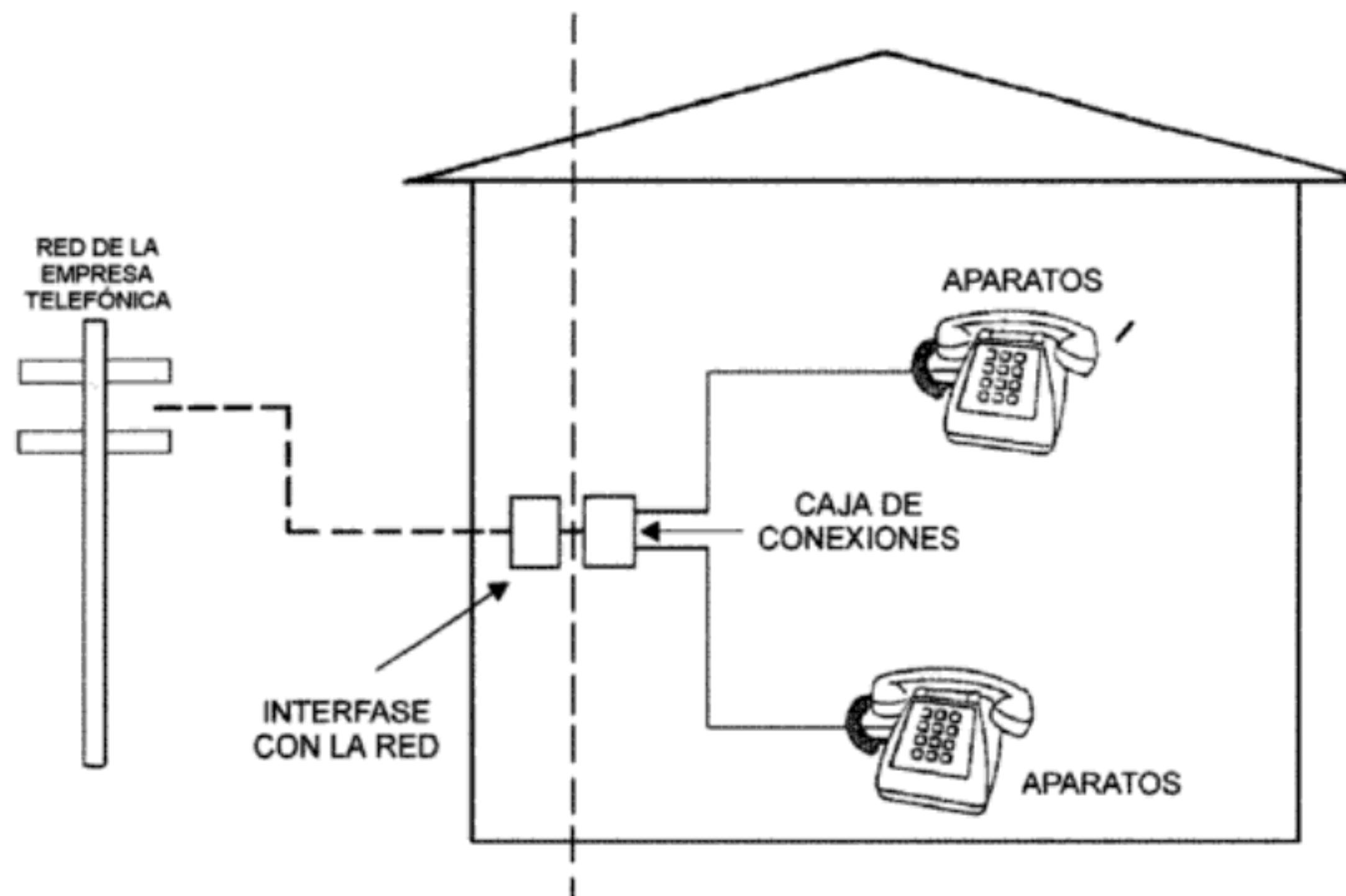
DIAGRAMA TÍPICO DE ALAMBRADO DE UN DETECTOR DE CALOR

VISTA POSTERIOR DE LOS DETECTORES DE HUMO QUE MUESTRAN SU CONEXIÓN



Se sugiere, de acuerdo con algunos fabricantes y con las normas técnicas para instalaciones eléctricas, que los detectores de humo se instalen como sigue:

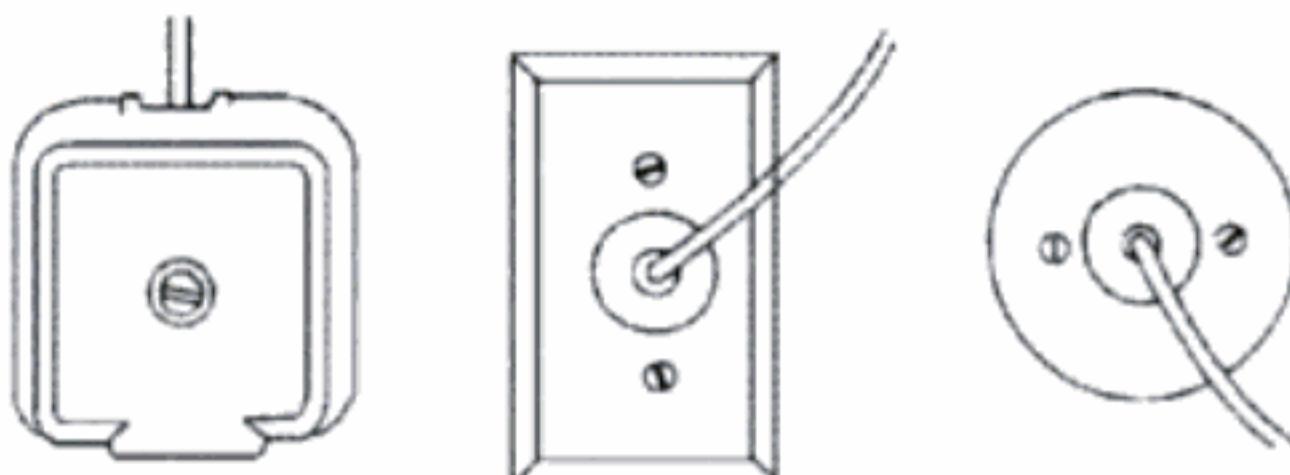
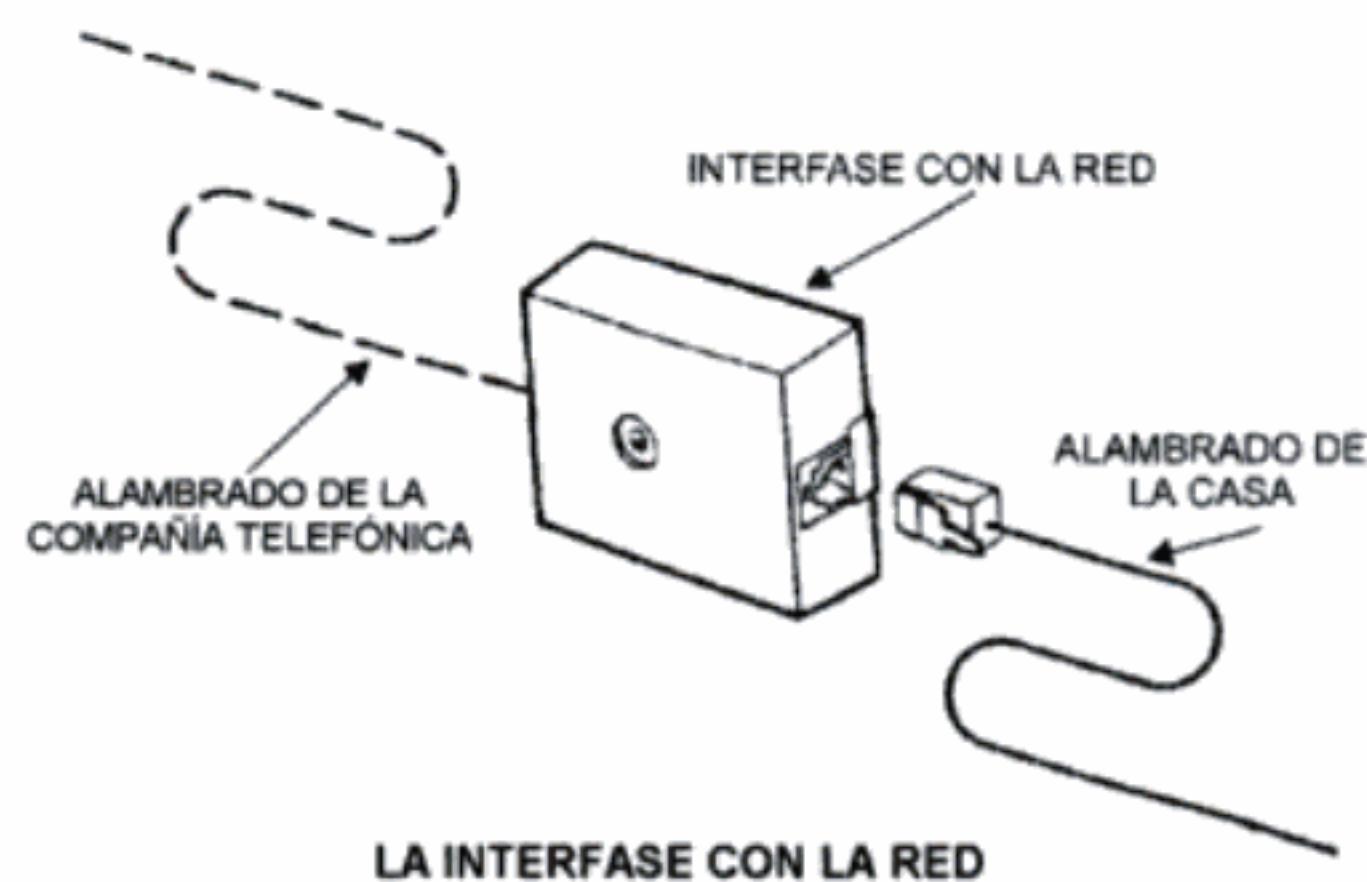
- ① En el área exterior de cada recámara y dos detectores en las casas con área para dos recámaras.
- ② Dentro de las recámaras, cuando se usen dentro de éstos aparatos eléctricos, tales como: humidificadores o calentadores portátiles.
- ③ En algunas recámaras en donde se considere que se duerma con la puerta cerrada o parcialmente cerrada.
- ④ En los pasillos de más de 12 m de longitud.
- ⑤ Detectores adicionales en la sala, comedor, cuarto de cosas o bodega y ático.
- ⑥ Se deben instalar tan cerca como sea posible del área a cubrir, pero si no se puede, se montan en las paredes entre 10 y 12 cm del techo.



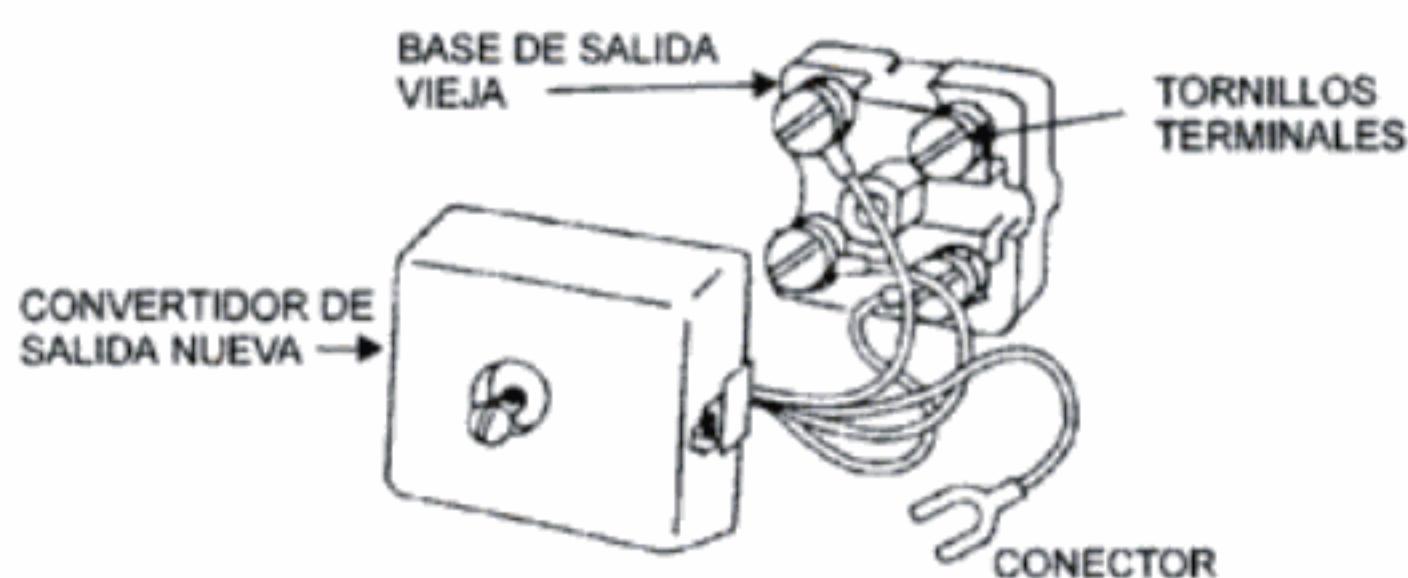
PUNTO DE CONEXIÓN ENTRE LA EMPRESA TELEFÓNICA Y EL USUARIO

El punto de conexión o interfase con la red telefónica se puede ubicar en distintos puntos posibles a conveniencia, por ejemplo, puede estar cerca del tablero eléctrico principal, o bien, cercana de donde es el punto de remate de la empresa telefónica.

La interfase con la red se hace por medio de conectores como los mostrados en la figura siguiente, éstos generalmente los proporciona la empresa telefónica, y en el caso de instalaciones relativamente viejas, se pueden emplear adaptadores.



TAPAS DE SALIDAS ESTILO VIEJO
(MONTADAS EN PARED)



CONVERTIDOR MODULAR DE SALIDA

ALAMBRADO PARA TELÉFONOS

En esta parte se analizarán brevemente las distintas alternativas para la planeación de las rutas de alambrado en la casa-habitación, pero que son reglas generales para el alambrado en otras partes de las casas-habitación o comercios.

Existen **dos formas básicas de alambrar** para instalaciones telefónicas en una casa habitación. Una se le conoce como **alambrado o circuito en malla**,

que es una forma sencilla de conectar muchas salidas de teléfonos juntas en un sólo circuito. La ventaja de este sistema es su fácil instalación. Este tipo de instalación es la mejor para departamentos y casas con requerimientos telefónicos modestos. **Hay dos versiones de esta conexión en malla**, la denominada **Malla-Abierta** en donde el alambrado comienza con la interfase de la red (en el punto de unión de los conductores internos y de la empresa de teléfonos) y va de salida en salida a través de la casa.



SISTEMA EN MALLA ABIERTA

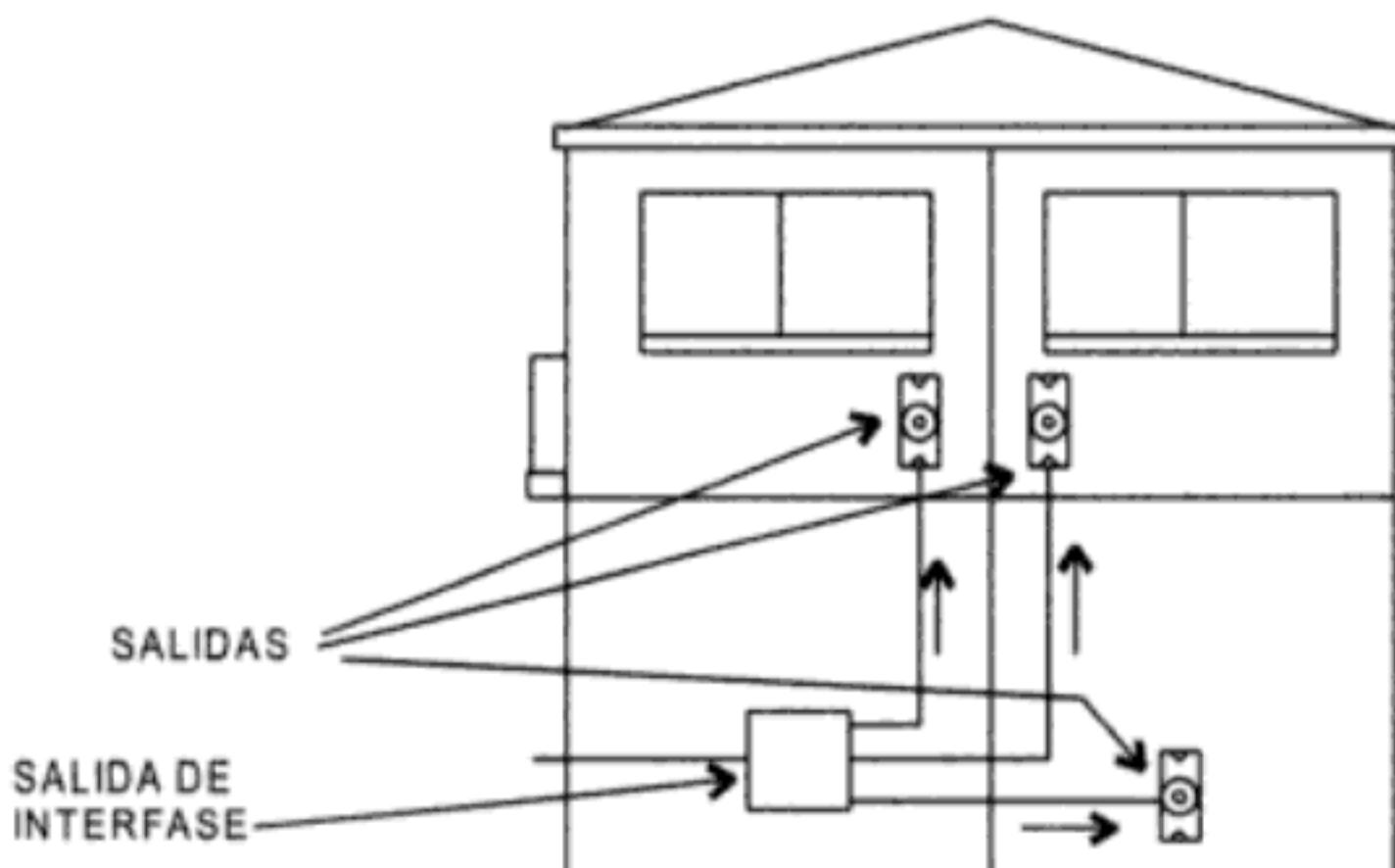
La otra forma es en **Malla Cerrada**, en donde un conductor adicional proporciona un sistema más seguro y confiable. Estos sistemas se muestran en la siguiente figura:



MÉTODO DE ALAMBRADO EN MALLA

Hay otro método de alambrado denominado de “**vuelta completa**” en la casa, que consiste en conectar cada salida de teléfono a un punto común (usualmente una unión de conductores cercana o en la interfase con la red de alimentación telefónica). Este tipo de alambrado se recomienda aplicar en casas grandes, o bien, en oficinas.

Este sistema, a diferencia del de malla, requiere de más elementos y tiempo para su instalación, pero a cambio proporciona ciertas ventajas. Por ejemplo, si un conductor se abre o queda en cortocircuito, el daño se confina sólo al área alimentada por el conductor y el problema puede ser rápidamente identificado y reparado. Es más confiable que los otros sistemas y permite alimentar teléfonos para servicios especiales como: sistemas de seguridad, sistemas contra incendio, servicios médicos, alarmas, máquinas de fax, sistema de computadoras, etcétera.



SISTEMA DE ALAMBRADO DE VUELTA COMPLETA

LOS TIPOS DE CONDUCTORES TELEFÓNICOS

Existen básicamente **dos clases o tipos de conductores telefónicos**, el conductor de línea que es plano y el cordón con cuatro conductores usado para conectar el teléfono u otros accesorios a una caja o salida modular.

Los conductores telefónicos se encuentran disponibles en longitudes de 15.0 m y están diseñados principalmente para el alambrado telefónico en casas habitación, es decir, para uso en interiores, no permitiéndose su uso en exteriores. En la figura siguiente, se muestran ambos tipos:

La energía generada por el extremo transmisor es conectada por la antena en una onda electromagnética radiada. Cuando estas ondas llegan a la anterior receptora inducen un voltaje a lo largo de la longitud de la antena, dependiendo de la intensidad de la onda radiada. El receptor usa entonces esta energía para sus propósitos.

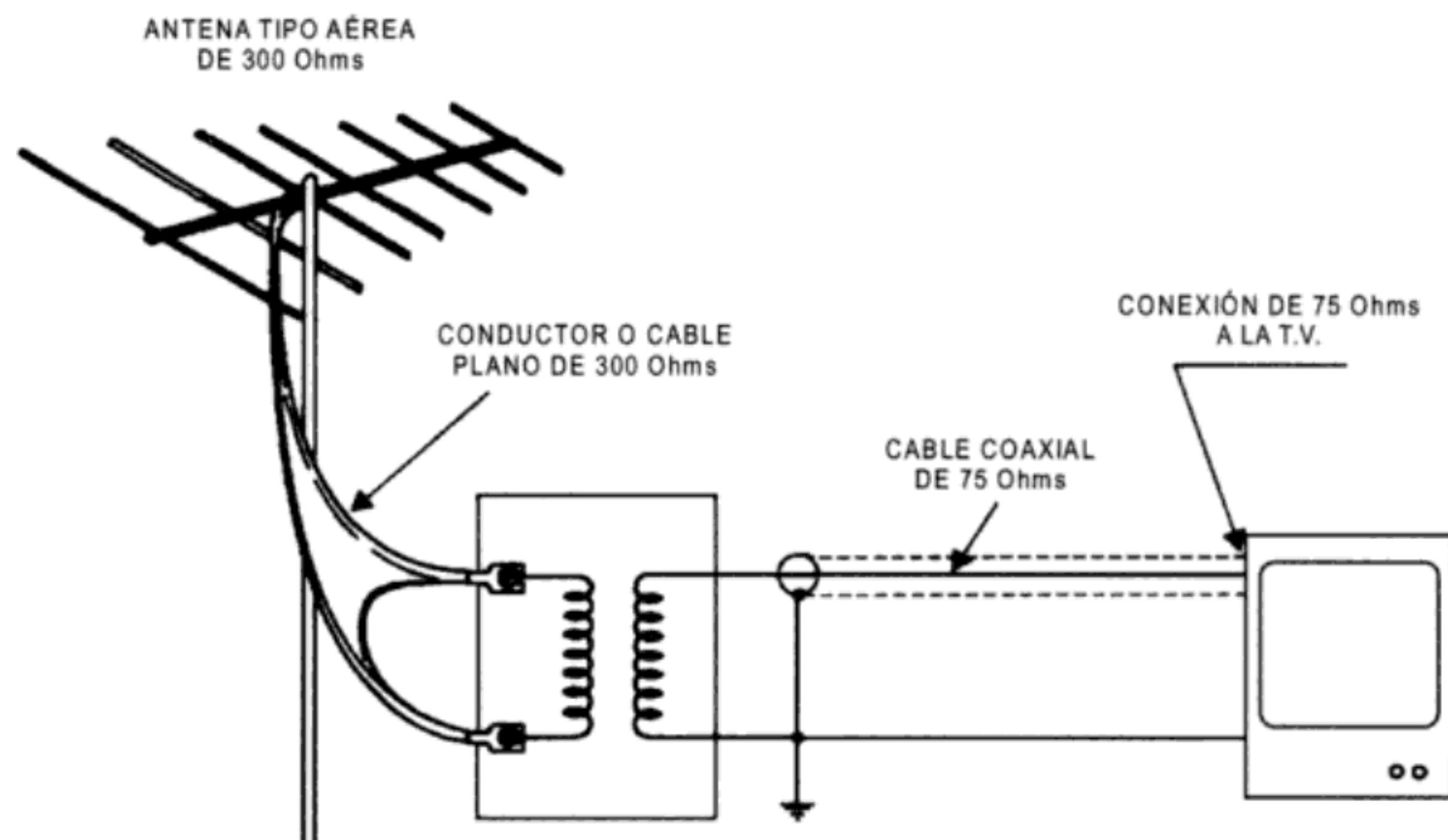
ANTENAS AÉREAS (TIPO MÁSTIL)

Para permitir a los diseñadores de antenas incorporar en ellas más y más mejorías, éstas tienden a ser más altas, estando instaladas en la parte externa de las casas, preferentemente en los techos.

Históricamente, las antenas aéreas han sido montadas en los departamentos y en casas-habitación por los propios vendedores de televisores, por los negocios encargados de reparar e instalar televisores, o bien, por trabajadores que hacen estos trabajos a título individual.

Se debe considerar que cuando una de estas antenas se instala en forma incorrecta, se pueden producir daños a la casa habitación si la antena es alcanzada por una descarga atmosférica. Si la antena tiene alguna posibilidad de ser tocada por conductores de la red de distribución de la compañía eléctrica, entonces, se debe coordinar primero con ésta el tipo de maniobras a realizar para evitar riesgos innecesarios.

Los mástiles de las antenas o cualquier tipo de soportes que usen, se deben conectar siempre a tierra, de acuerdo con las recomendaciones de la Norma Oficial Mexicana para Instalaciones Eléctricas (NOM-001-SENER), como se muestra en la figura:



CONEXIÓN TÍPICA DE UNA ANTENA AÉREA DE 300 OHMS
A UN CABLE COAXIAL DE 75 OHMS

EL SERVICIO DE ENTRADA O ALIMENTACIÓN

El servicio es el corazón del sistema eléctrico, ya que suministra potencia a todos los alimentadores y circuitos derivados. Por razones de seguridad de las personas, el equipo de servicio debe cumplir con un mínimo de distancias de seguridad. Los conductores sobre el suelo a techos deben tener alturas mínimas, o bien, cuando la alimentación es subterránea, se debe cumplir con una profundidad mínima para la protección de los propios conductores del servicio de alimentación. La protección y los desconectadores del servicio de alimentación se deben tener por norma, localizados en lugares convenientes.

El principio de consideración para el cálculo de los servicios eléctricos de **entrada o de alimentación**, se basa en el hecho de que cualquier construcción que contiene equipo o aparatos que utilizan electricidad requiere de un **servicio eléctrico**.

El servicio eléctrico de entrada hace posible que pase la energía eléctrica de las líneas de alimentación de la compañía suministradora a los puntos de uso dentro de la construcción.

La parte correspondiente a la red de distribución de la compañía suministradora tiene dos componentes, una en alta tensión que llega por lo general a un poste (en el caso de las redes aéreas) y de aquí, mediante un transformador, pasa a baja tensión, que es la forma en como se alimenta a las casas habitación unifamiliares o los edificios multifamiliares, ésta representa la otra forma. En estos últimos, dependiendo de su tamaño (medido como carga) pueden ser alimentados en alta tensión (más de 1000 V.) y usar su propio transformador para obtener los voltajes de uso requeridos.

Los elementos básicos que constituyen un servicio de alimentación eléctrica son:

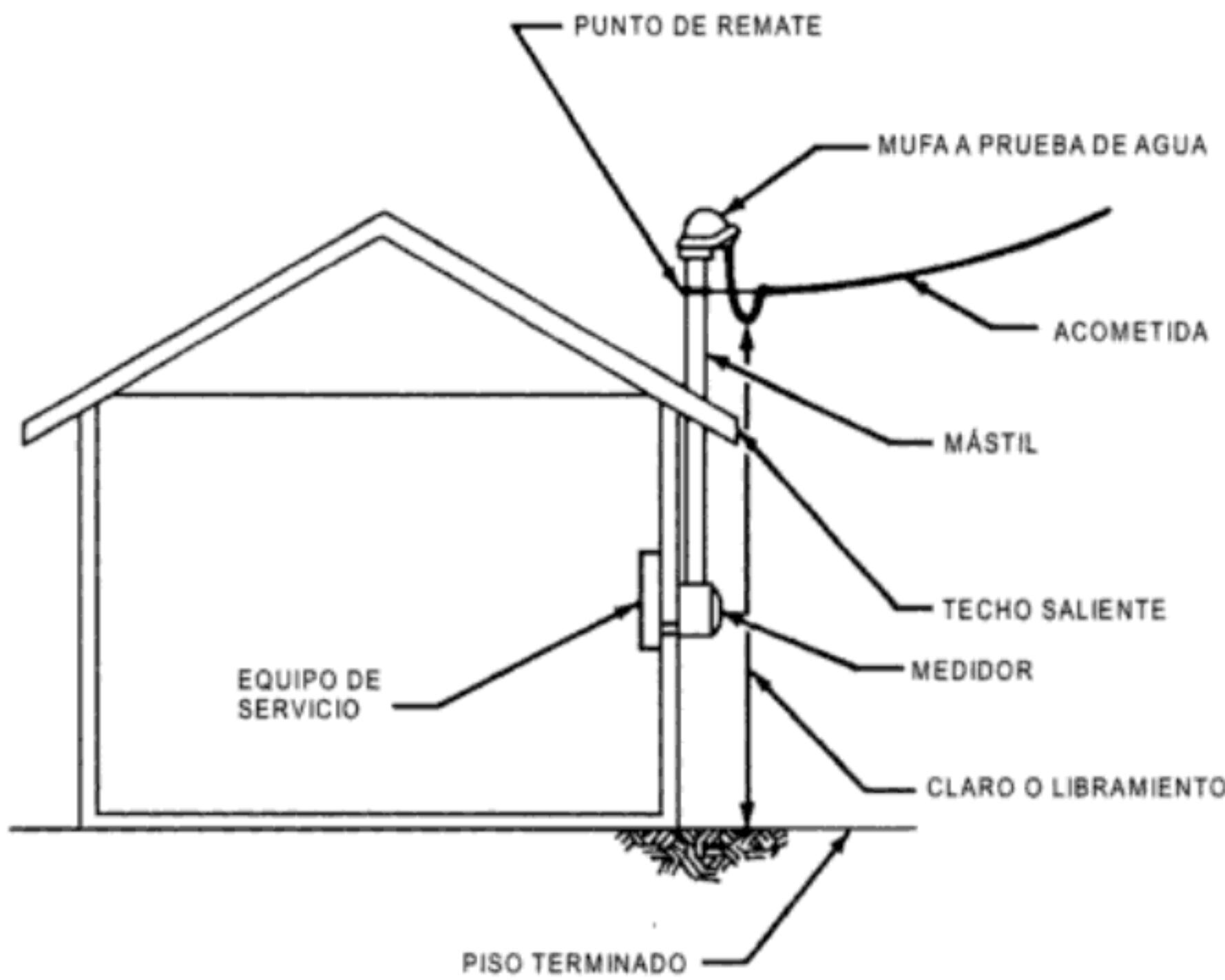
LA ACOMETIDA DEL SERVICIO

Los conductores eléctricos a través de los cuales el servicio se proporciona, y que va desde el último poste de la compañía suministradora y el punto de conexión localizado en la casa habitación o edificio. El conductor de la acometida no debe ser menor del No. 8 ó 12 AWG para cargas limitadas.



EL SERVICIO DE ENTRADA

Son todas las componentes entre el punto de terminación de la acometida aérea o subterránea, incluyendo el medidor de la compañía suministradora.

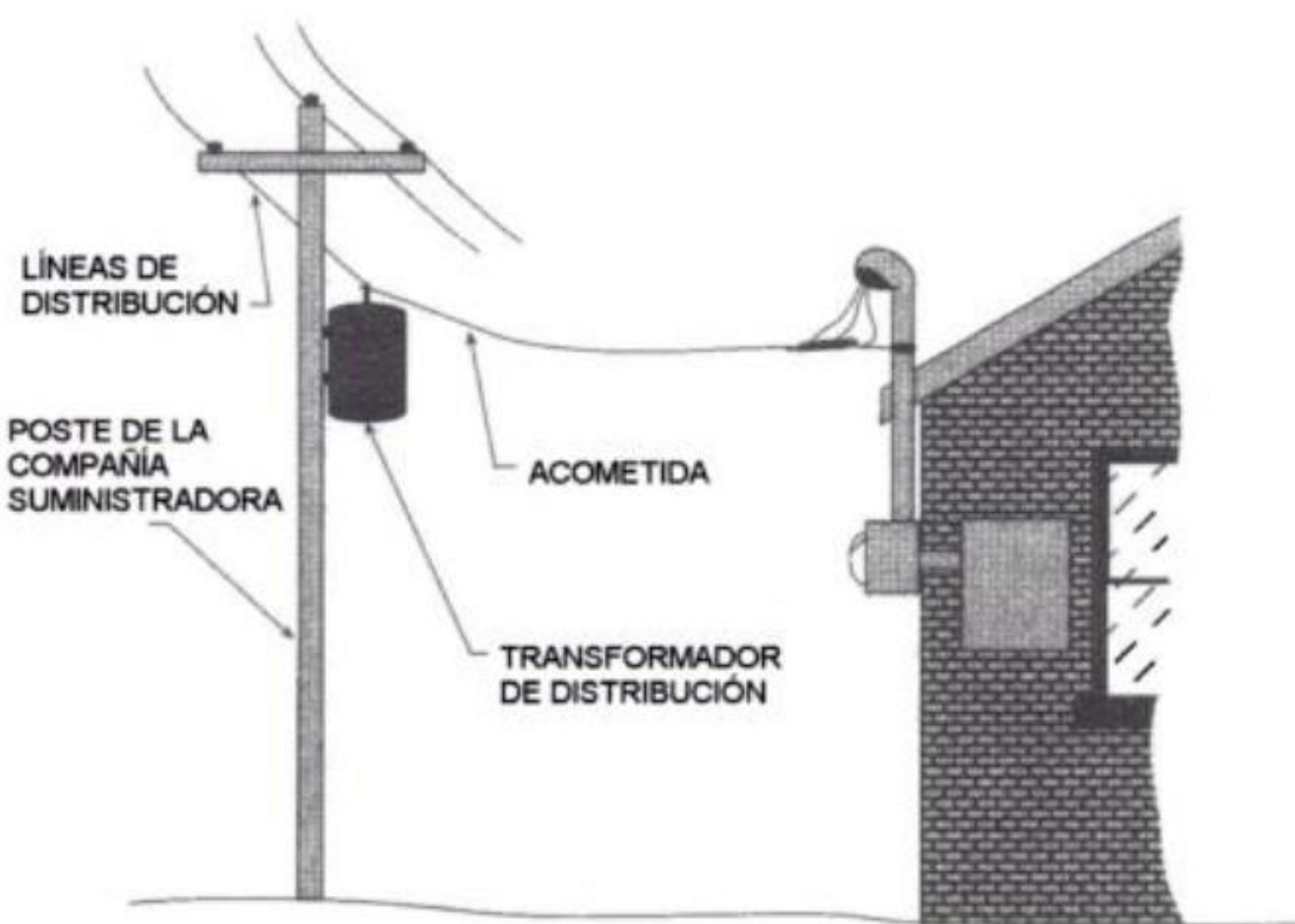
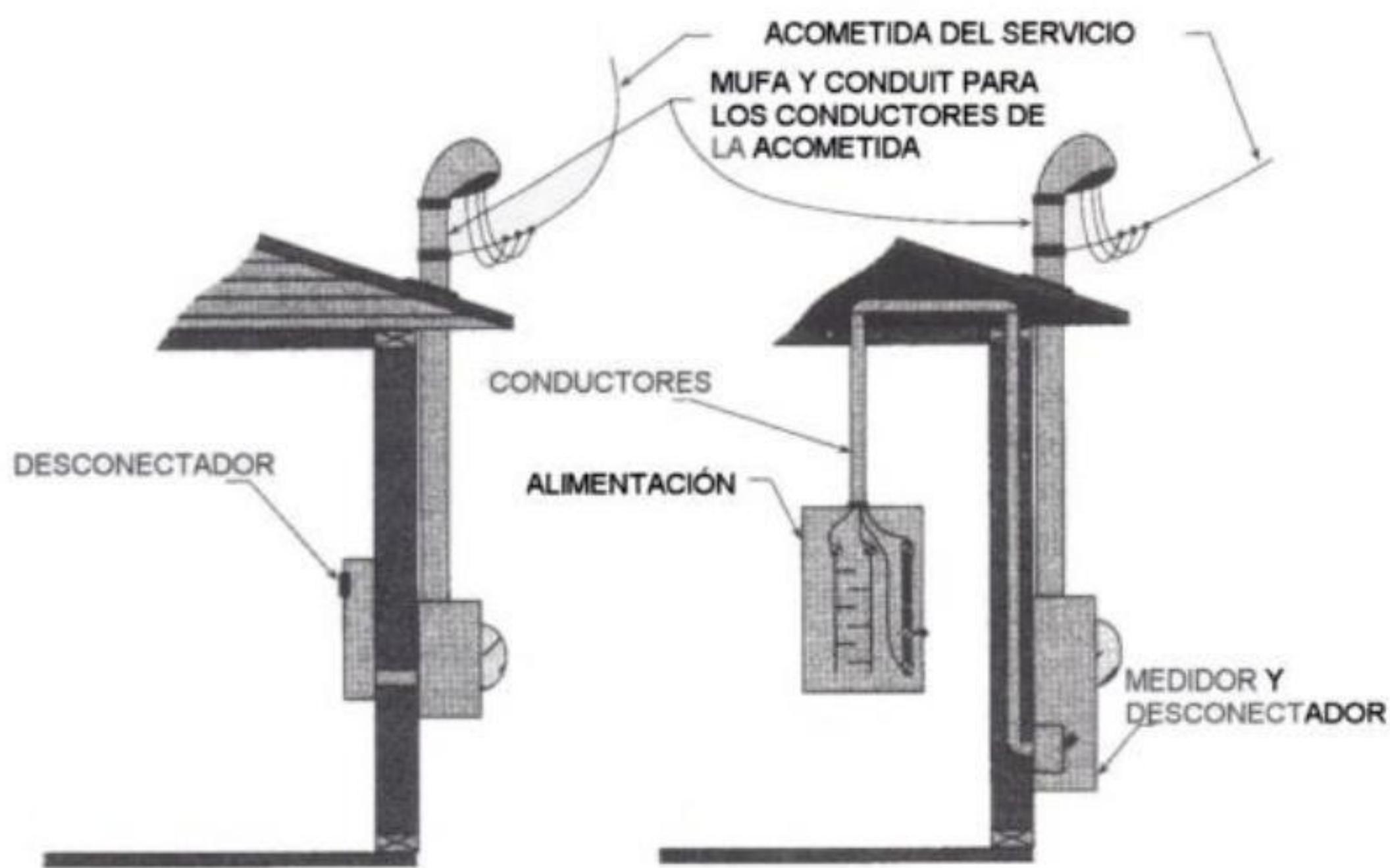


ELEMENTOS DEL SERVICIO DE ALIMENTACIÓN A
CASAS HABITACIÓN UNIFAMILIARES

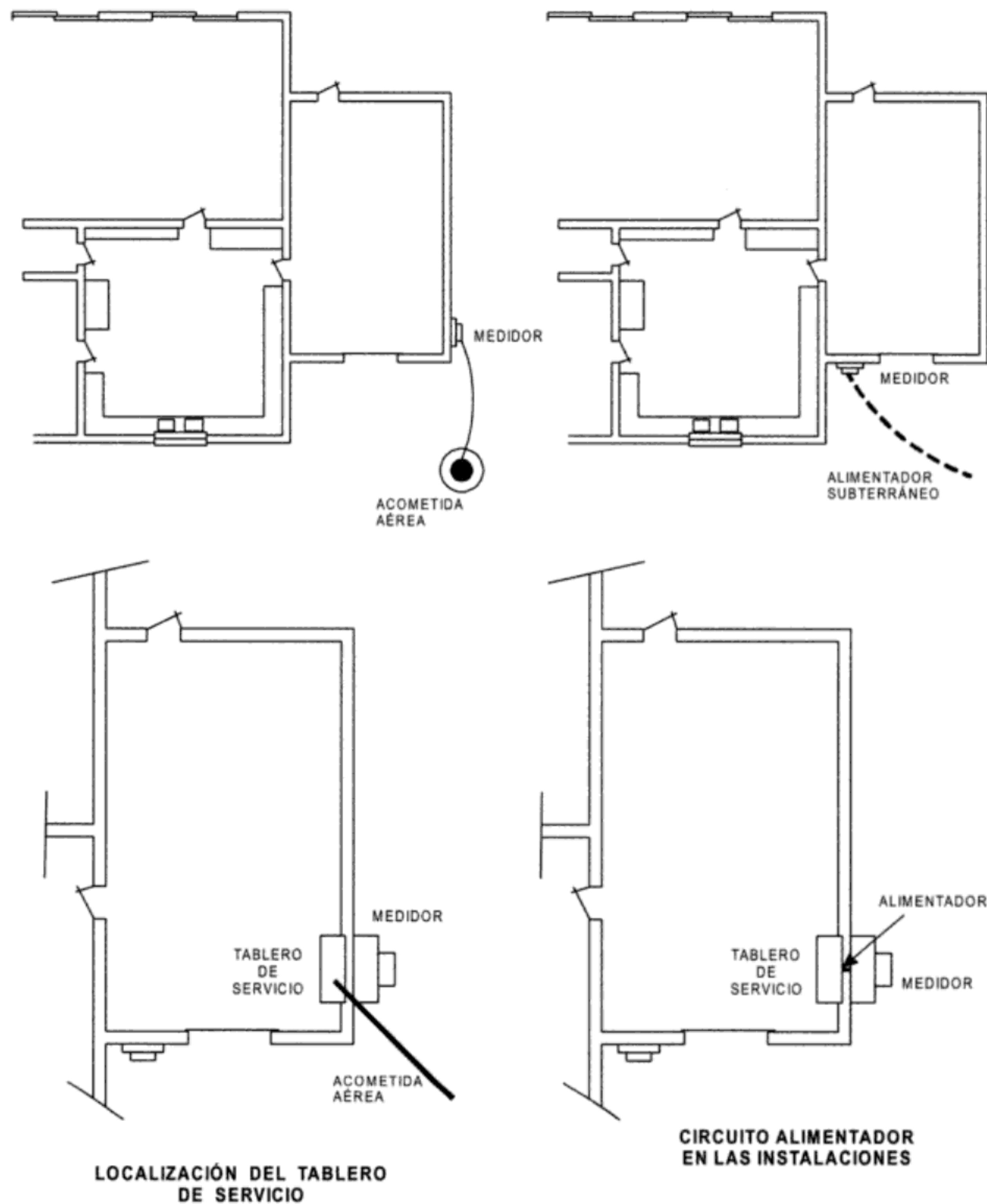
PUNTO DE REMATE

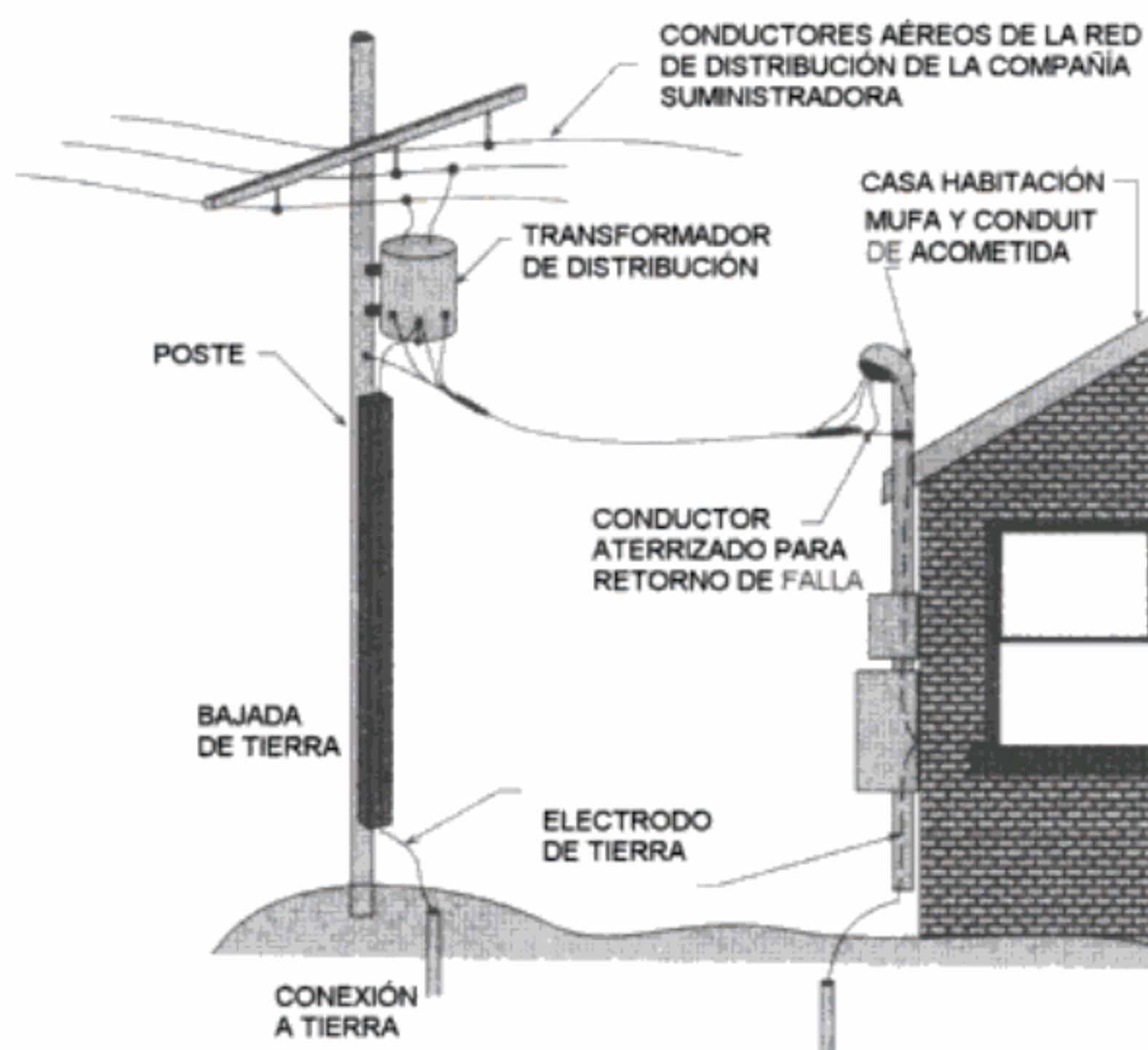
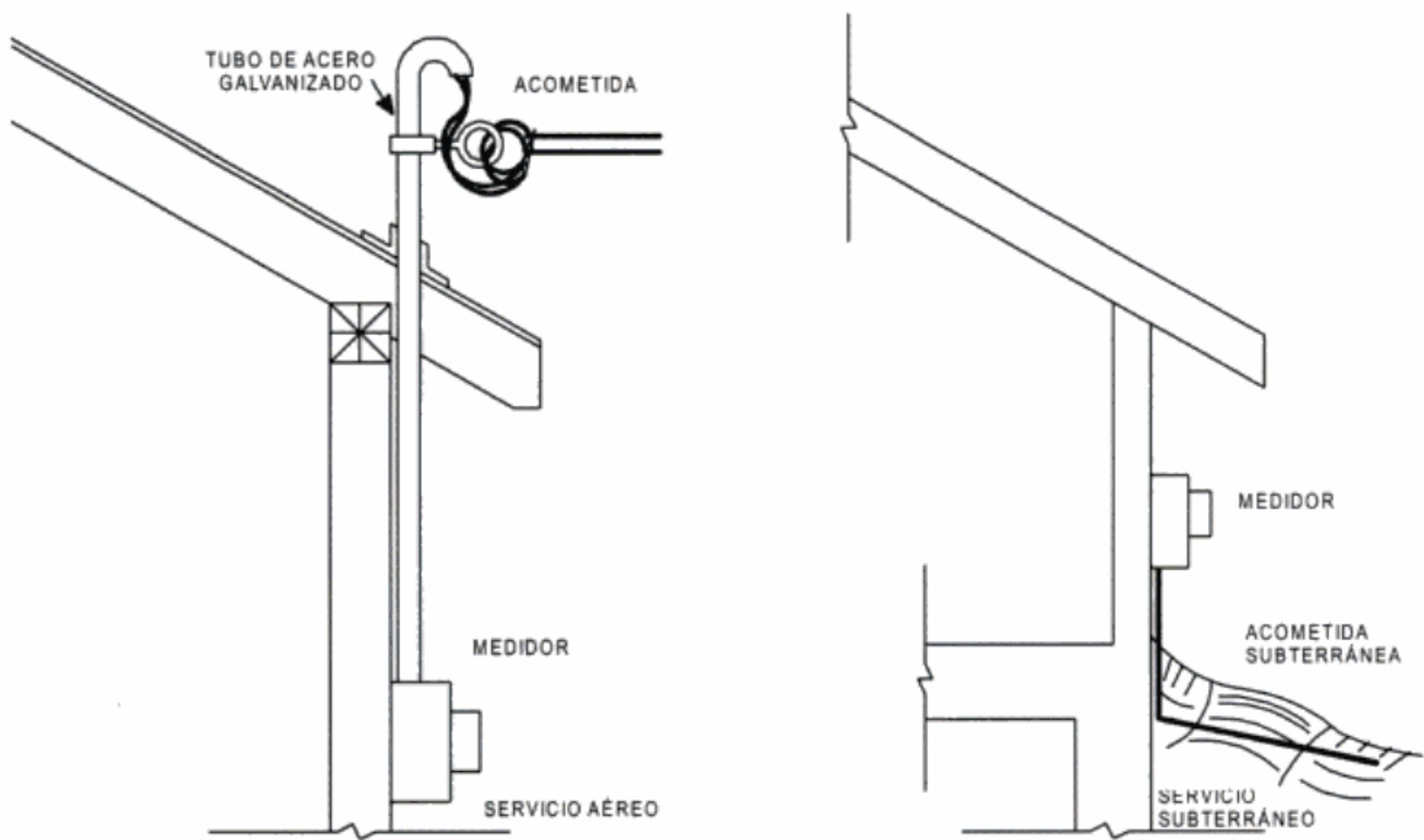
Por norma, debe haber un punto de remate en la instalación, para la acometida de la compañía suministradora. Este punto de remate, en el caso de las casas habitación, no debe estar a una altura inferior a 3.00 m sobre el nivel del suelo acabado.

El remate se debe hacer en principio en un mástil o soporte exprofeso para ello, y que puede estar soportado del muro o del techo de la instalación.

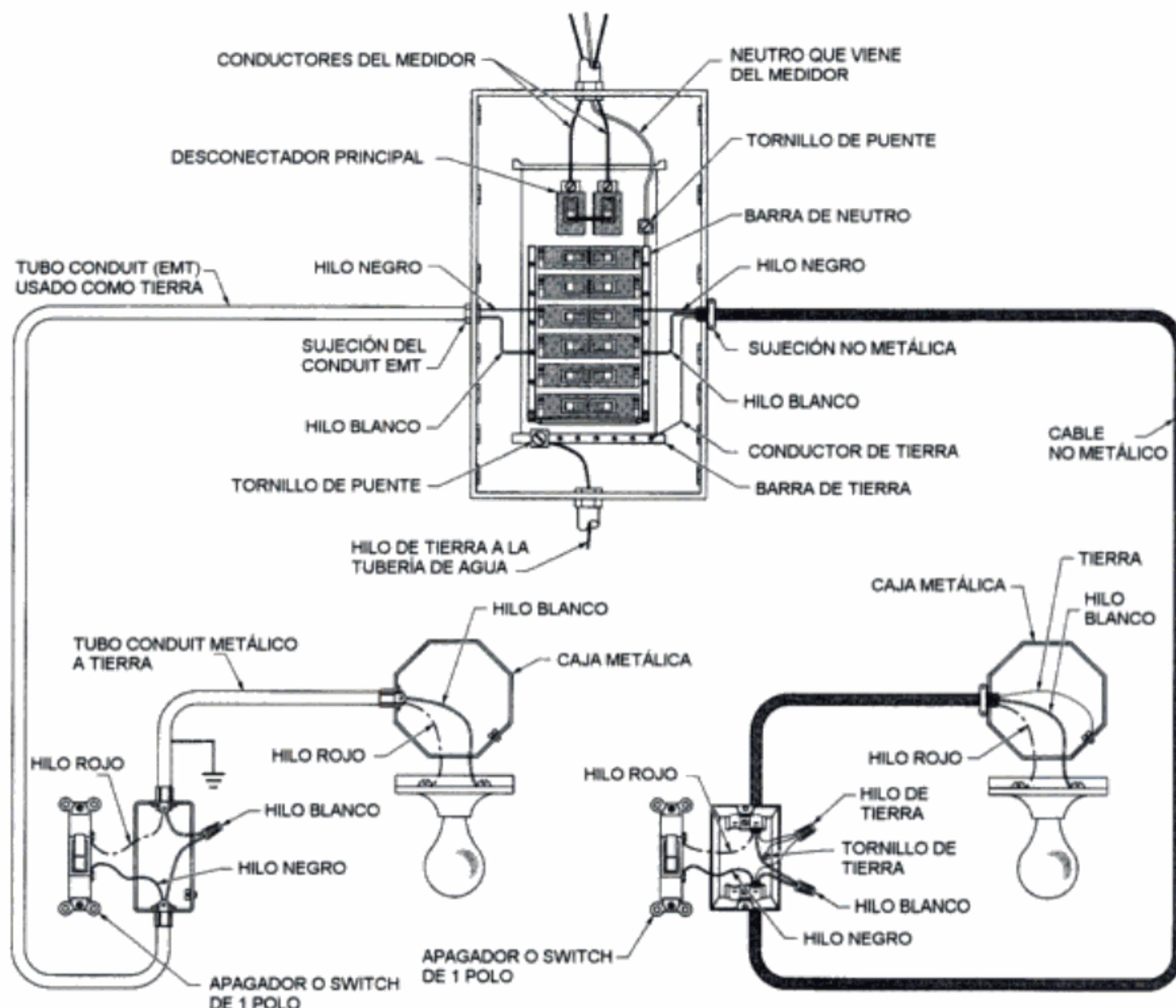


ELEMENTOS DEL SERVICIO DE ALIMENTACIÓN





CONEXIÓN A TIERRA DE LOS ELEMENTOS DE LA ACOMETIDA



CONEXIONES A TIERRA EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS



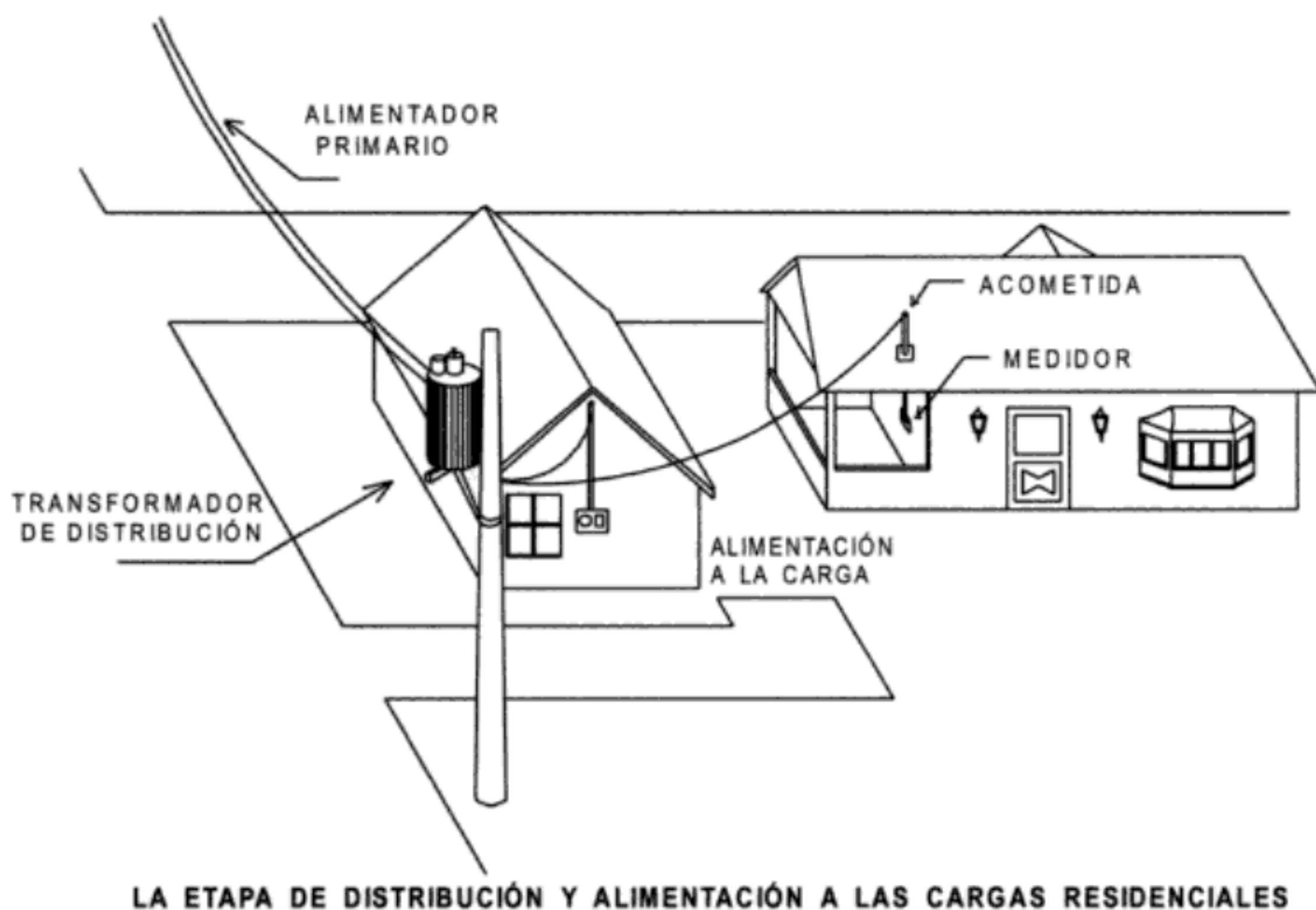
DETALLE DE ACOMETIDA A UNA CASA HABITACIÓN

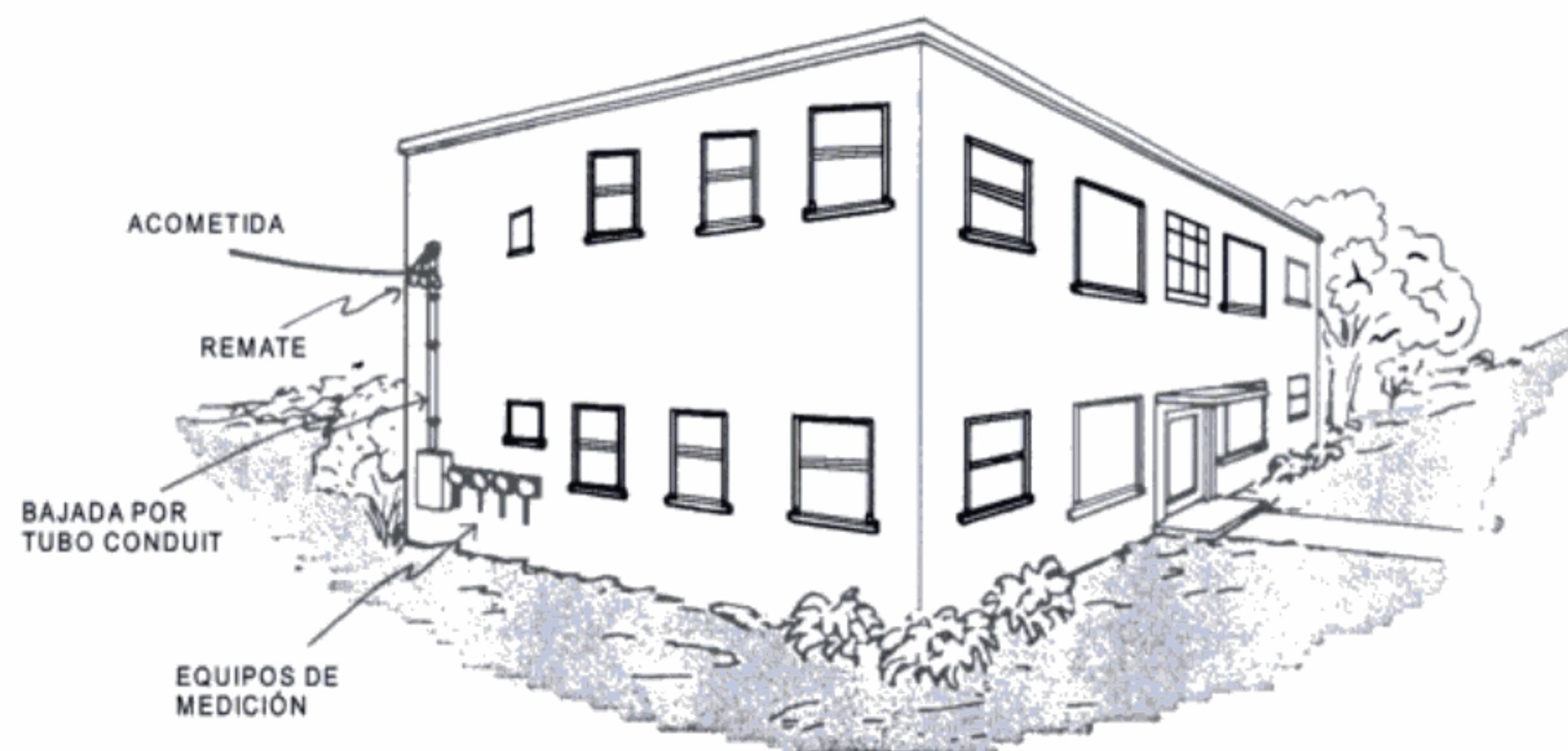
PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE

Para proteger a los conductores de entrada a la instalación contra sobrecargas o cortocircuito, se debe proporcionar una protección contra sobrecorriente, que puede ser a base de fusibles, o bien, con interruptor termomagnético.

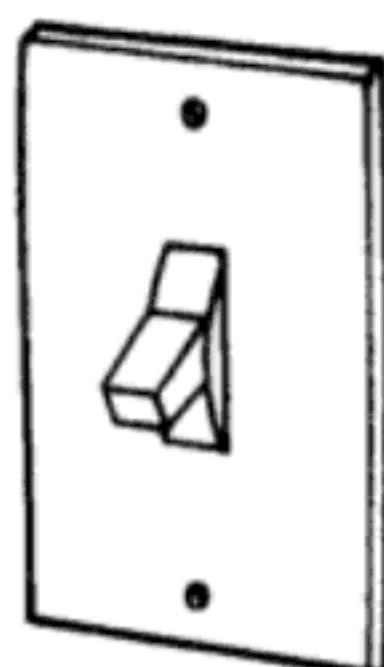
EL SERVICIO DE ENTRADA A EDIFICIOS MULTIFAMILIARES

Estos edificios, al poseer más de un departamento, tienen permitido más de un servicio, de manera que exista al menos uno por departamento y adicionalmente tantos como sean necesarios para los servicios generales, como es el alumbrado general, la alimentación a bombas de agua, elevadores, etcétera. En este caso, se requiere que exista un lugar en el que se encuentren concentrados los servicios y a los que llegue la acometida aérea o subterránea, procurando acceso seguro a los dispositivos de protección contra sobrecorriente y cableado a los circuitos alimentadores.

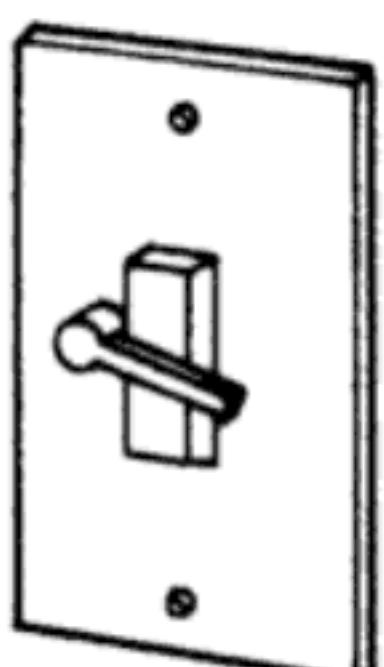




VISTA DE LA ACOMETIDA Y REMATE PARA LOS SERVICIOS
A UN EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS



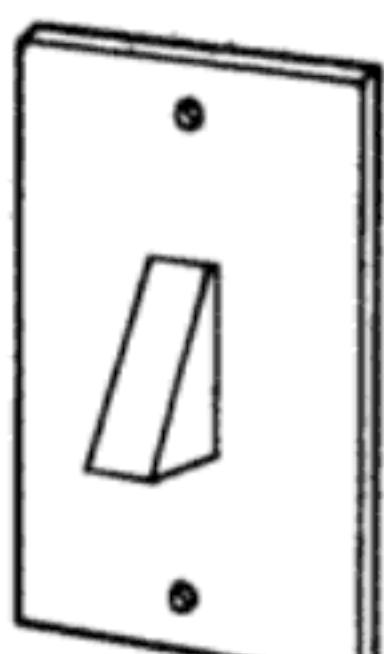
PALANCA



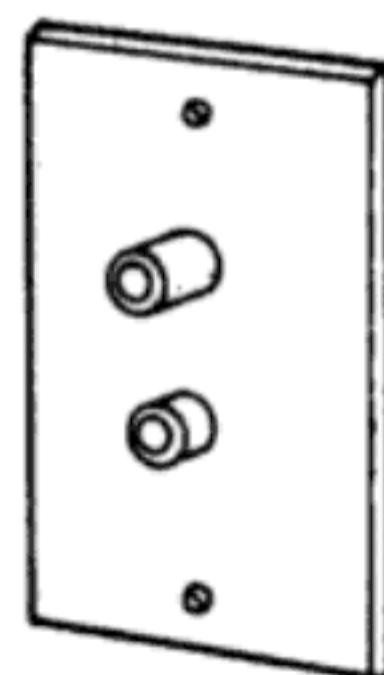
EXTERIOR



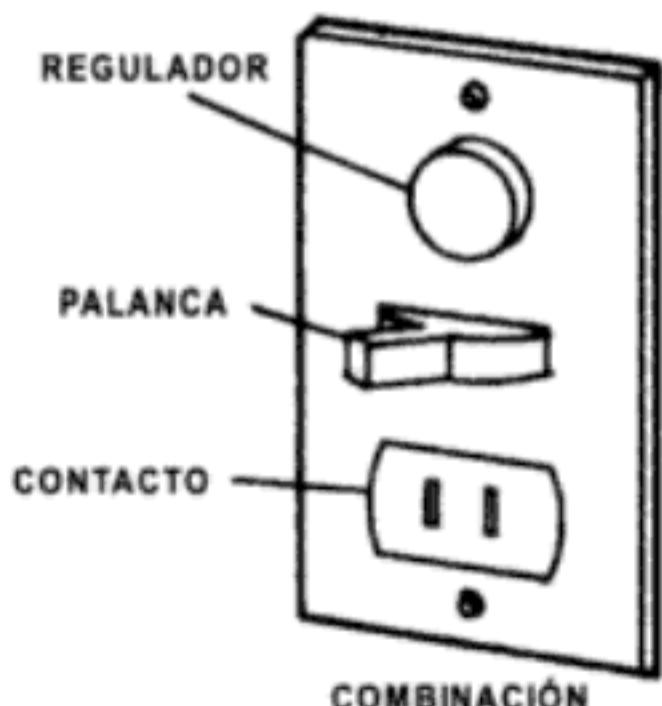
REGULADOR



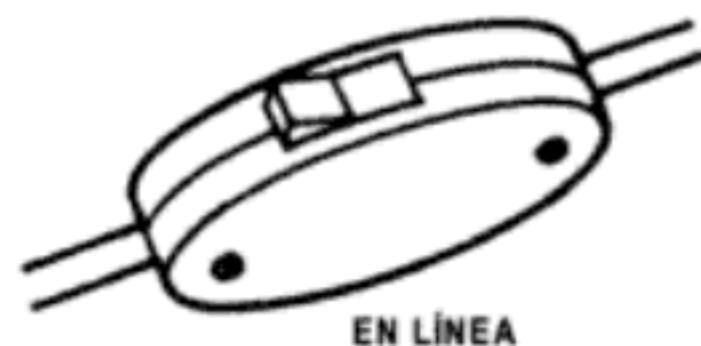
DE PRESIÓN



DE BOTÓN

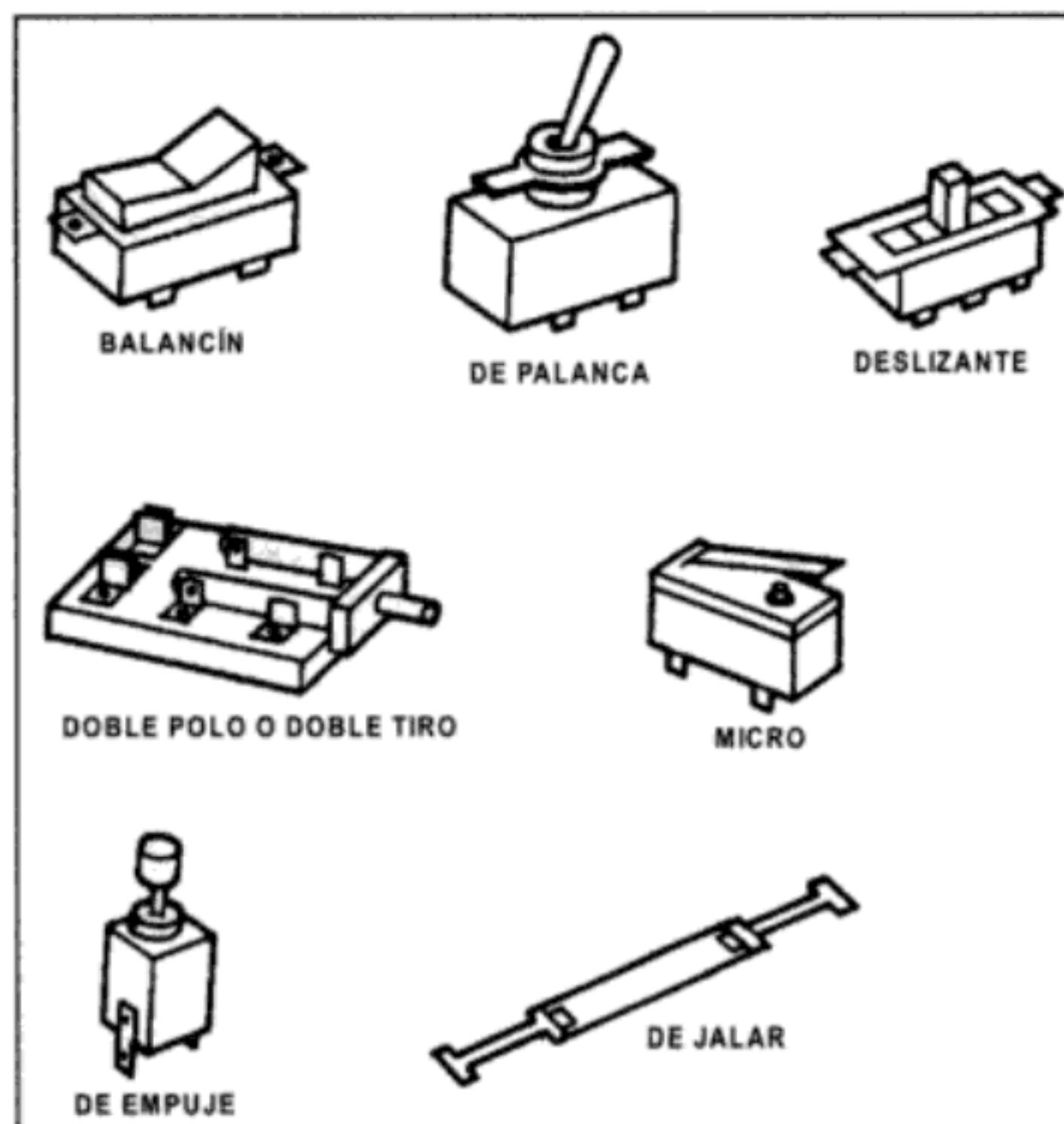


COMBINACIÓN

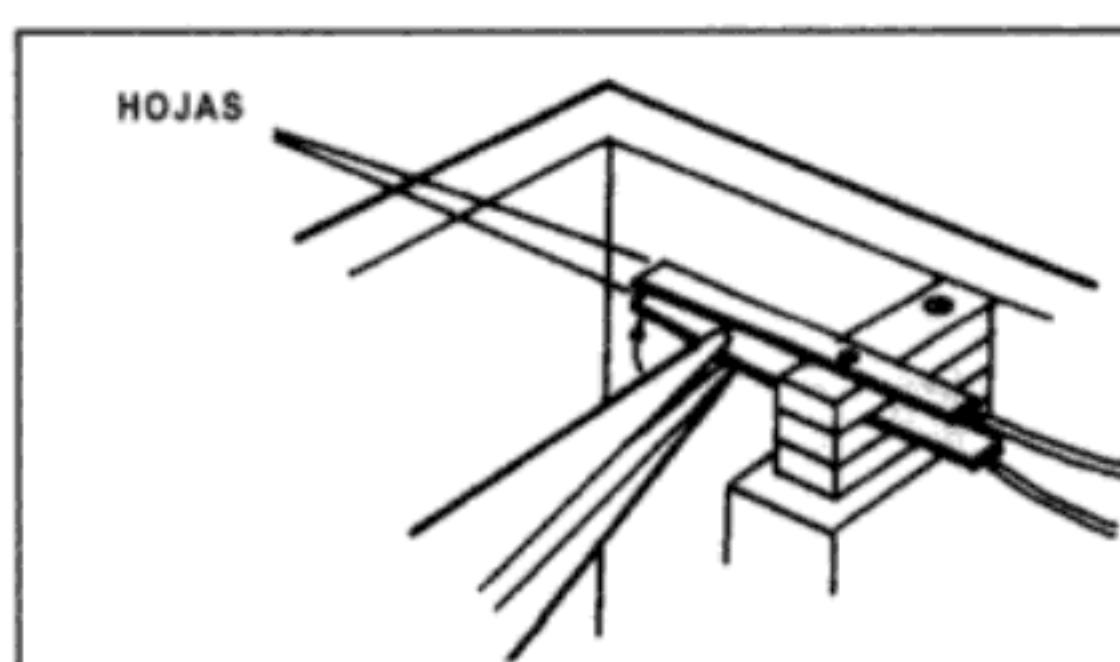


EN LÍNEA

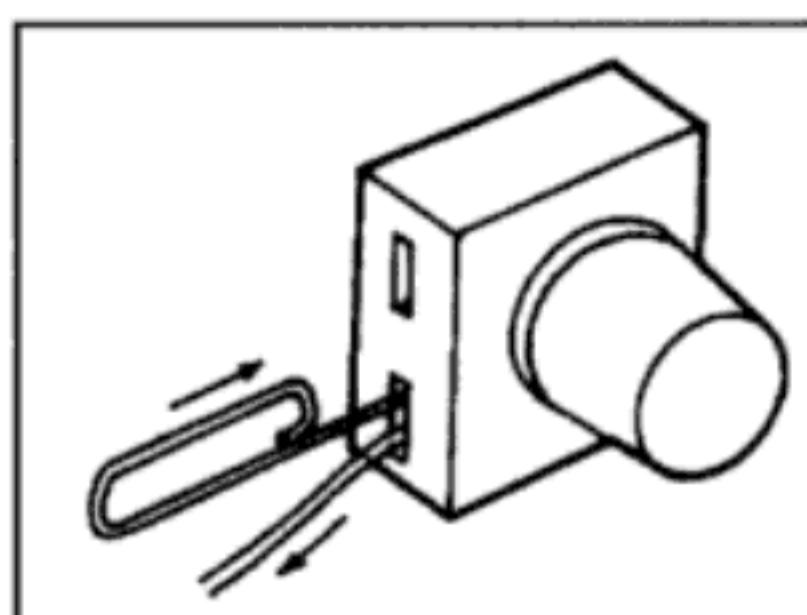
DISTINTOS TIPOS DE APAGADOR



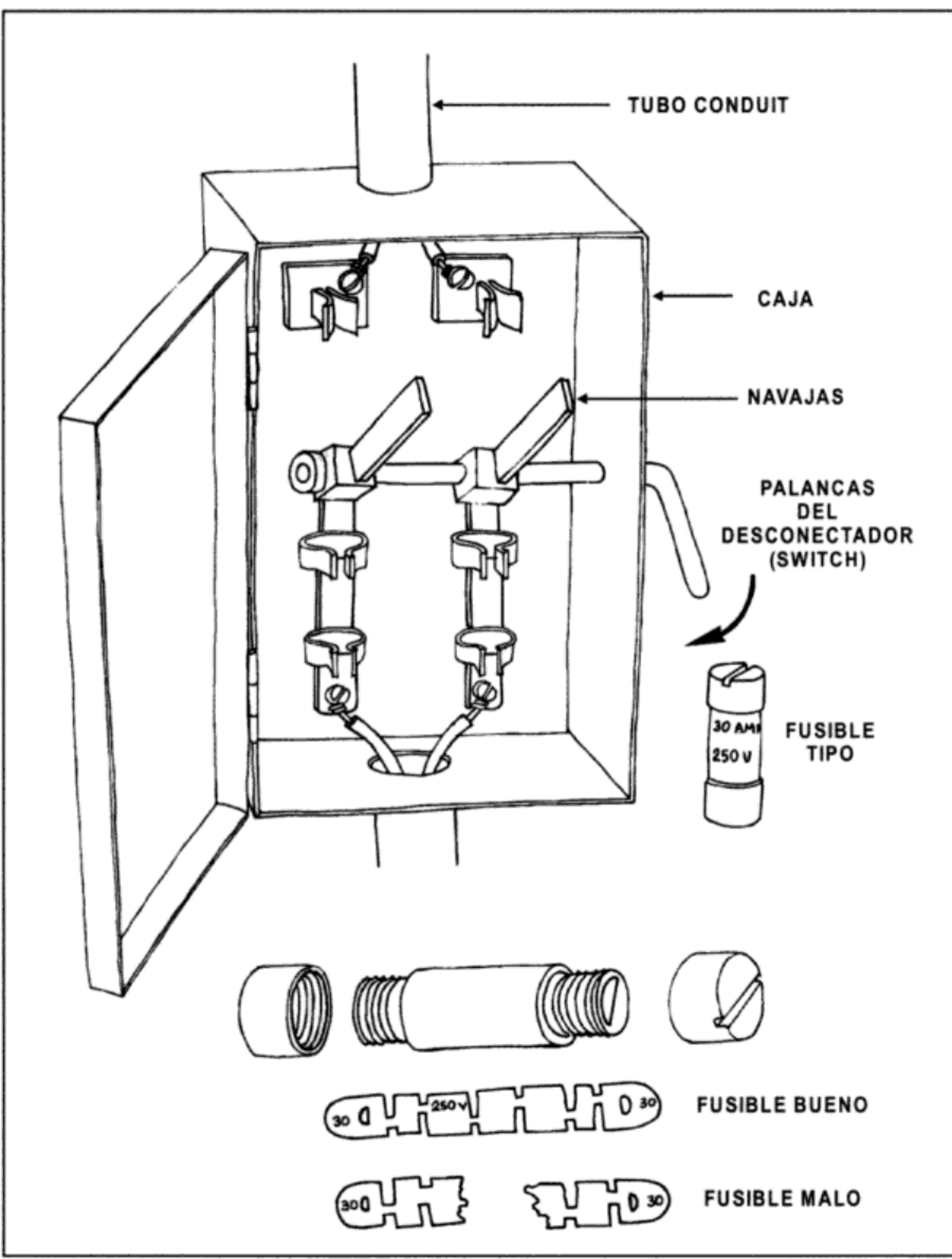
TIPOS DE APAGADORES Y SWITCHES



SE DOBLA LAS HOJAS DEL SWITCH PARA MEJORAR EL CONTACTO

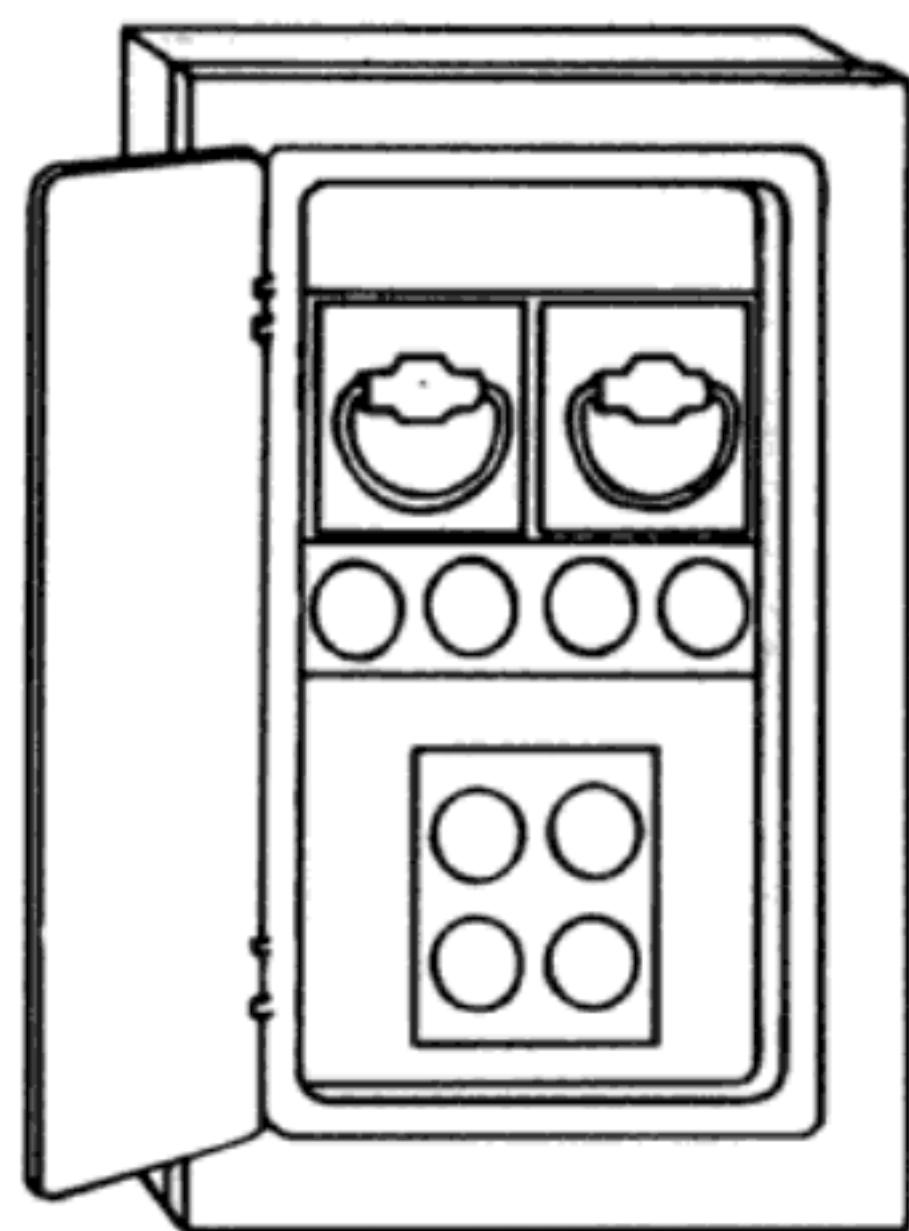


SE PUEDE USAR UN CLIP PARA FIJAR UN ALAMBRE EN UNA TERMINAL DE AUTO SUJECIÓN

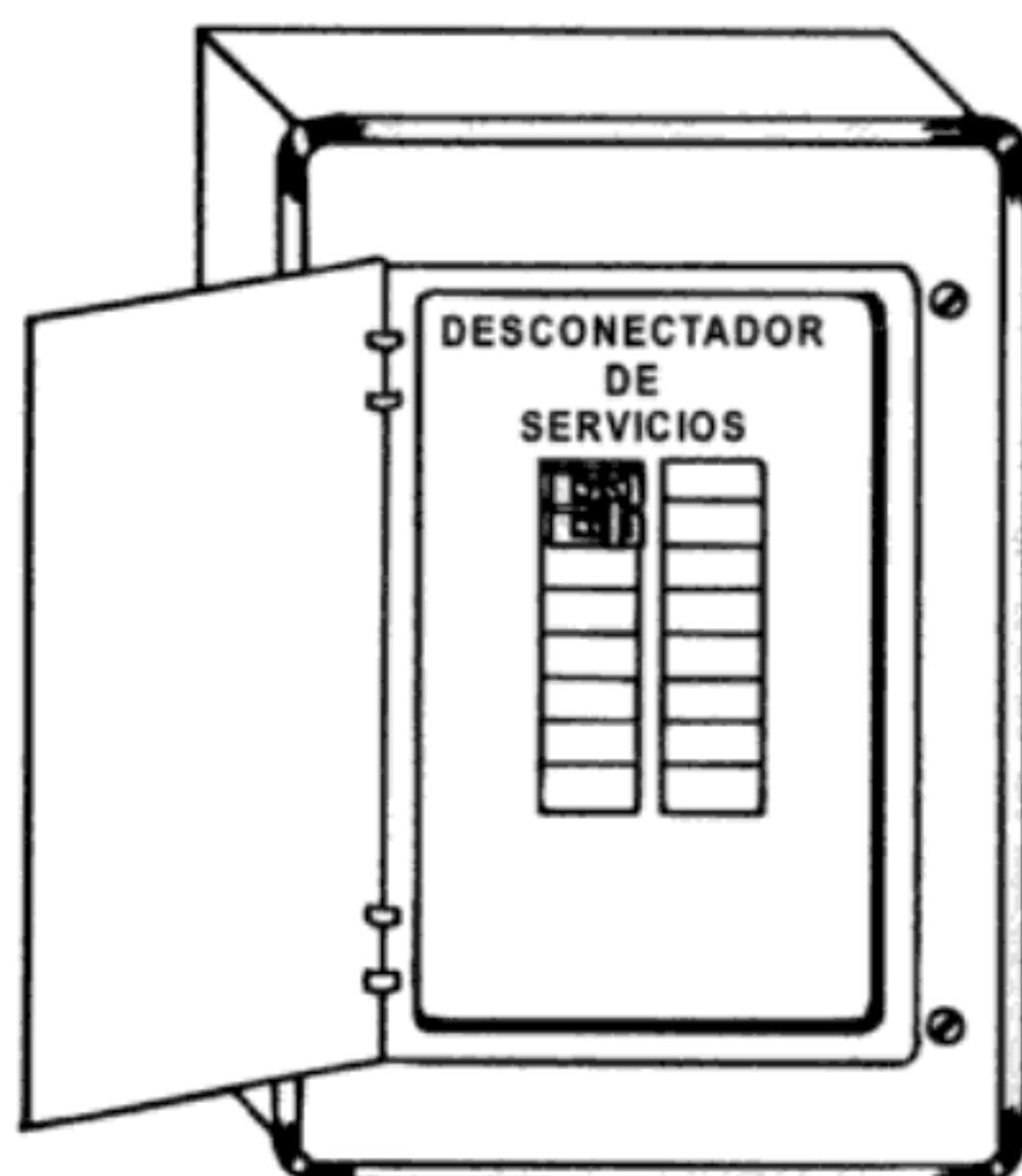


CAMBIO DE FUSIBLES TIPO CARTUCHO

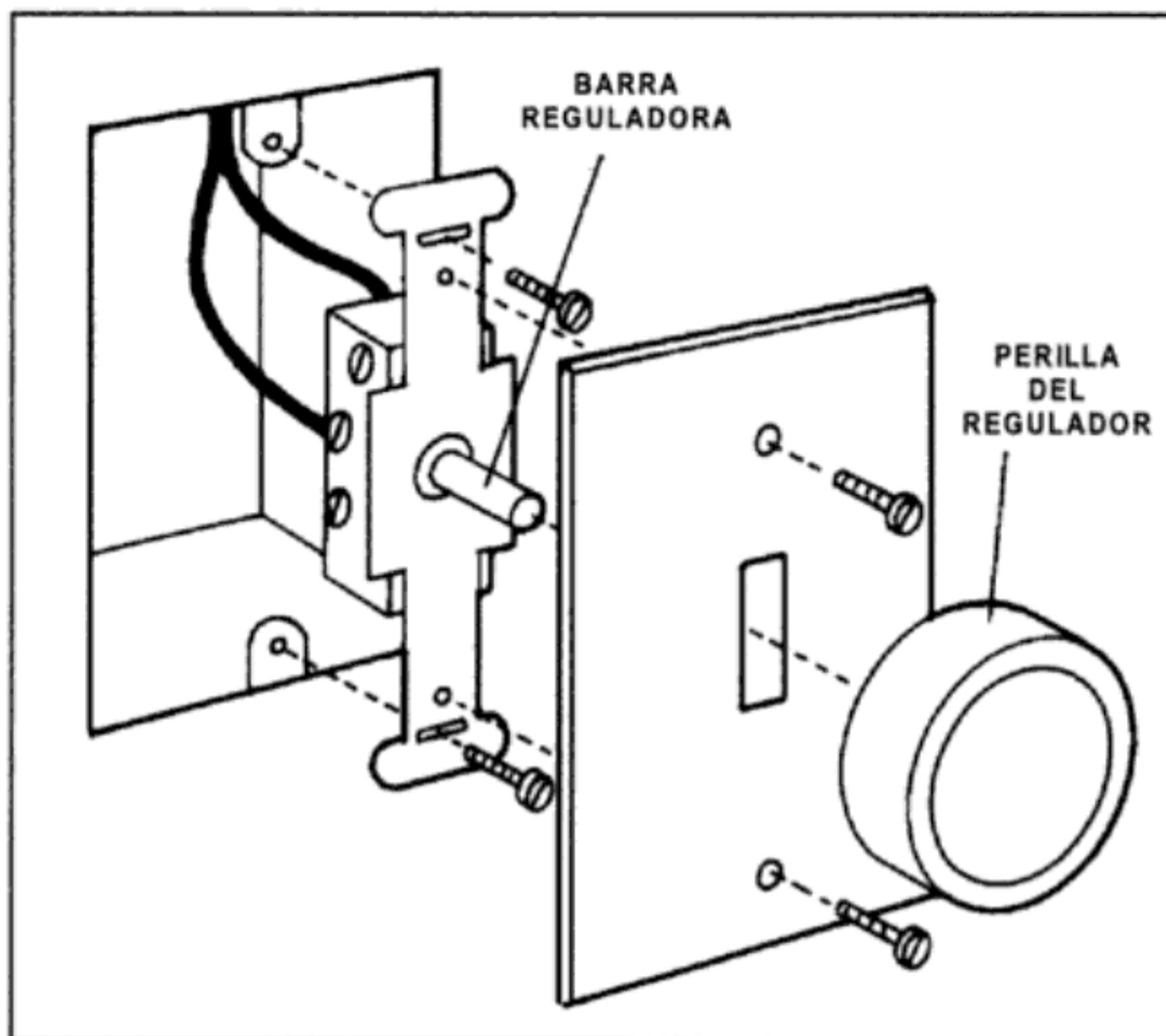
- ① Retirar el fusible o desconectar el interruptor (breaker) de cada circuito que alimenta al apagador.
- ② Quitar los dos tornillos de la placa que cubre el apagador y retirar la placa del apagador de la pared.
- ③ Retirar los dos tornillos de montaje en la parte superior e inferior del apagador.
- ④ Sacar (extraer) el apagador de su caja eléctrica y aún cuando los alambres o cables de conexión son relativamente robustos, se puede flexionar para sacar el apagador de la caja.
- ⑤ Dependiendo de cómo esté conectado el apagador, puede haber tantos como cinco conductores fijos o conectados al mismo o tan pocos como dos. Para conectar en forma correcta el apagador de reemplazo, es conveniente hacer un diagrama que muestre qué conductores están conectados a los tornillos terminales, se puede poner también una etiqueta o una cinta para una mejor identificación de los conductores con los tornillos que correspondan.
- ⑥ Meter el apagador dentro de la caja eléctrica.
- ⑦ Instalar los tornillos de montaje en la parte superior e inferior del apagador.
- ⑧ Instalar la cubierta sobre el apagador y asegurar con los tornillos correspondientes.
- ⑨ Energizar nuevamente el circuito derivado colocando el fusible o accionando el apagador.
- ⑩ Probar el apagador unas dos o tres veces para verificar su correcta operación. Si el fusible se funde o el interruptor (en su caso) abre, puede ser que uno de los alambres dentro de la caja toque a la misma y produzca un cortocircuito.



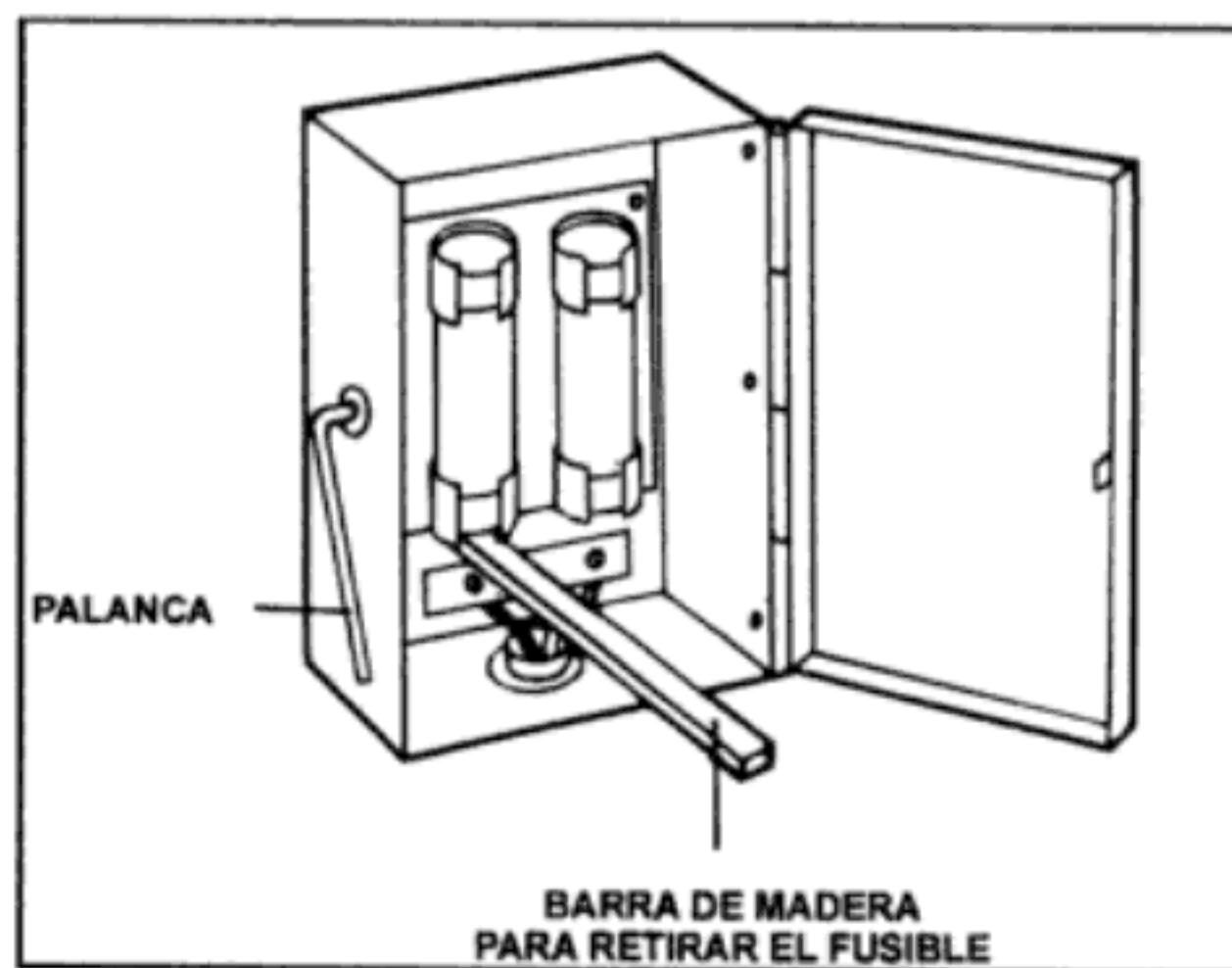
TABLERO TÍPICO DE FUSIBLES



TABLERO TÍPICO CON INTERRUPTORES (BREAKER)



INSTALACIÓN DE UN APAGADOR REGULADOR



CAJA CON FUSIBLES

- ② Retirar la placa y quitar el apagador viejo. Si se trata de una unidad alambrada por la parte trasera, se tiene un sujetador de alambre en el agujero o ranura. Se empuja la punta plana de un desarmador o una pieza de algún alambre (puede ser un clip) en el conductor y simultáneamente se jalan para extraer del agujero.
- ③ Se enderezan los extremos de los alambres y se limpian hasta que queden pulidos. Se pella con una navaja.
- ④ Por lo general se tiene una guía de cómo pelar los conductores en la parte trasera de los apagadores, misma que se debe aplicar para evitar conexiones erróneas o peligrosas.
- ⑤ Se debe seguir el código o guía de colores que se encuentra impresa en la parte posterior del apagador.
- ⑥ Se empuja el apagador dentro de la caja eléctrica y se asegura con los tornillos de montaje. Después se coloca la placa o cubierta.
- ⑦ Se reemplaza el fusible o se energiza el circuito.
- ⑧ Se prueba el apagador para detectar si existen conexiones erróneas o no trabaja correctamente.

Cuando se cambia cualquier contacto al abrir la caja eléctrica, se encuentra en ocasiones con una cantidad impresionante de alambres, en particular cuando se tienen dos contactos cercanos uno de otro, o bien, si los dos contactos en la misma caja están alimentados desde distintos circuitos derivados. Por lo tanto, hay conductores de tierra y puentes, y entonces, la mejor forma de hacer un reemplazo es elaborar un diagrama cuidadosamente para identificar cada conductor de donde viene y a qué tornillo se conecta.

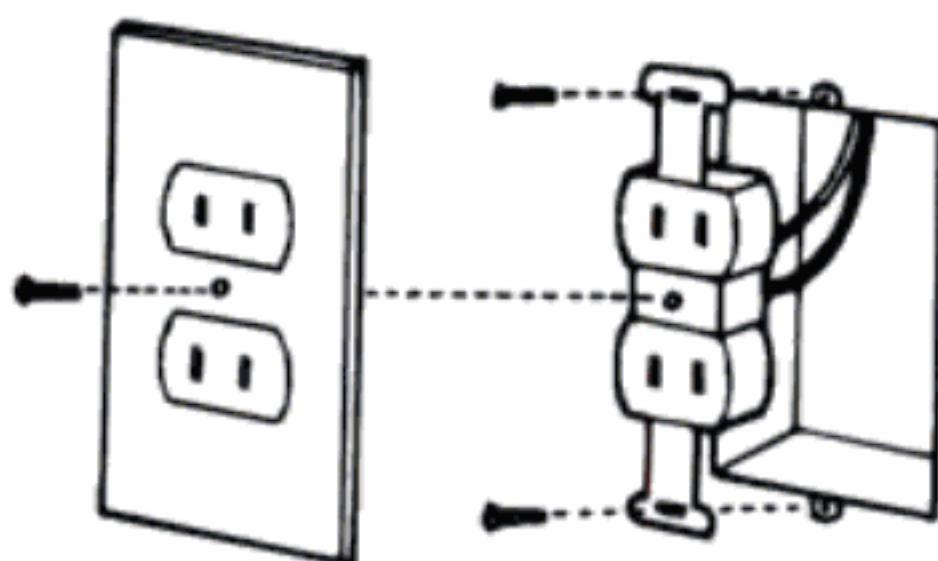
Es mejor colocar una etiqueta de identificación en cada línea y, aún con esto, se deben transferir los conductores del contacto viejo al nuevo uno a la vez.



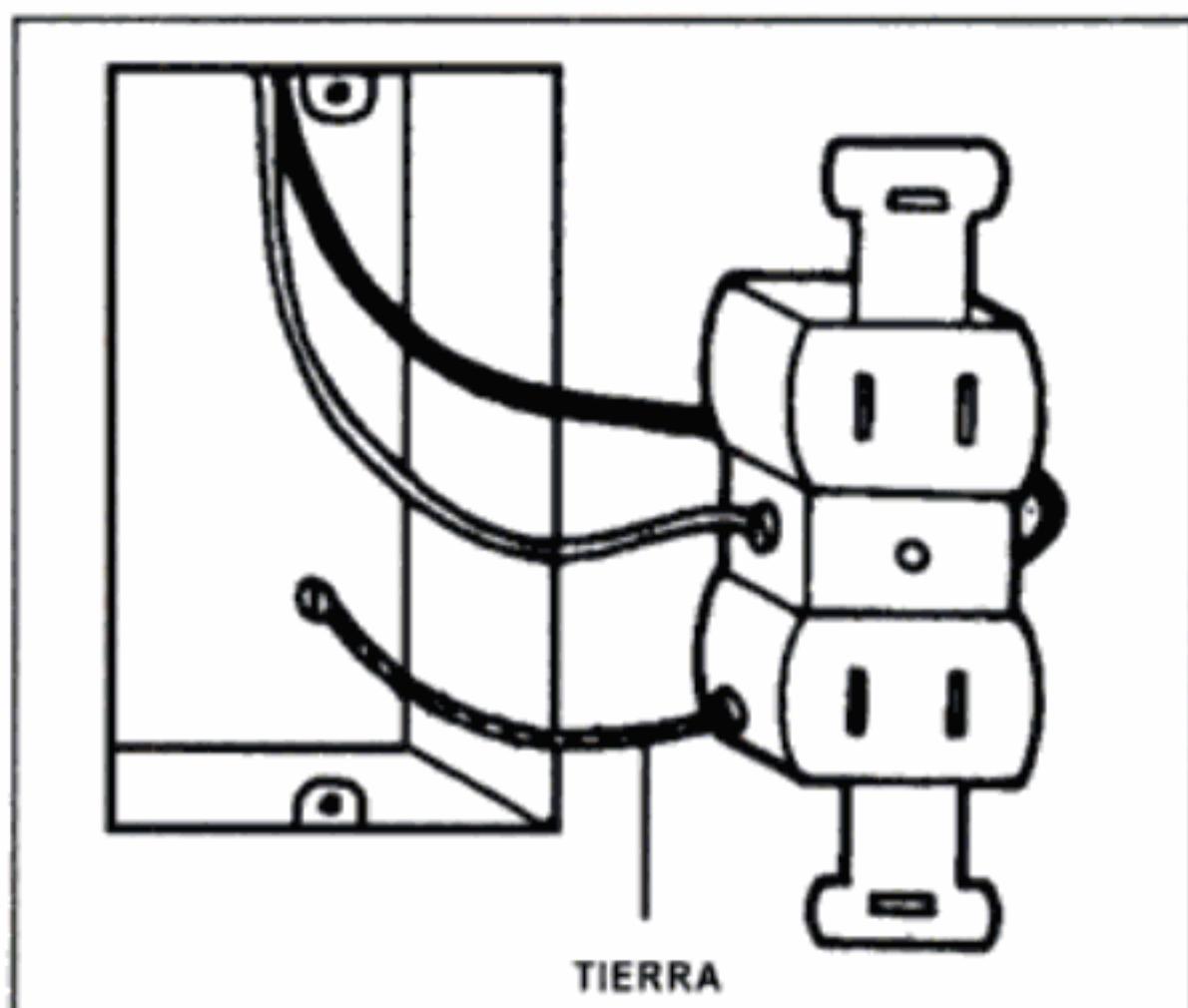
4.5.1 LAS FORMAS DE LOS BULBOS PARA LÁMPARAS INCANDESCENTES.

- ① Retirar el fusible o desconectar el interruptor (breaker) de cada circuito derivado en donde se encuentren los contactos por cambiar, se debe asegurar que todos los circuitos que entran a la caja del contacto estén fuera.
- ② Retirar la placa.
- ③ Retirar los tornillos de montaje y jalar los contactos fuera de la caja.
- ④ Observar cuidadosamente los conductores y a hacer un diagrama de conexiones.
- ⑤ Retirar un conductor del contacto viejo por cambiar y colocarlo alrededor del tornillo correspondiente en el contacto nuevo por colocar y apretar el tornillo. Todos los demás conductores se deben transferir uno a la vez hasta conectar todos.
- ⑥ Empujar el nuevo contacto dentro de la caja eléctrica y apretar sus tornillos de montaje.
- ⑦ Instalar la placa.
- ⑧ Reemplazar el fusible o conectar el interruptor (breaker).

- ⑨ Probar el contacto conectando una lámpara o algún electrodoméstico, si el fusible se funde o el interruptor se desconecta, es posible que algún conductor esté haciendo contacto con la caja, si ocurre esto, repetir los pasos 1-3 y verificar nuevamente las conexiones.



INSTALACIÓN EN UN CONTACTO DOBLE



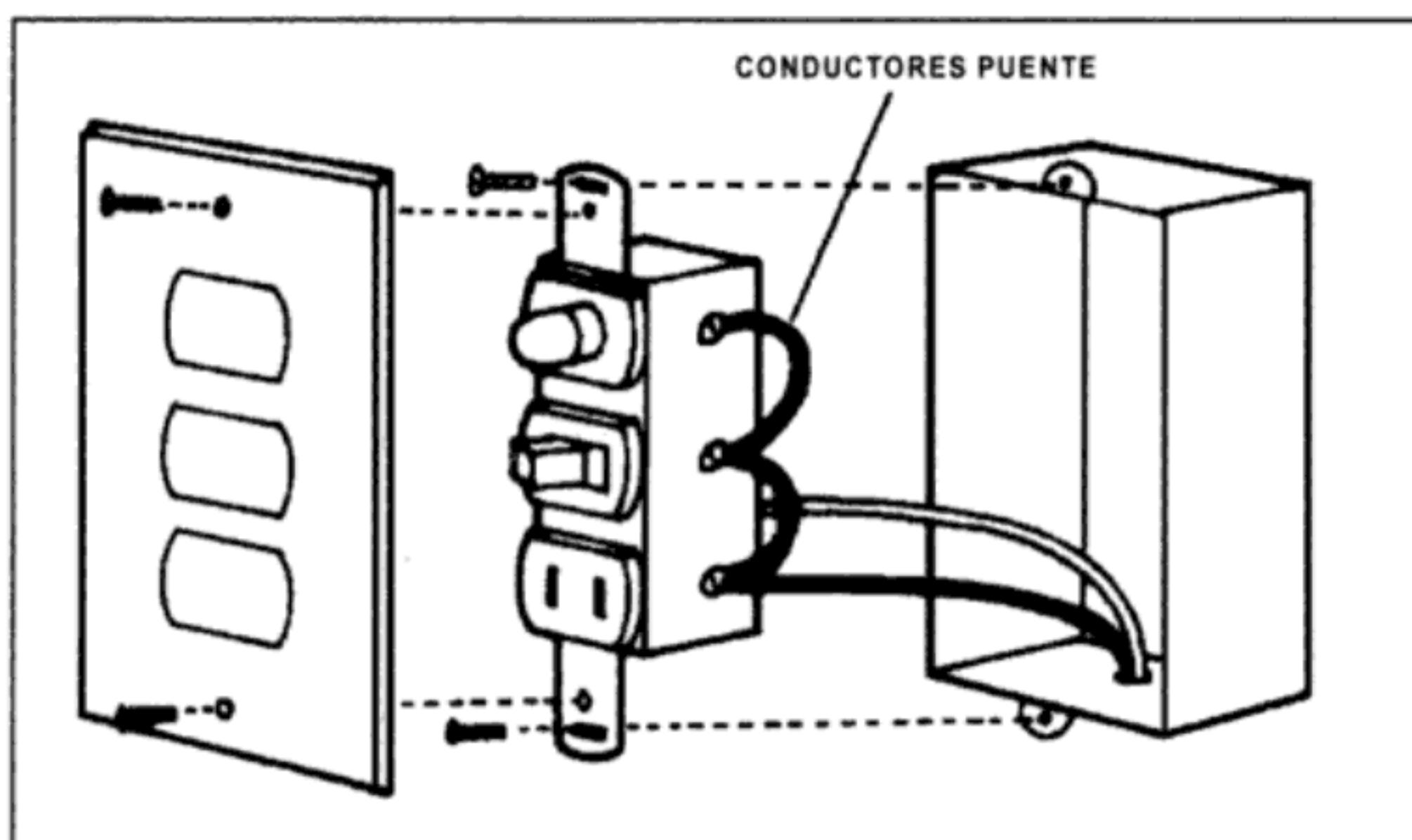
CONEXIÓN A TIERRA DE LA CAJA



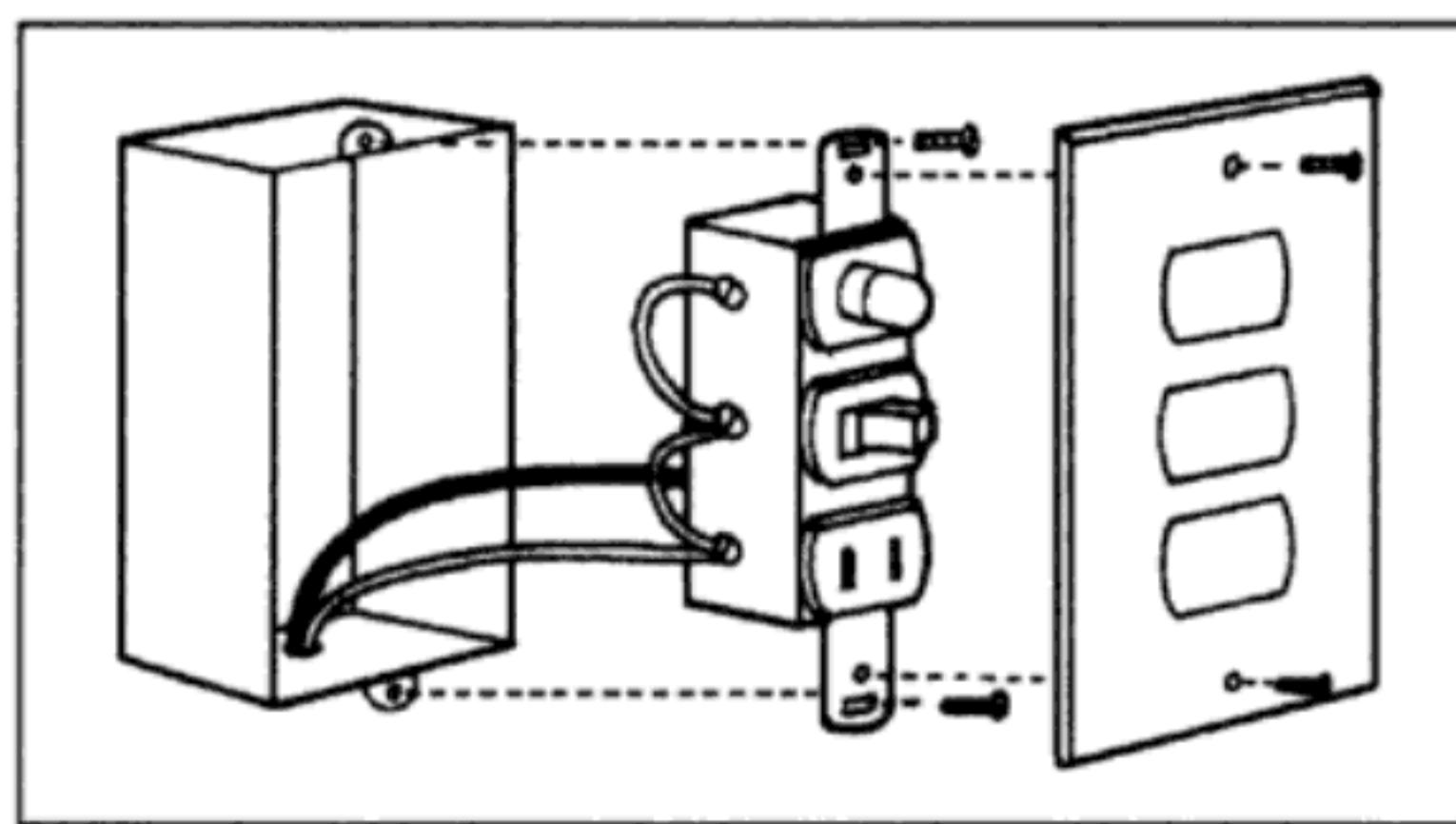
4.6 COMBINACIÓN DE APAGADOR (SWITCH) Y CONTACTO

La combinación de apagador y contacto, consiste de un apagador, un contacto y quizás una lámpara de noche en la misma caja o unidad, y en forma independiente del tipo de caja en que pueden ser instalados, se tienen algunas versiones en las que se fabrican dos o tres puentes por

medio de cintas o cables metálicos entre tornillos de unión, de manera que operan todos con la misma alimentación a la caja, o bien si hay más de un circuito a la caja y se desea que las componentes sean alimentadas por distintos circuitos derivados en la caja, se puede conectar un cable separado a cada componente y desconectar los puentes metálicos, de modo que no pase la corriente eléctrica dentro de la unidad en cuestión.



LOS ALAMBRES O CONDUCTORES PUENTE SIRVEN PARA CONECTAR COMPONENTES SEPARADOS EN UNA UNIDAD



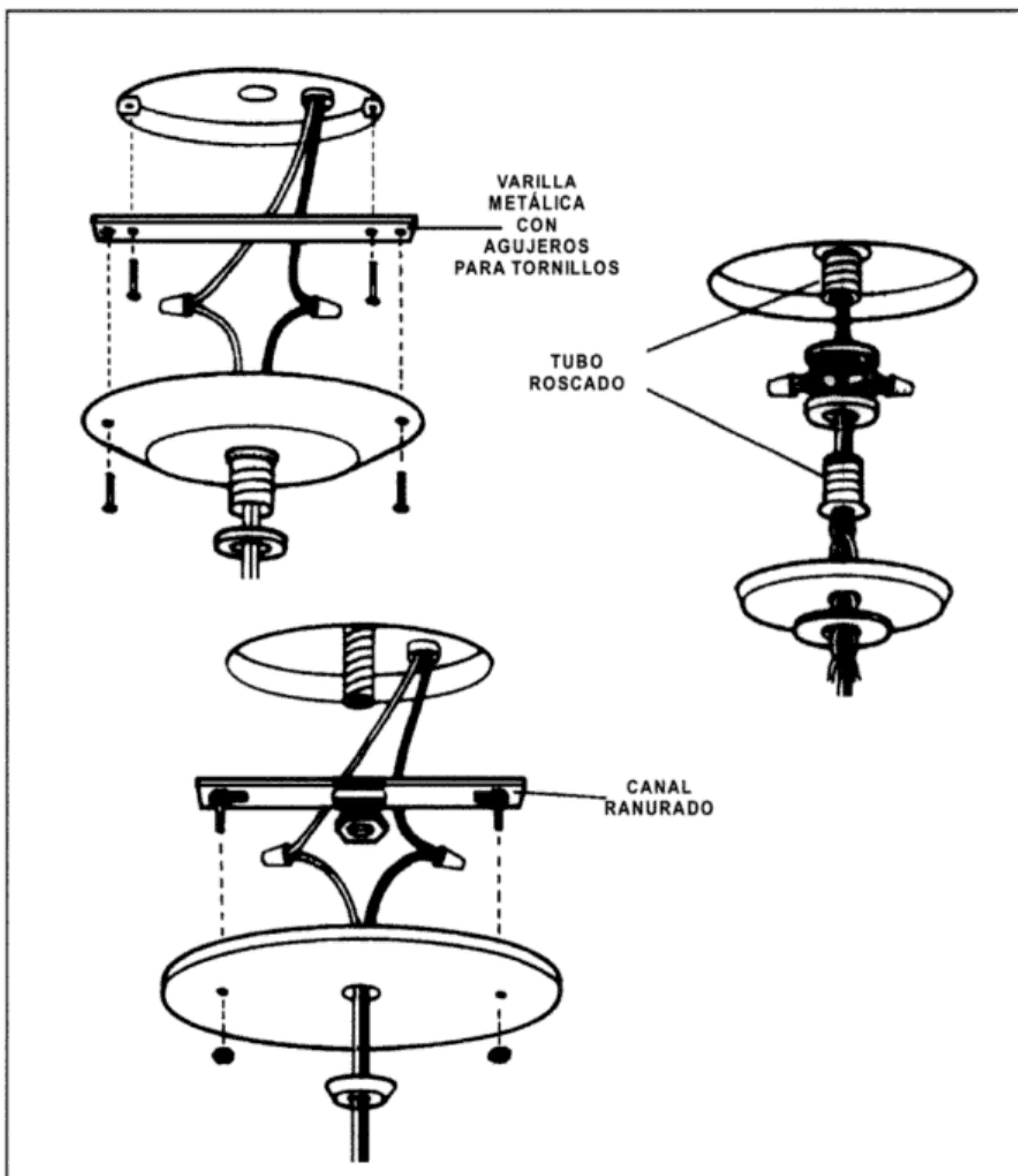
INSTALACIÓN DE UNA CAJA PARA DISPOSITIVO MÚLTIPLE

Existe una gran variedad de formas mediante las cuales una luminaria se puede fijar al techo en cajas redondas o bien octagonales que contienen los conductores que las alimentan.

La caja puede tener un tubo roscado soportado del centro, el cual está fijo a la caja por medio de un agujero en la base de la luminaria y soportada por medio de una tuerca.

También hay distintos tamaños de sujetadores metálicos que se pueden fijar al tubo o a la caja por medio de tornillos o tuercas, éstas pueden ser pequeñas barras que tienen ranuras estrechas en la parte central para alojar tornillos y que se pueden deslizar para alinear con los tornillos.

Aún cuando en la caja del techo se encuentre con un cierto mecanismo de montaje, éste, en caso de ser necesario, se puede cambiar por otro que en un momento dado sea más accesible o permita montar con mayor facilidad una luminaria.

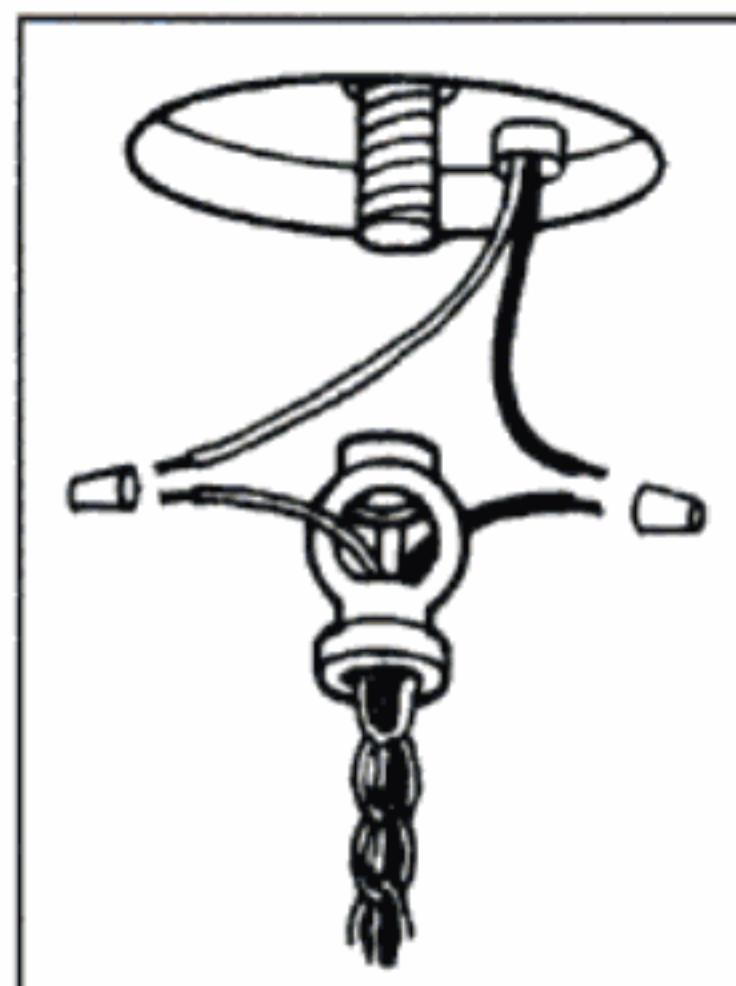


TRES FORMAS DE COLGAR UNA LUMINARIA DE LA CAJA DEL TECHO

Para instalar o cambiar una luminaria, el procedimiento es el siguiente:

- ① Retirar el fusible o desconectar el apagador (breaker) de cada circuito derivado que entra a la caja de la luminaria.

- ② Cualquier parte de la luminaria que se pueda retirar se debe quitar antes de que se retire la base del techo, esto incluye focos, cubiertas y quizás alguna cadena.
- ③ Aflojar la base de la luminaria de la caja del techo. En caso de que esté fija por un tubo con agujero en el centro que mantiene la base con una tuerca, los alambres de la luminaria y el socket de la lámpara probablemente bajan de la caja a través del tubo. También pueden estar cubiertos sobre la placa de base que se mantiene en su posición por medio de tornillos o tuercas que se tienen que aflojar cuando se termine la luminaria y quede entonces colgada de sus alambres, de manera que no se debe soltar si las conexiones de los alambres no son suficientemente fuertes como para soportar el peso.
- ④ Con la base de la luminaria mantenida retirada de la caja eléctrica, se deben jalar los cables fuera de la caja. Cuidadosamente se debe anotar cuáles alambres de la luminaria se fijan o conectan a qué alambres de los cables, para no perder la correspondencia.
- ⑤ Retirar cualquier conector de alambres que contenga alguna conexión de alambres de la luminaria y jalar los alambres libres de la luminaria. En este punto se puede colocar la luminaria abajo, en algún lugar que no estorbe.
- ⑥ Se ensambla la luminaria de reemplazo o se hace lo que sea necesario para prepararla y colocarla, asegurándose que todos los alambres entran a la caja y formen parte del sistema de soporte de la luminaria.
- ⑦ Cuando se está seguro de que toda la parte mecánica de la luminaria está en orden, se llevan los conductores a la caja eléctrica y entonces se tienen que hacer las conexiones en la caja eléctrica antes de asegurar otra vez la luminaria a la caja y al techo.
- ⑧ Conectar los alambres blanco y negro de la nueva luminaria a los alambres de alimentación en el tubo conduit o cable (en su caso), se tuercen y aislan las conexiones y se introducen en la caja.



ANTES DE HACER LA CONEXIÓN
SE SEPARAN LOS ALAMBRES A
TRAVÉS DE LA CADENA



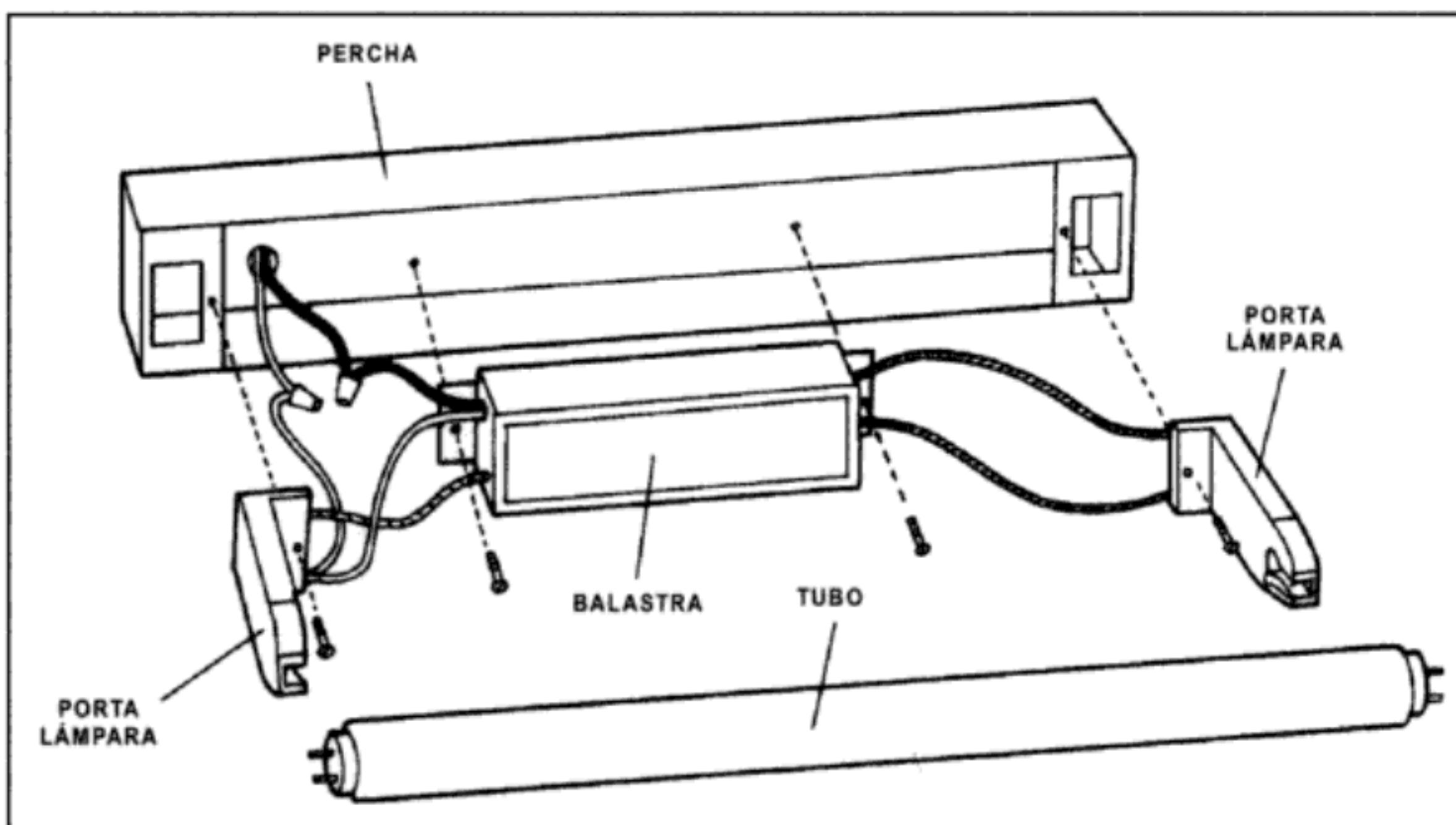
4.8 LUMINARIAS FLUORESCENTES

Las luminarias fluorescentes consisten de un tubo o tubos, portalámparas (sockets), una balastra y quizás un arrancador.

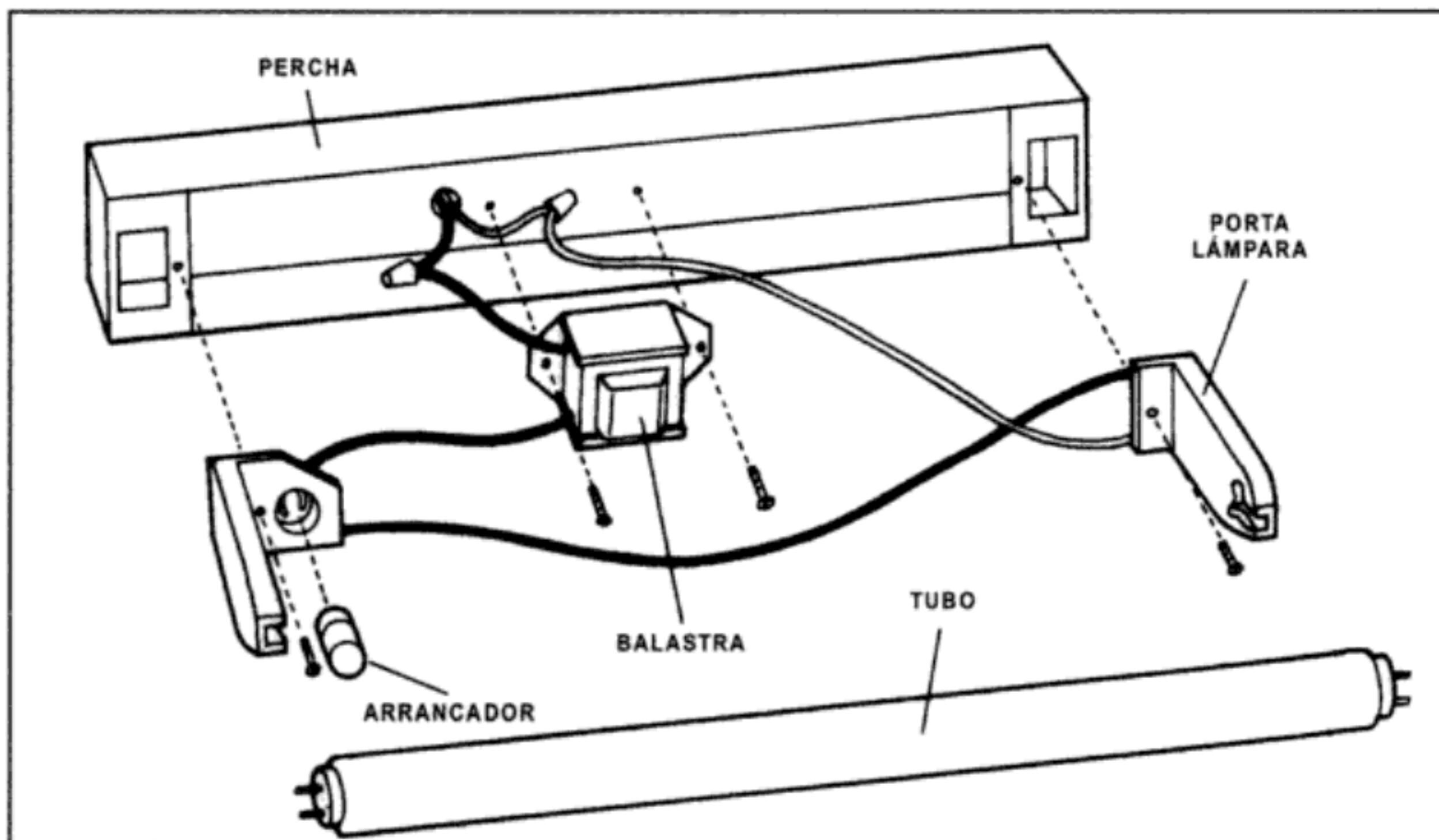
Tubos. Los tubos fluorescentes pueden ser tan grandes como de 1 ½ pulg. de diámetro con longitudes hasta de 2.4 m, también se fabrican en formas circular y de U, en una variedad de colores "blanco", blanco frío (algunas veces llamado "luz de día") que es más azuloso que el "blanco caliente": Los tubos fluorescentes tienen un tiempo de vida superior a las lámparas incandescentes y a igualdad de potencia consumen menos energía.

La mayoría de los problemas que se presentan con las luminarias fluorescentes involucran a los tubos, si el tubo falla al arrancar o bien arranca lentamente, entonces está defectuoso, si la luz se debilita o está parpadeando, entonces el tubo está próximo a quedar fuera de servicio, y aún cuando se puede seguir usando, es mejor reemplazarlo cuando se tienen tubos de repuesto. Si la luminaria usa dos tubos al mismo tiempo; ya que como están alambrados en serie, un tubo viejo y defectuoso afecta la eficiencia de un tubo bueno. Se debe comprar el tipo y potencia especificada.

El tipo puede ser dado como: Arranque, arranque rápido o arranque instantáneo.



VISTA EXPANDIDA DE UNA LÁMPARA FLUORESCENTE



LÁMPARA FLUORESCENTE TIPO ARRANCADOR



4.8.1 PORTALÁMPARAS.

Estos portalámparas son bloques de cerámica o algún material resistente dieléctricamente y que se instalan fijos como parte externa de la luminaria, o bien ocultos en la misma. Según sea el diseño, estos portalámparas tienen ranuras para recibir las puntas en los extremos de los tubos o lámparas rectas. El tubo se gira 90° cuando se coloca en el portalámpara, hasta que se fija en las ranuras.

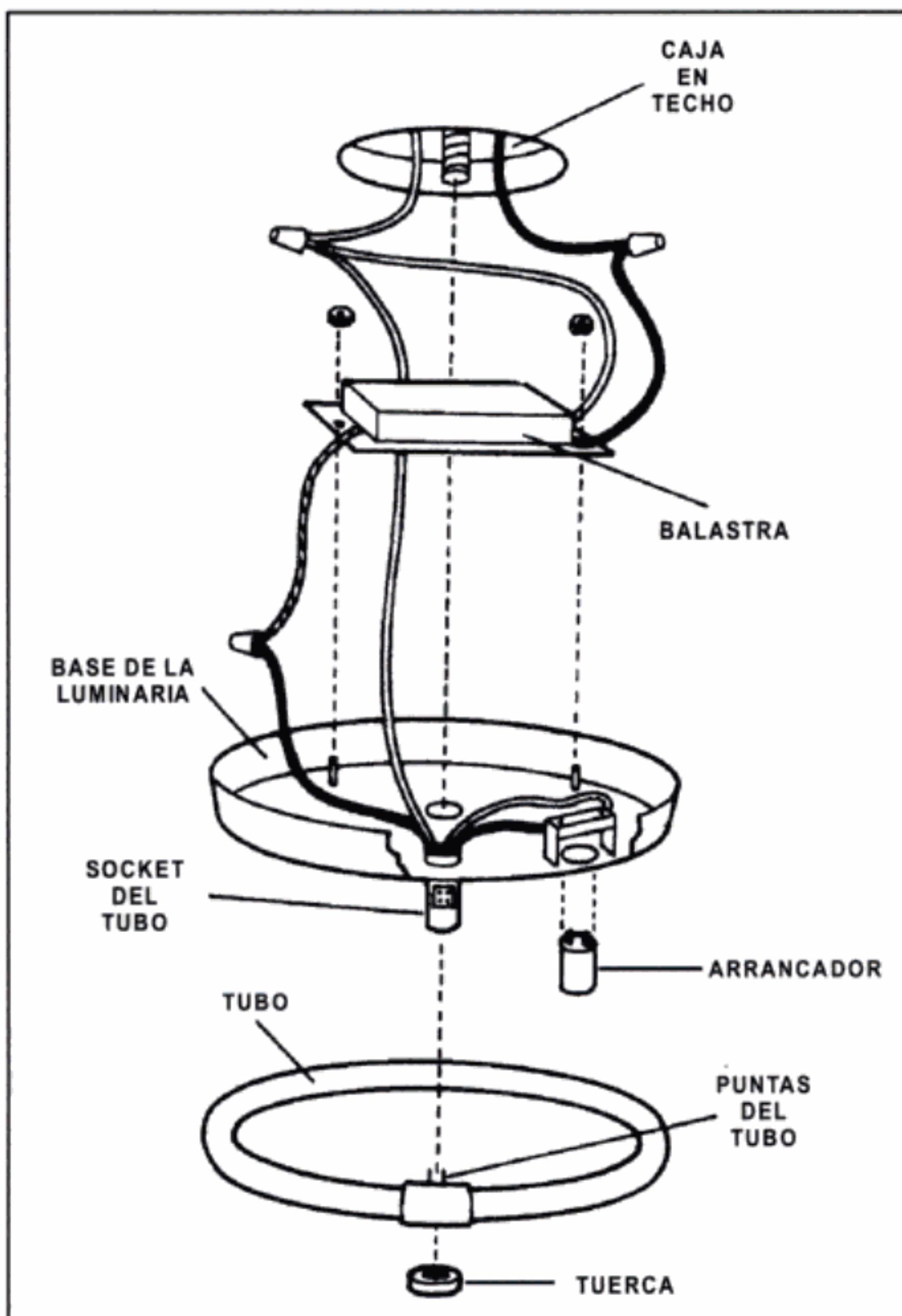
Si los portalámparas no están correctamente situados en la luminaria, las puntas de la lámpara no hacen buen contacto y entonces la lámpara puede estar encendiendo y apagando, dando la sensación de parpadeo, mismo que se debe corregir.

Balastra. Esta se puede identificar como una caja metálica pequeña y pesada que es en cierto modo un transformador.

Cuando la lámpara se energiza, la balastra incrementa el voltaje que recibe para activar la iluminación, con esto se limita la cantidad de electricidad que recibe del exterior. Las balastras generalmente traen incorporado un diagrama de conexiones para ser conectadas a la luminaria.

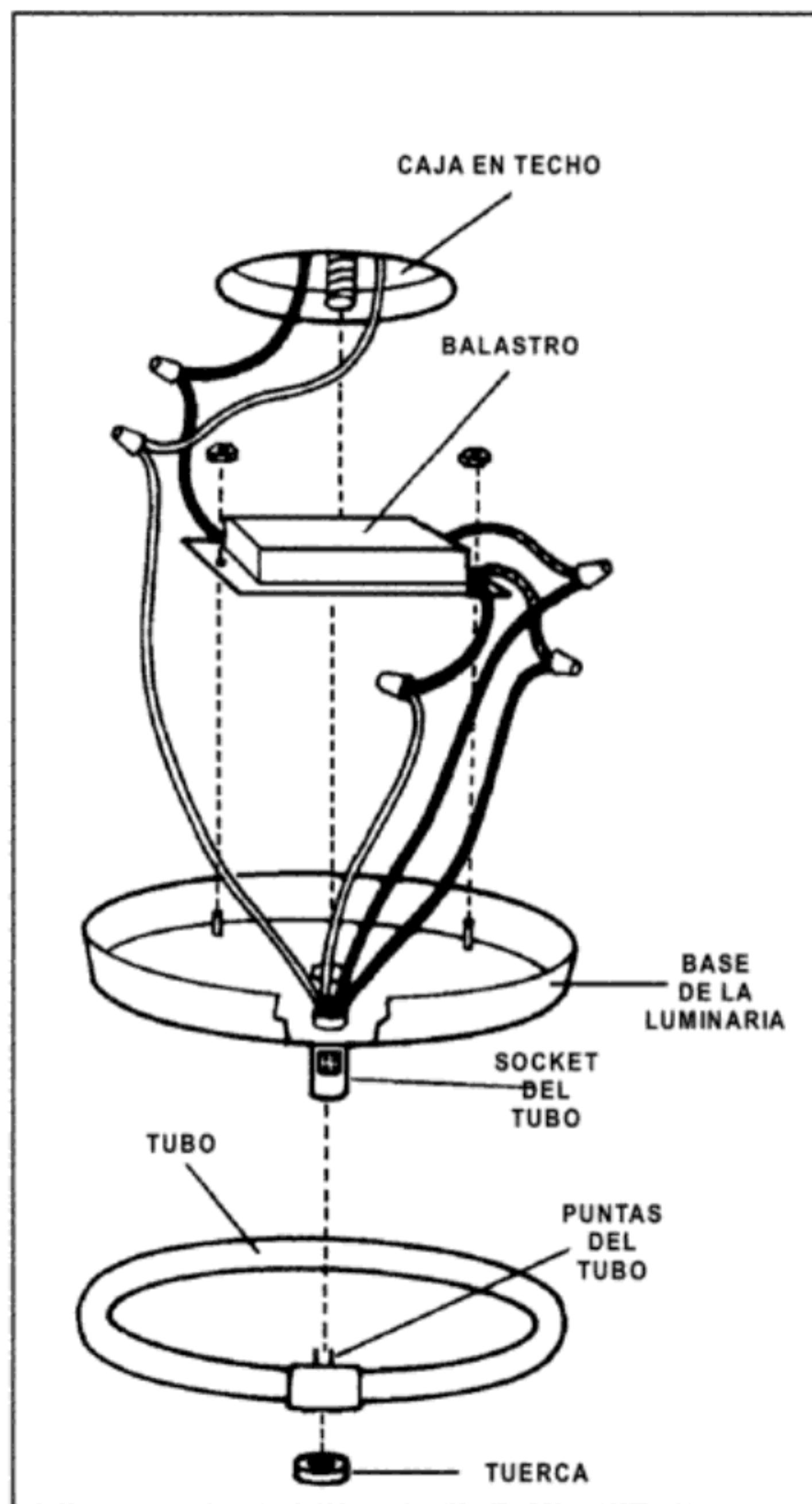
Cuando las lámparas fluorescentes tienden a hacer un ruido, puede ser un problema con la balastra, entonces se debe reemplazar la balastra por una nueva.

Arrancador. En las lámparas fluorescentes viejas, el arrancador es una pequeña lata metálica que tiene entre 2.0 y 5.0 de longitud, con dos tornillos terminales en el extremo de fijación. Para instalar un arrancador, simplemente se empuja dentro del socket en la luminaria.



LÁMPARA FLUORESCENTE TIPO CIRCULAR CON ARRANCADOR

Las lámpara modernas tienen arrancadores instantáneos o bien las lámparas fluorescentes de arranque rápido que toman la electricidad en forma directa de la balastra y no necesitan del arrancador.



LUMINARIA FLUORESCENTE CON LÁMPARA DE ARRANQUE RÁPIDO



4.9 MODIFICACIÓN Y AMPLIACIÓN DE INSTALACIONES

Ocasionalmente se pueden hacer modificaciones o ampliaciones a las instalaciones eléctricas de las casas, para hacer esto, no se requieren realmente conocimientos de teoría de electricidad, o bien de alguna información técnica en especial.

Circuitos derivados. Desde el alimentador principal, la corriente eléctrica entra hasta el desconectador con fusibles, o bien al tablero con interruptores termomagnéticos (breakers), donde está dividido en circuitos derivados que llevan la corriente hacia cada cuarto en el caso de una casa-habitación. Cada circuito derivado está compuesto de conductores en tubos conduit con cajas de salida y están protegidos normalmente por un interruptor (breaker). Los circuitos derivados se pueden agrupar en tres tipos:



4.9.1 CIRCUITOS DERIVADOS DE PROPÓSITOS GENERALES.

Estos son para alumbrado y salidas (apagadores, contactos) en cada cuarto están generalmente a 120 V y usan típicamente conductor tipo AWG del No. 14 con protección de fusible o por interruptor termomagnético para 15 A, de manera que pueden proporcionar 1800 watts. Algunos circuitos derivados de propósitos generales se pueden hacer con conductor No. 12 AWG y ser protegidos con fusibles o interruptores de 20 A, es decir, de 2400 watts. Cada circuito derivado de propósitos generales es capaz de servir un área entre 30 y 45 m². No se deben poner más de 10 salidas y/o luminarias en cualquier circuito derivado.



4.9.2 CIRCUITOS DERIVADOS DE PROPÓSITOS ESPECIALES.

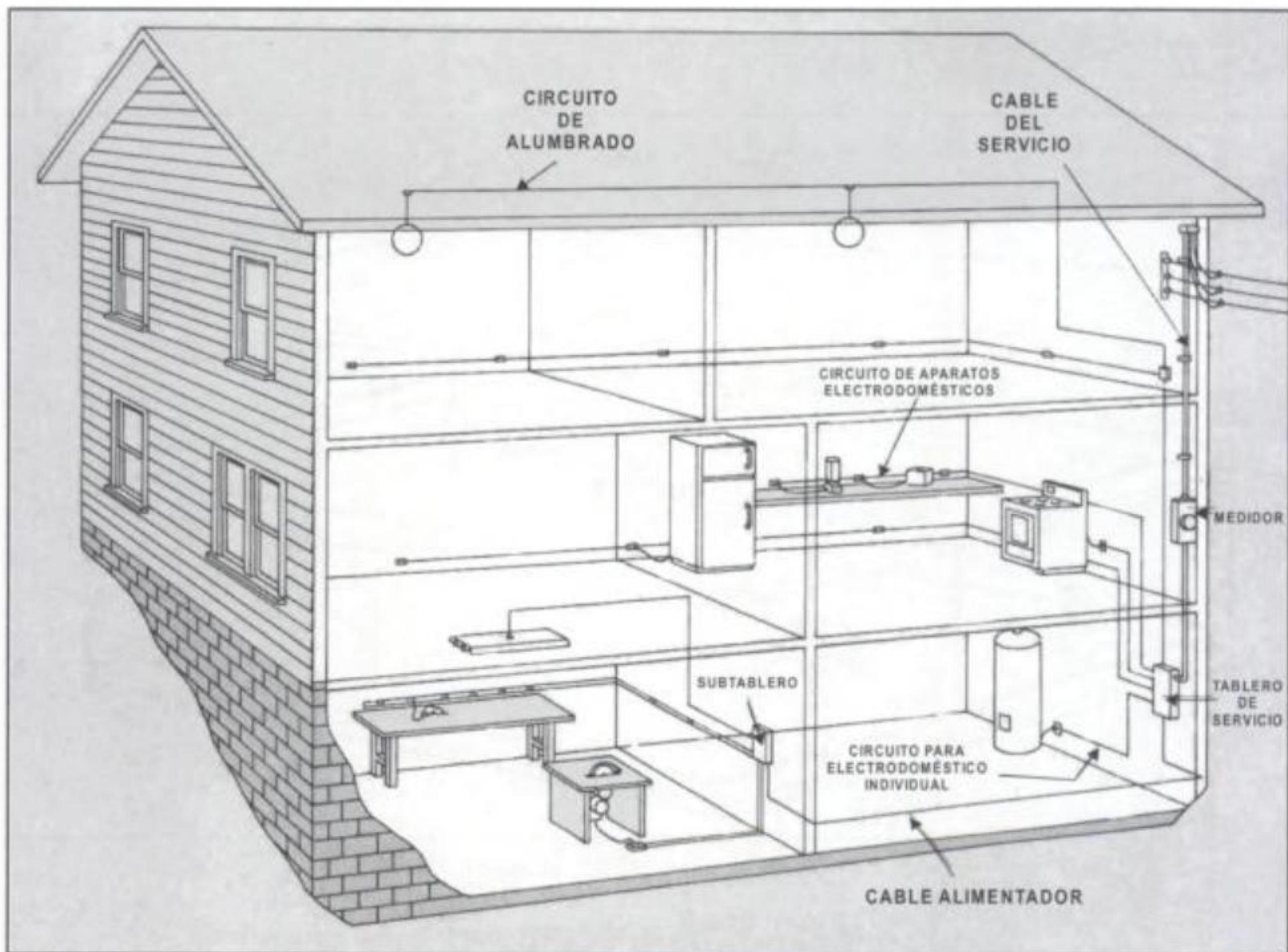
Están hechos de alambre No. 12 AWG que está protegido normalmente por un fusible de 20 A o por medio de un interruptor termomagnético, esto permite obtener a 120 V, 2400 watts. Se usan generalmente en talleres y cocinas, específicamente para alimentar a los aparatos electrodomésticos.

En una cocina promedio, se deben tener dos circuitos derivados de propósitos especiales con no más de 10 salidas y/o luminarias para alumbrado sobre otro circuito derivado.

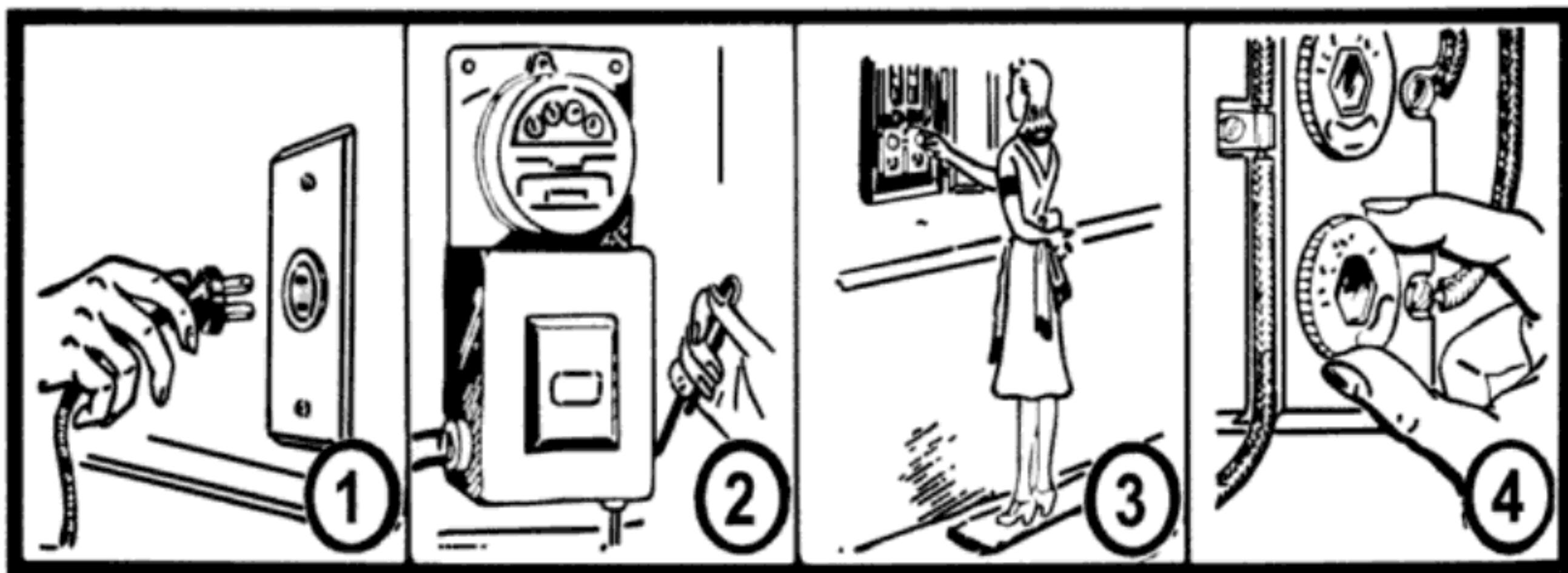


4.9.3 CIRCUITOS DERIVADOS PARA ELECTRODOMÉSTICOS.

Estos son para algunos tipos de instalaciones relativamente grandes y pueden ser monofásicos o bifásicos con 3 conductores a 220 volts, para un calentador de agua eléctrico, para equipos de aire acondicionado, para estufas eléctricas, etc., el tamaño de los conductores y del dispositivo de protección se determina en forma individual.

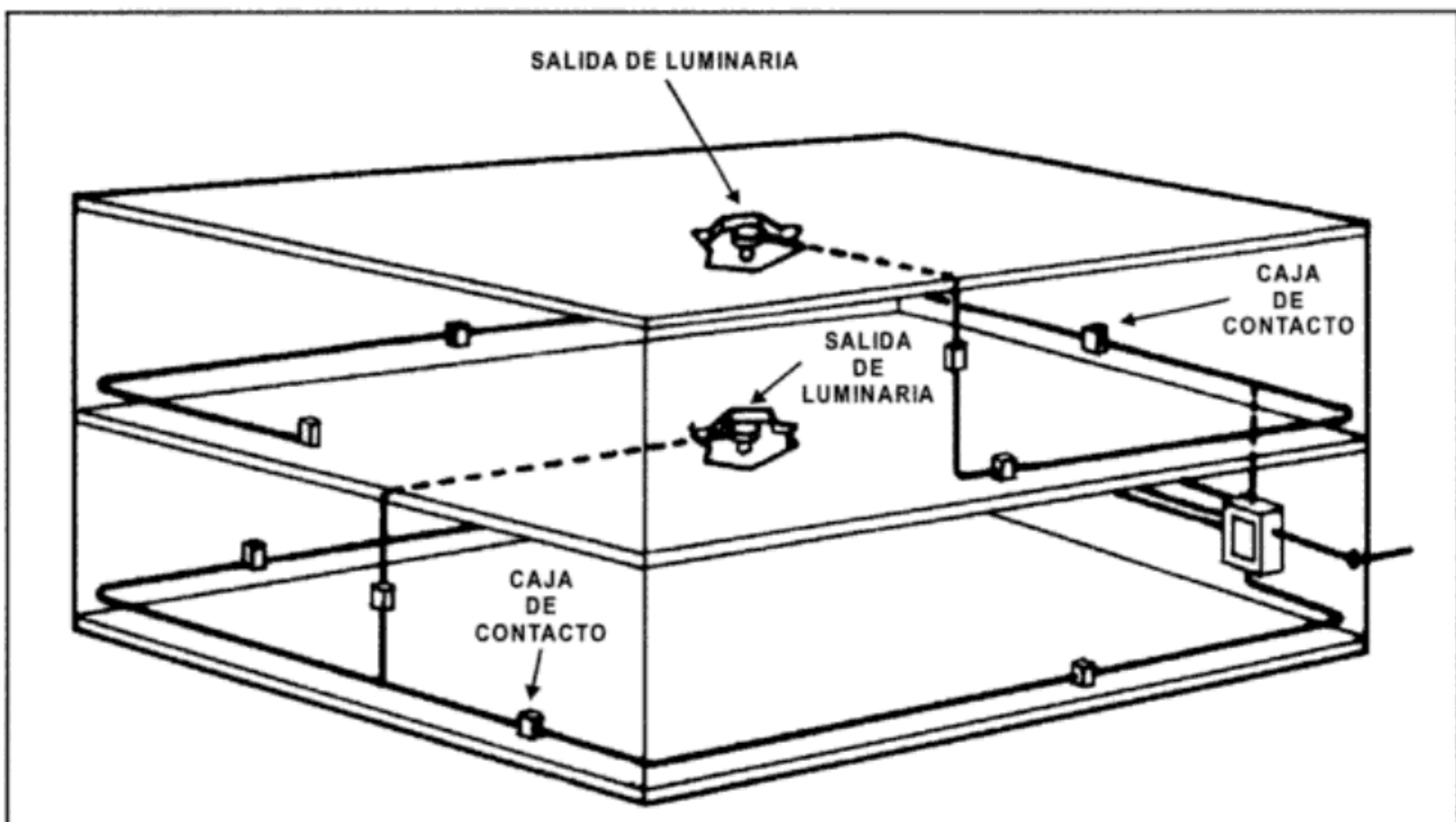


TRAYECTORIAS DEL CABLEADO O ALAMBRADO DE UNA CASA

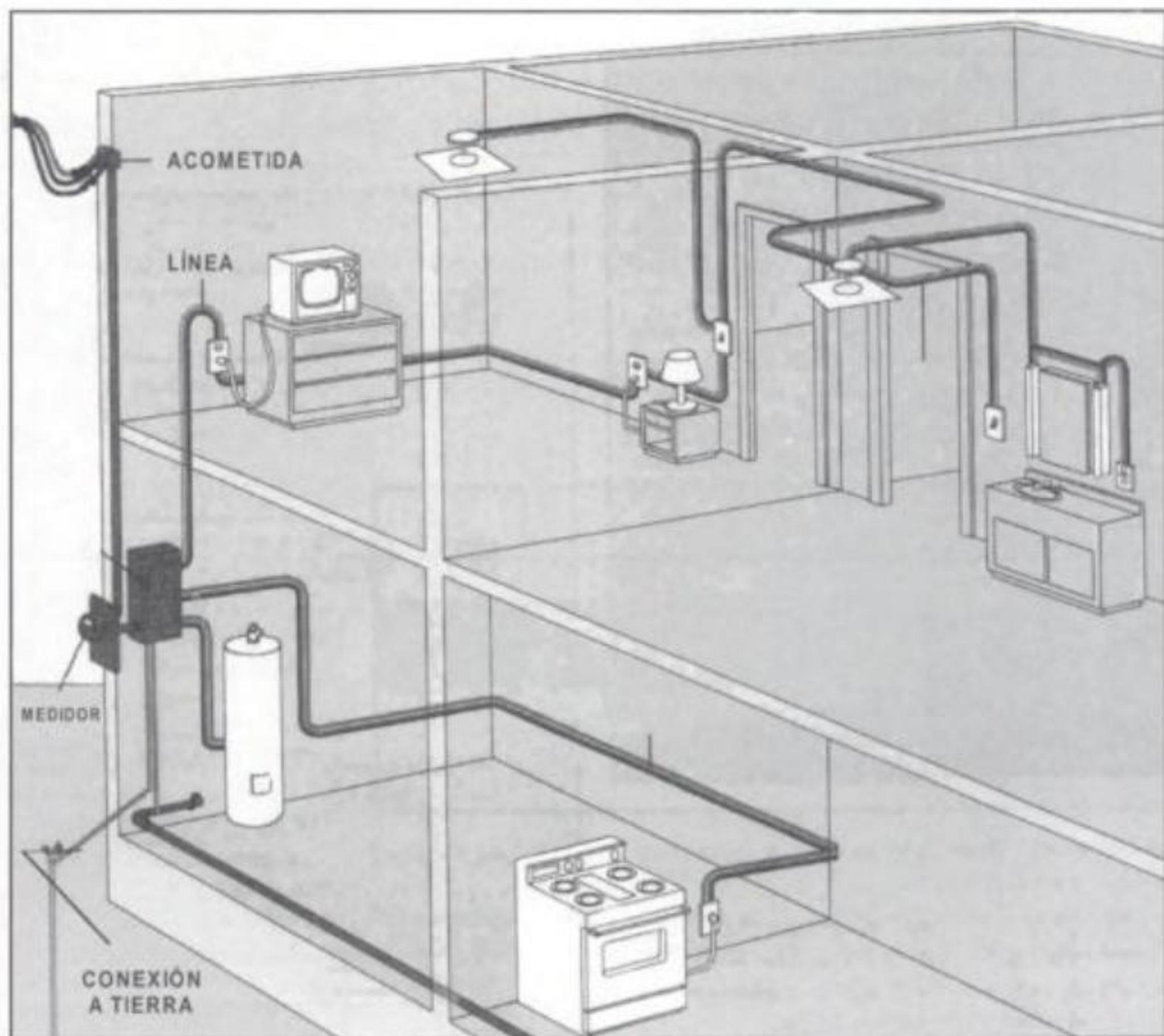


MEDIDAS DE SEGURIDAD CAMBIANDO UN FUSIBLE

- 1.- DESCONECTAR EL ELECTRODOMÉSTICO O APARATO
- 2.- ABRIR EL SWITCH
- 3.- PARARSE SOBRE UNA MADERA SECA
- 4.- REEMPLAZAR EL FUSIBLE



FORMA DE DESARROLLO DEL ALAMBRADO

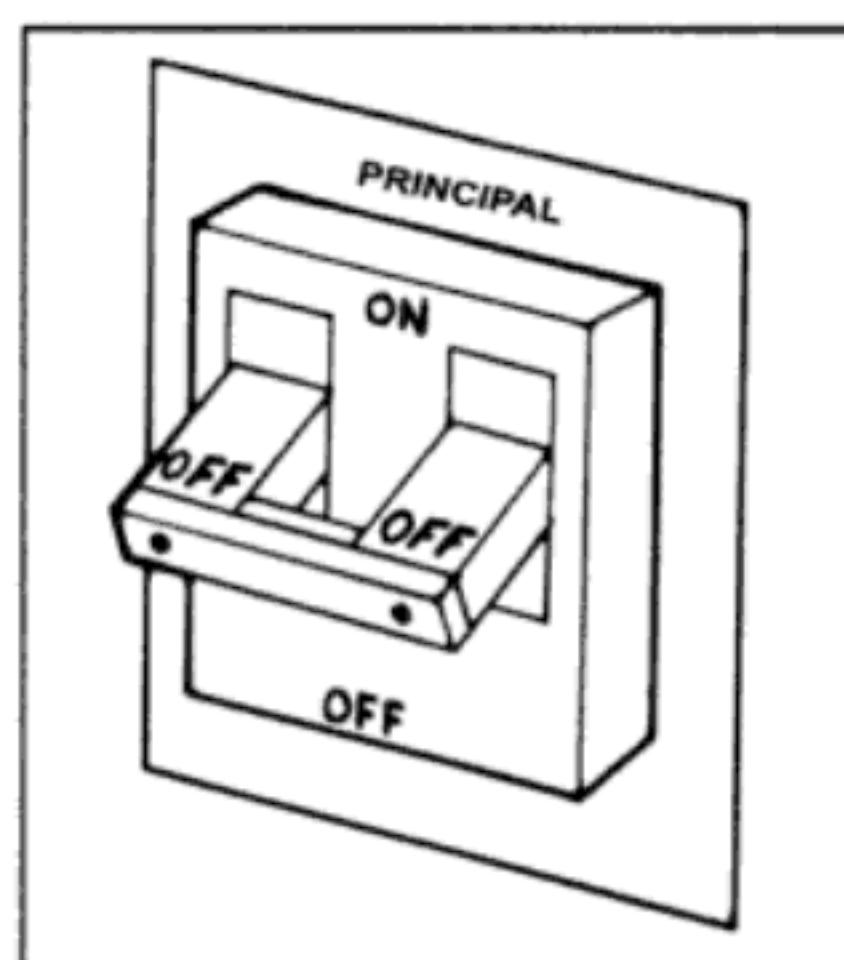


TRAYECTORIA DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS EN UNA CASA

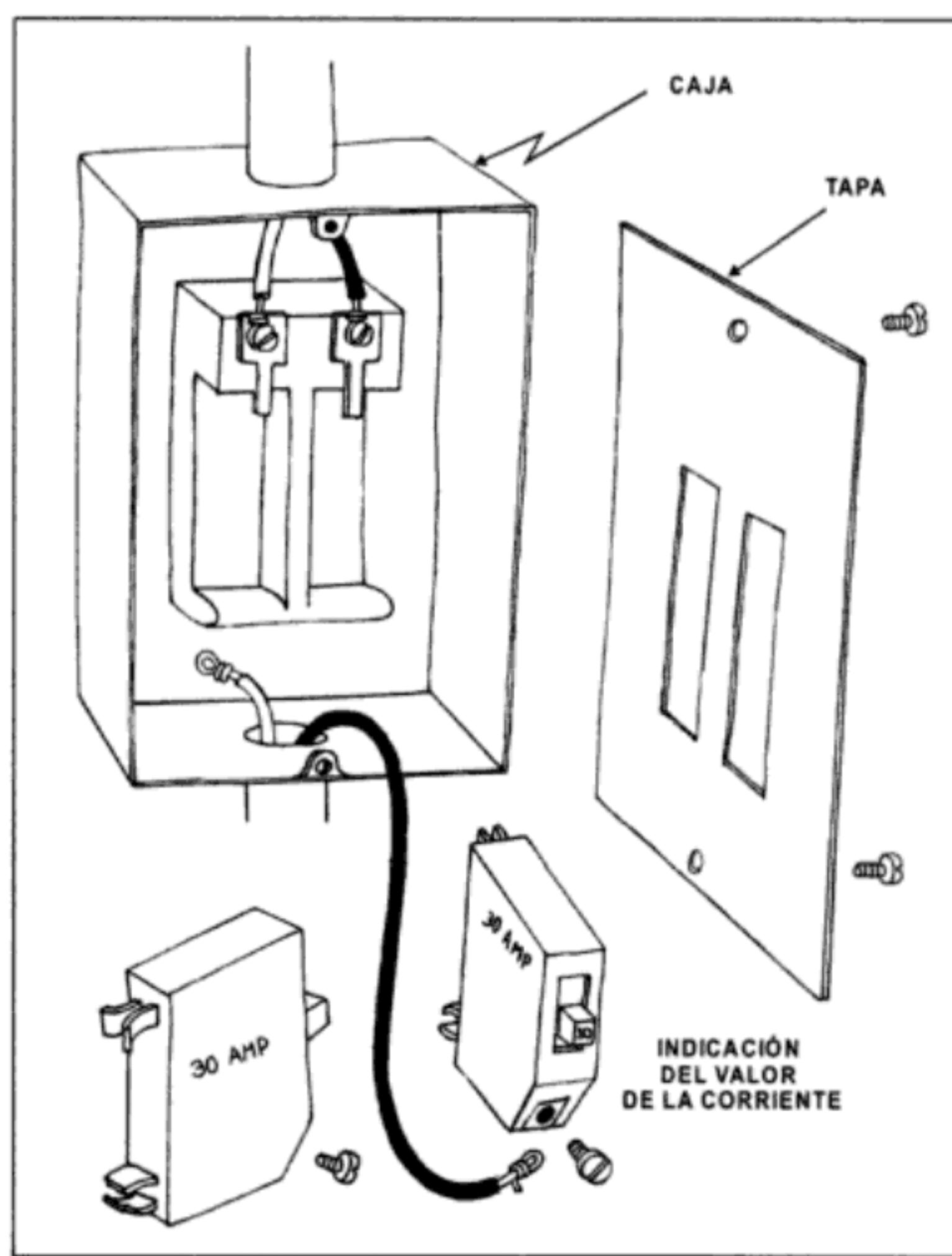


4.10 INSTALANDO NUEVOS CIRCUITOS DERIVADOS

En ocasiones, en una instalación eléctrica existente, es necesario hacer ampliaciones y/o modificaciones, es decir, se deben construir nuevos circuitos derivados, para esto, es conveniente revisar la caja o tablero de interruptores o bien la caja de fusibles existentes para determinar si existe alguna posición no usada; en caso de que exista, entonces se puede llevar un nuevo circuito derivado, en caso de que no existan posiciones libres, se debe instalar una nueva caja de fusibles o un tablero de interruptores. La mayoría de los tableros en la entrada principal tienen terminales con tornillos localizadas entre los fusibles, esto es para facilitar su retiro cuando sea necesario. Adicionalmente, es recomendable lo siguiente:



TABLERO PRINCIPAL EN POSICIÓN FUERA



CAMBIO DE INTERRUPTORES (BREAKERS) EN CAJA



4.11 INSTALANDO EL CIRCUITO DERIVADO

Antes de hacer el cableado a través de las canalizaciones en las paredes de una casa u oficina, o bien por los techos y pisos, se debe marcar en dónde se desea tener las cajas de salida para contactos o apagadores. Los contactos se localizan normalmente entre 30 y 40 cm sobre el nivel del suelo, en tanto que para los apagadores está entre 92 y 105 cm.

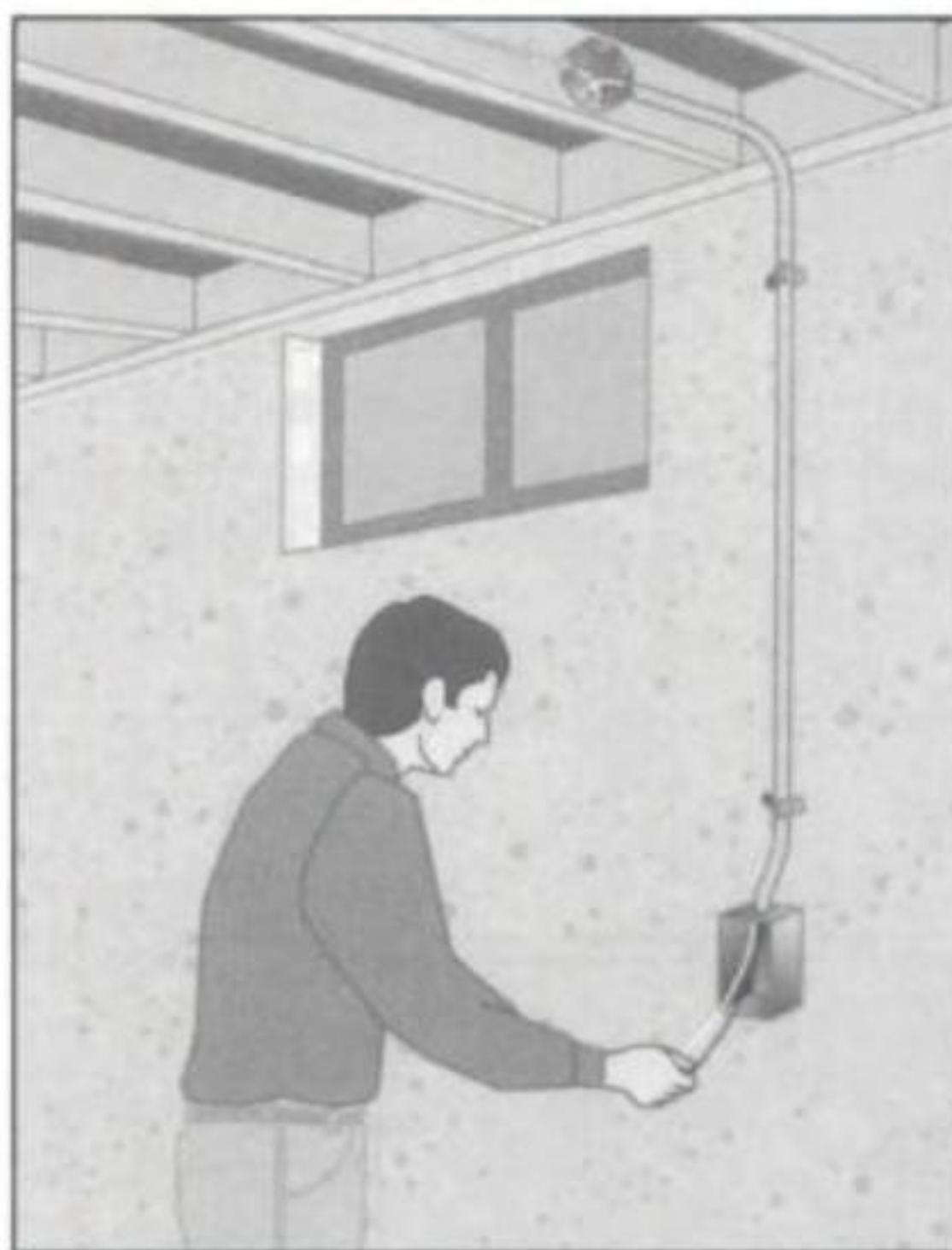
- ① Marcar dónde se requieren las cajas sobre el muro o pared.
- ② Marcar y retirar el aplanado hasta que se indique correctamente la localización de la caja.
- ③ Centrar la caja sobre la pared.
- ④ Perforar el sitio donde se instalará la caja, para dar espacio a su localización.

Cuando se trata de instalar cajas en techos, el procedimiento es el siguiente:

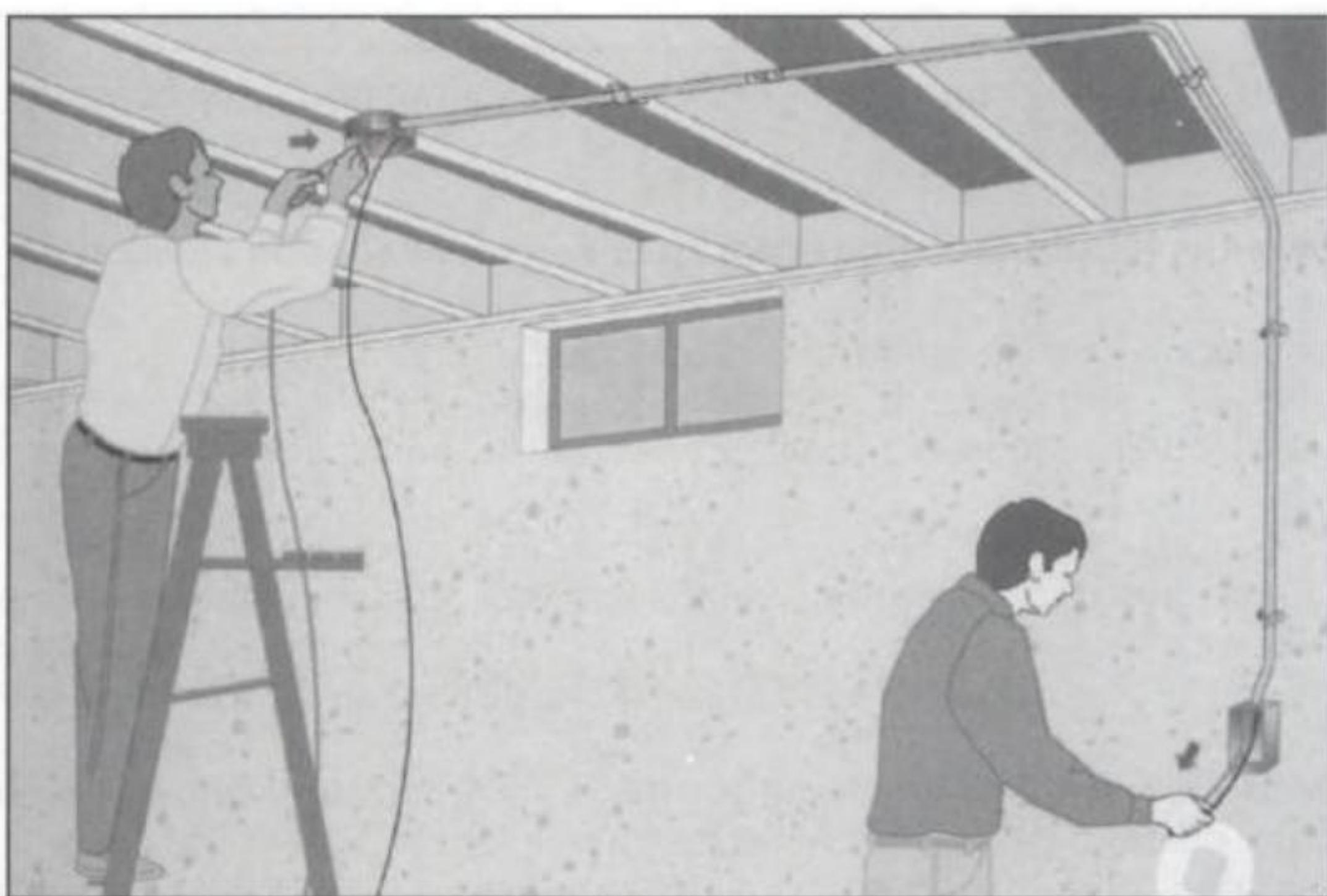
En los techos, las cajas usadas son redondas u octagonales, y se deben colocar entre los soportes, de manera que queden justo alineadas con el techo.

- ① Colocar, después de haber hecho la perforación, la caja en el techo, asegurándose de que está entre los soportes.
- ② Afinar el borde de la perforación para que asiente bien la caja.
- ③ Generalmente, los soportes son ajustables, de manera que permitan nivelar la caja.

El cableado. A menos que se siga una trayectoria que vaya de la planta baja al primer piso, generalmente es más fácil cablear de la salida más distante hacia el tablero, generalmente se usa una guía y también hilo de pescar. Algunos de los casos más comunes de alambrado para ampliación o modificación de instalaciones se describen a continuación:



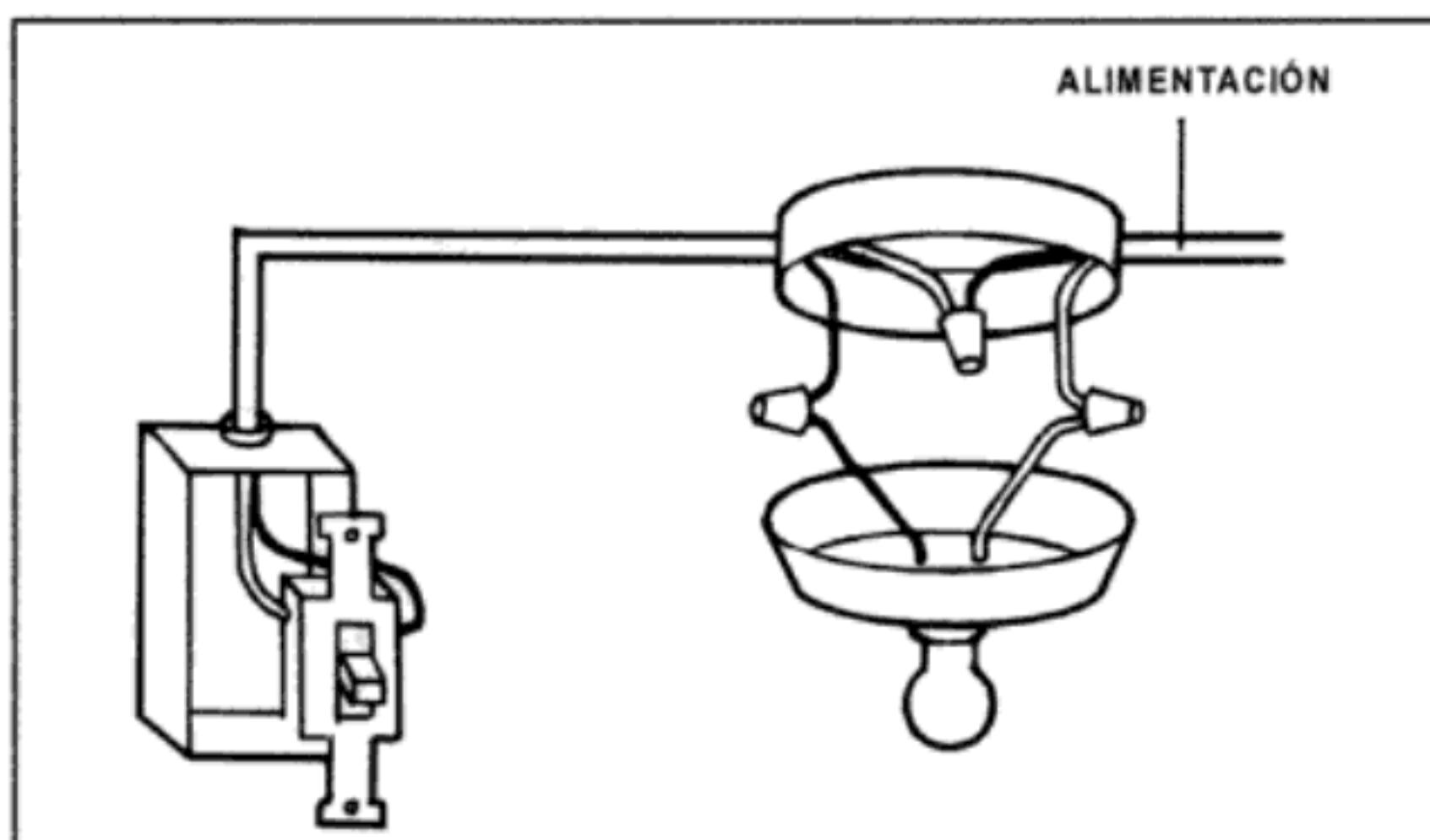
EN TRAYECTORIAS CORTAS SE ALAMBRA
A MANO EMPUJANDO EL CONDUCTOR.



ALAMBRADO CON UNA GUIA

APAGADOR DE PARED CONTROLANDO UNA LÁMPARA EN EL PUNTO MEDIO DE LA TRAYECTORIA.

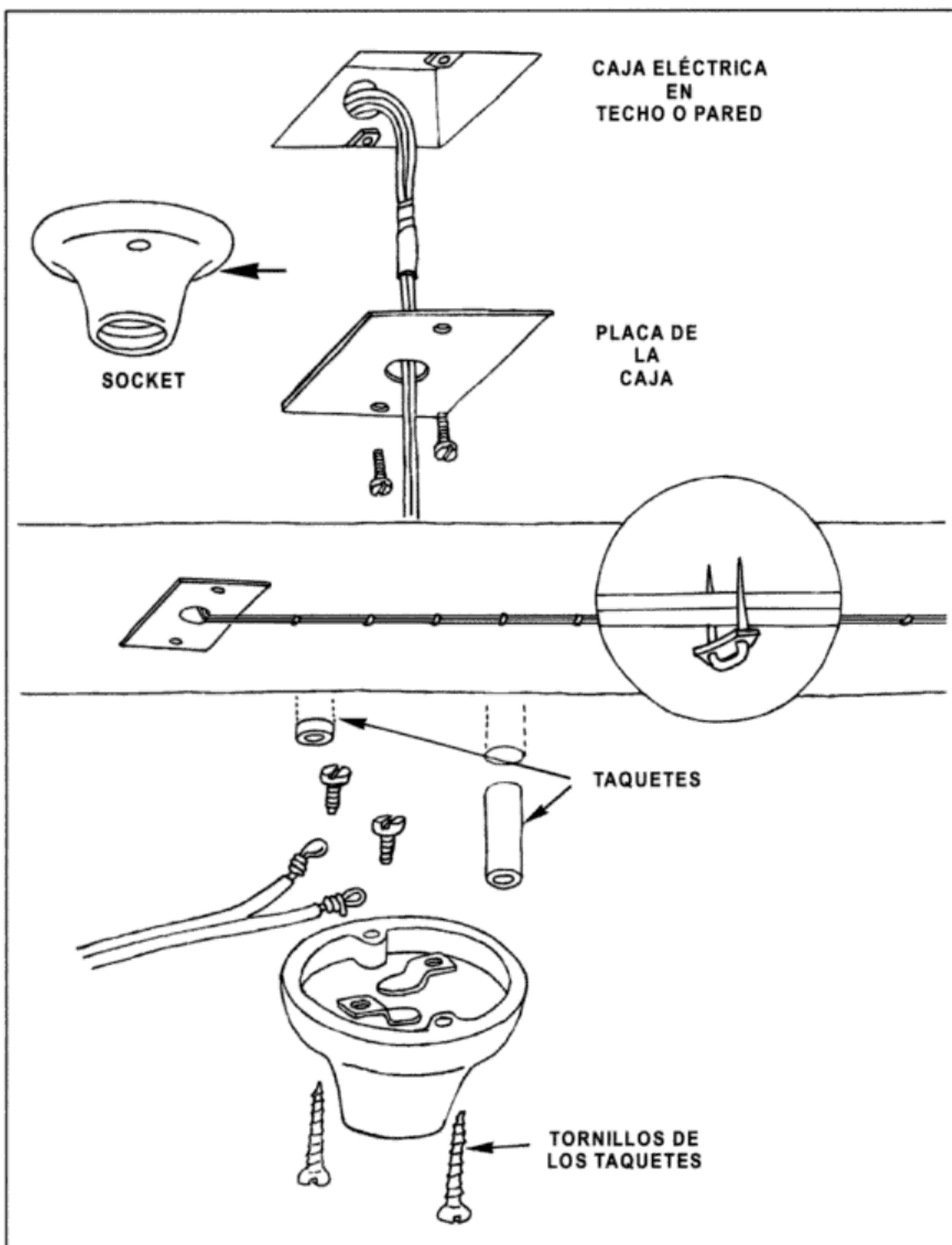
En el punto medio de la trayectoria hay al menos dos cables entrando a la caja de la luminaria. Todos los conductores blancos se deben conectar al conductor blanco de la luminaria. Los conductores negros de los cables están conectados al alambre blanco del apagador. El conductor negro que viene del apagador se conecta al conductor negro de la luminaria.

**APAGADOR CONTROLANDO UNA LÁMPARA A LA MITAD DE LA TRAYECTORIA****DOS LÁMPARAS (LUMINARIAS) CONTROLADAS POR UN APAGADOR SEPARADO.**

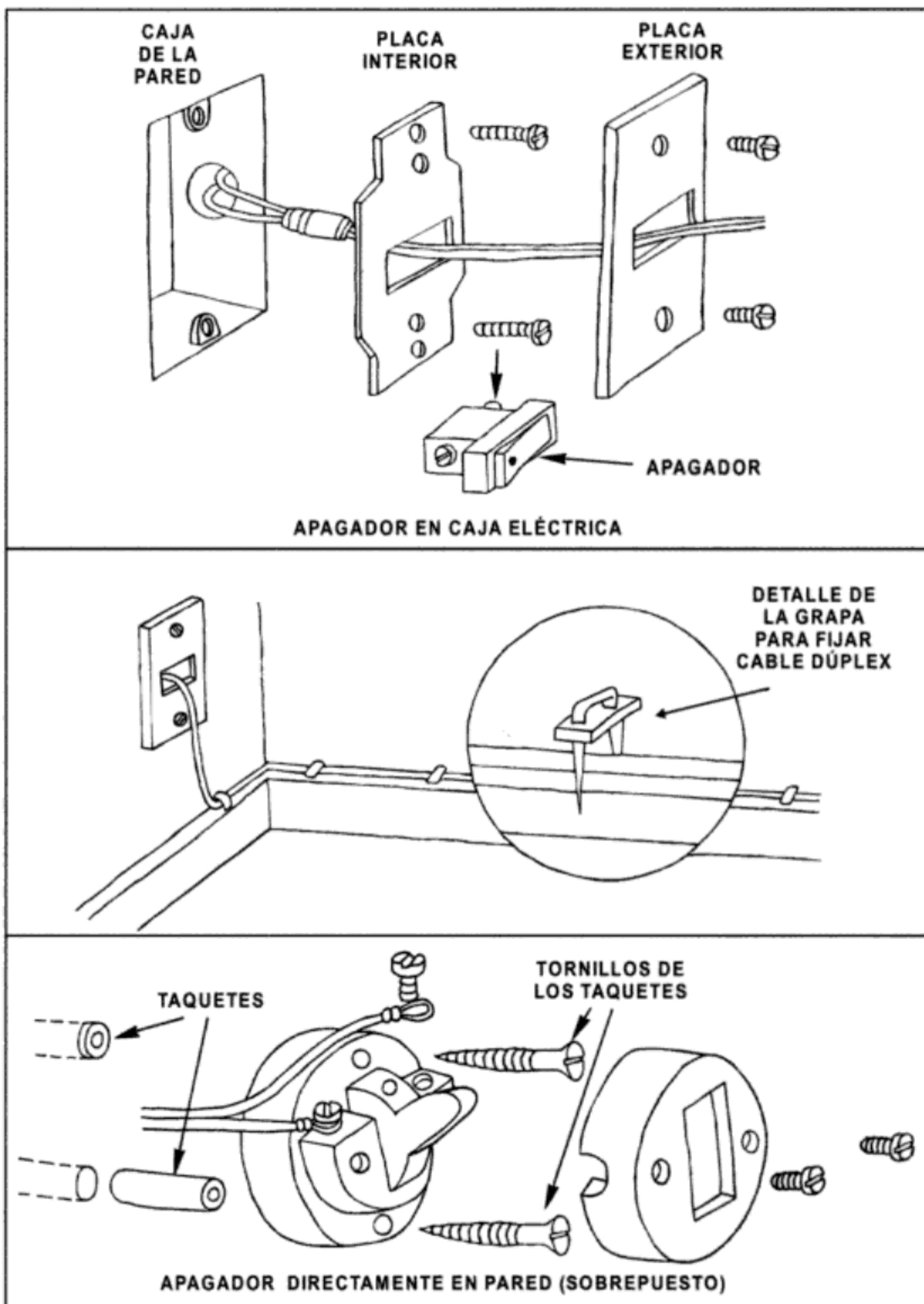
Cuando uno de los apagadores es del tipo cadena y está en una de las luminarias y el otro apagador es del tipo pared, se necesita una sección de cable de tres conductores para conectar el apagador de pared con la lámpara.

La luminaria que tiene su propio apagador (tipo cadena) tiene sus alambres negro y blanco conectados a los alambres blanco y negro en el cable, ya sea que esté en el punto medio o en el extremo de la trayectoria del cable.

La lámpara con el apagador de pared tiene su propia fuente de alimentación en la caja del apagador. El cable de fuerza entra a la caja del apagador, donde el conductor blanco se conecta al negro. La línea blanca se conecta al conductor blanco de un cable de tres conductores que de la salida de la



CAMBIO DE POSICIÓN DE UNA SALIDA PARA LÁMPARA INCANDESCENTE USANDO CONDUCTOR DÚPLEX

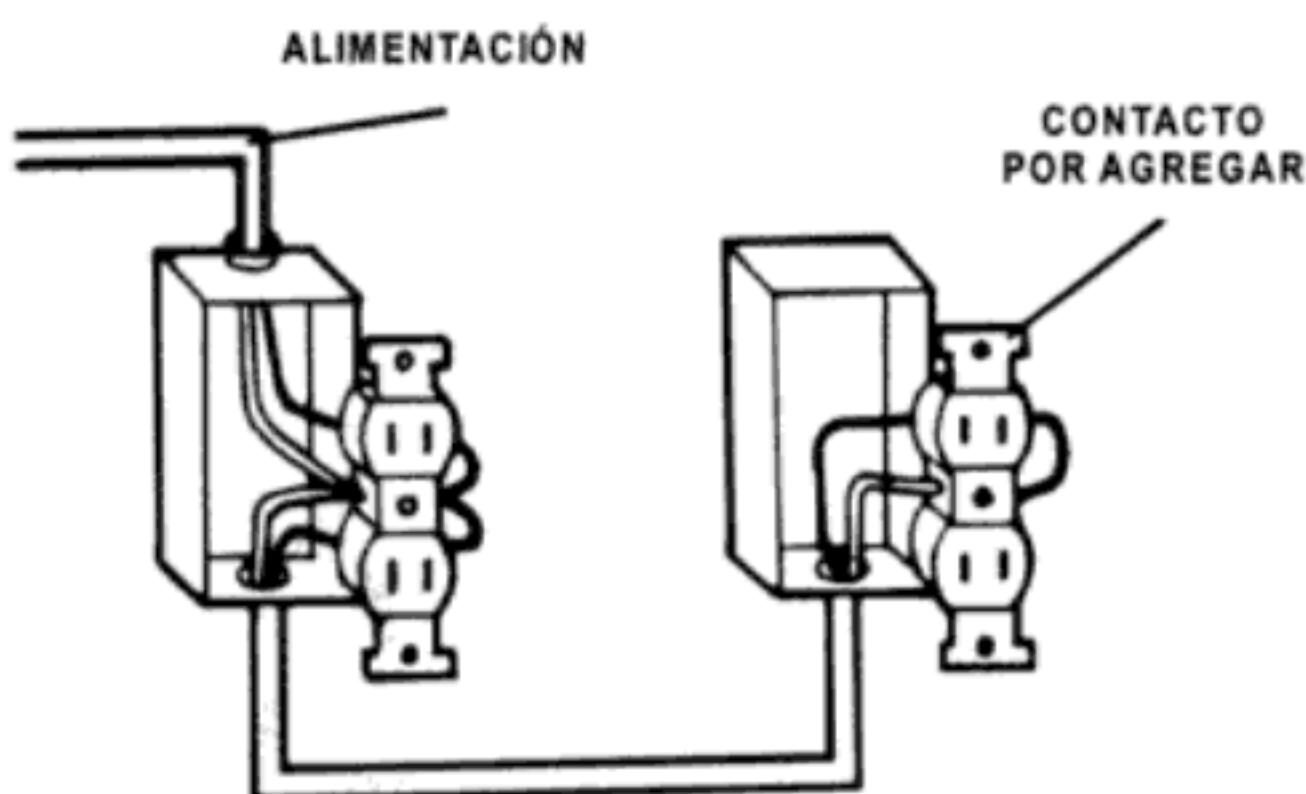


INSTALACIÓN DE UN APAGADOR USANDO CONDUCTOR DÚPLEX



4.11.1 AGREGANDO UNA SALIDA PARA CONTACTO A OTRO CONTACTO EXISTENTE.

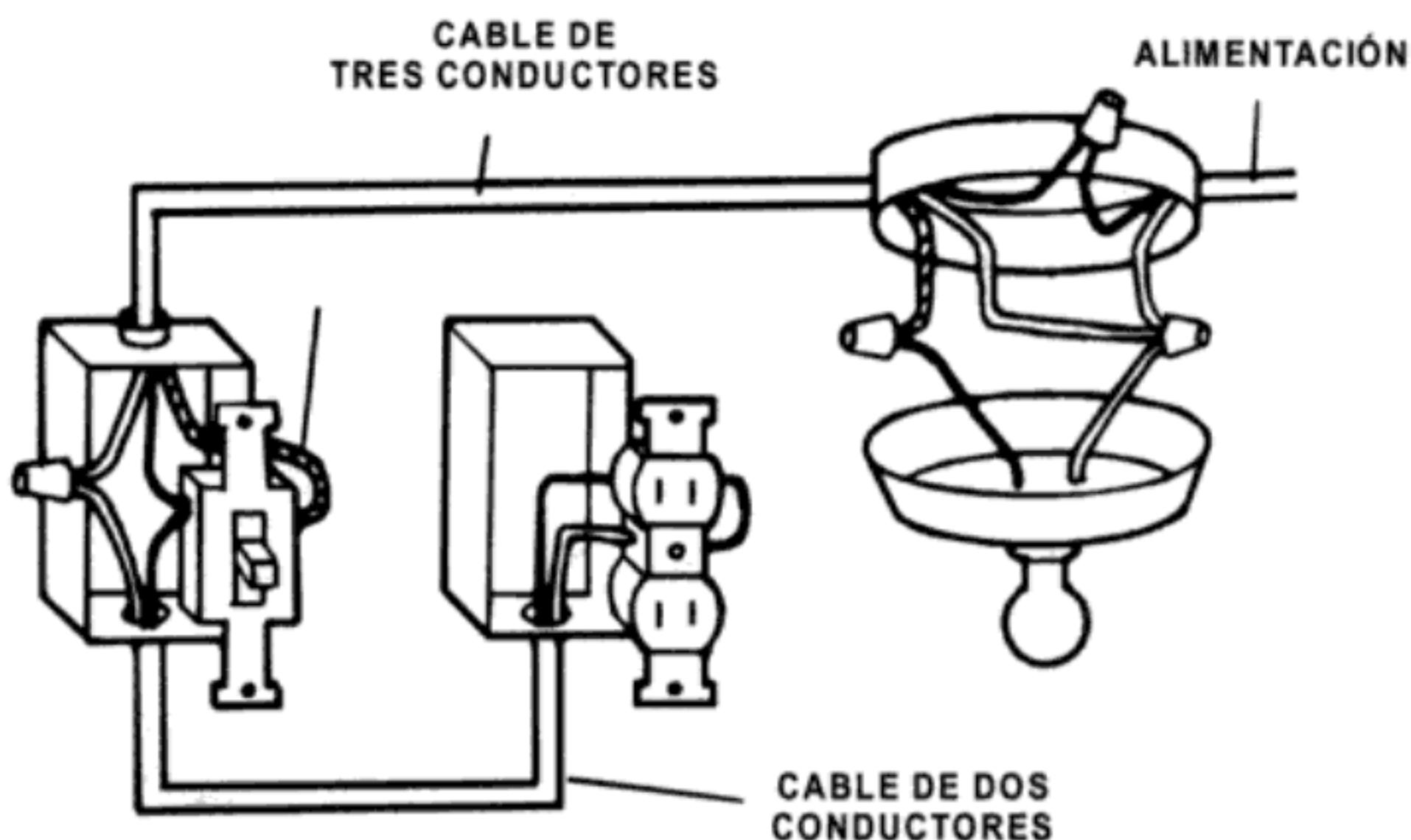
Los contactos dobles tienen dos terminales de bronce y dos terminales plateadas. La alimentación (circuito derivado) está conectada ya sea a la parte superior o inferior del grupo de terminales (el conductor negro a los tornillos de bronce y el conductor blanco al plateado) en la caja vieja. El cable a la salida que se está agregando está conectado al segundo grupo de terminales y a la parte superior o inferior del grupo de terminales en el contacto nuevo.



4.11.2 AGREGANDO UN APAGADOR Y UN CONTACTO DOBLE AL CIRCUITO DE UNA LUMINARIA EXISTENTE.

El contacto debe de operar en forma independiente del apagador de pared, de manera que se pueda usar aún cuando la lámpara se apague. Para lograr esto, se necesita de un cable de tres conductores (o tres conductores independientes) entre la luminaria y el apagador.

El conductor blanco del cable de tres conductores se conecta al conductor blanco de la alimentación y a la luminaria. Uno de los alambres vivos del cable de tres conductores está conectado al conductor negro en la luminaria.



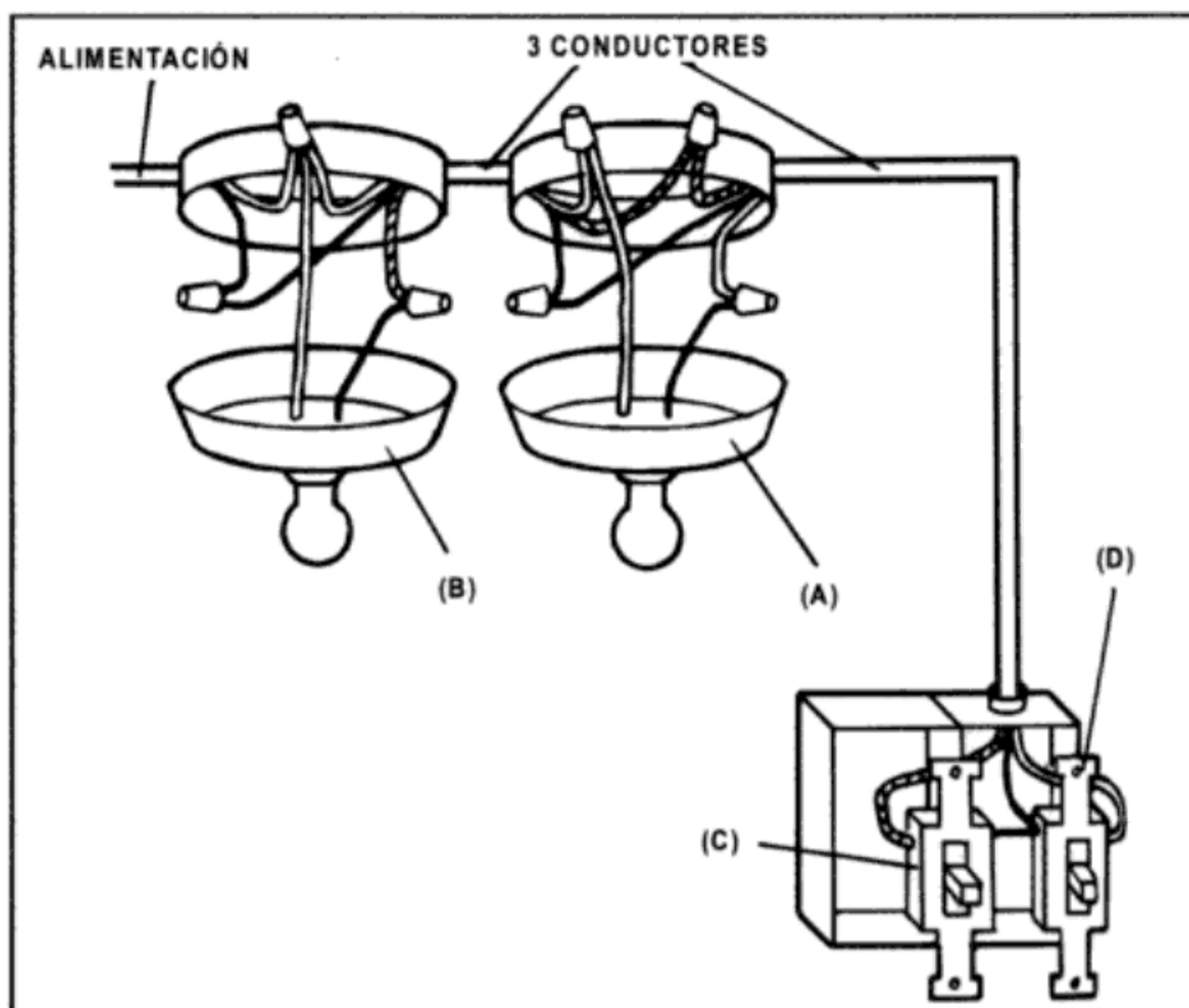
4.11.3 CONTROL DE UNA LUMINARIA ENTRE DOS APAGADORES

Los dos apagadores están conectados a la luminaria con cables de tres conductores (o bien tres conductores independientes). Los tres conductores en cada caja del apagador están todos conectados al apagador.

En la caja de la luminaria hay dos conductores rojos que vienen de los apagadores y están conectados. Los alambres blancos que vienen del cable con tres conductores están también conectados, pero en forma separada, del conductor blanco en el cable de alimentación y en la luminaria. El conductor negro que viene de la alimentación está conectado al conductor negro en uno de los apagadores (A) y el conductor negro de la luminaria está conectado al conductor negro del otro apagador (B).

al conductor blanco en la salida del cable de tres conductores saliendo hacia el apagador.

En la caja del apagador, el conductor rojo se fija al apagador (C) y el conductor blanco se conecta al apagador (D).



LUMINARIAS SEPARADAS CONTROLADAS POR DISTINTOS APAGADORES EN LA MISMA CAJA



4.11.5 CONTROLANDO UNA LUMINARIA O LÁMPARA CON APAGADORES DE TRES Y DE CUATRO VÍAS

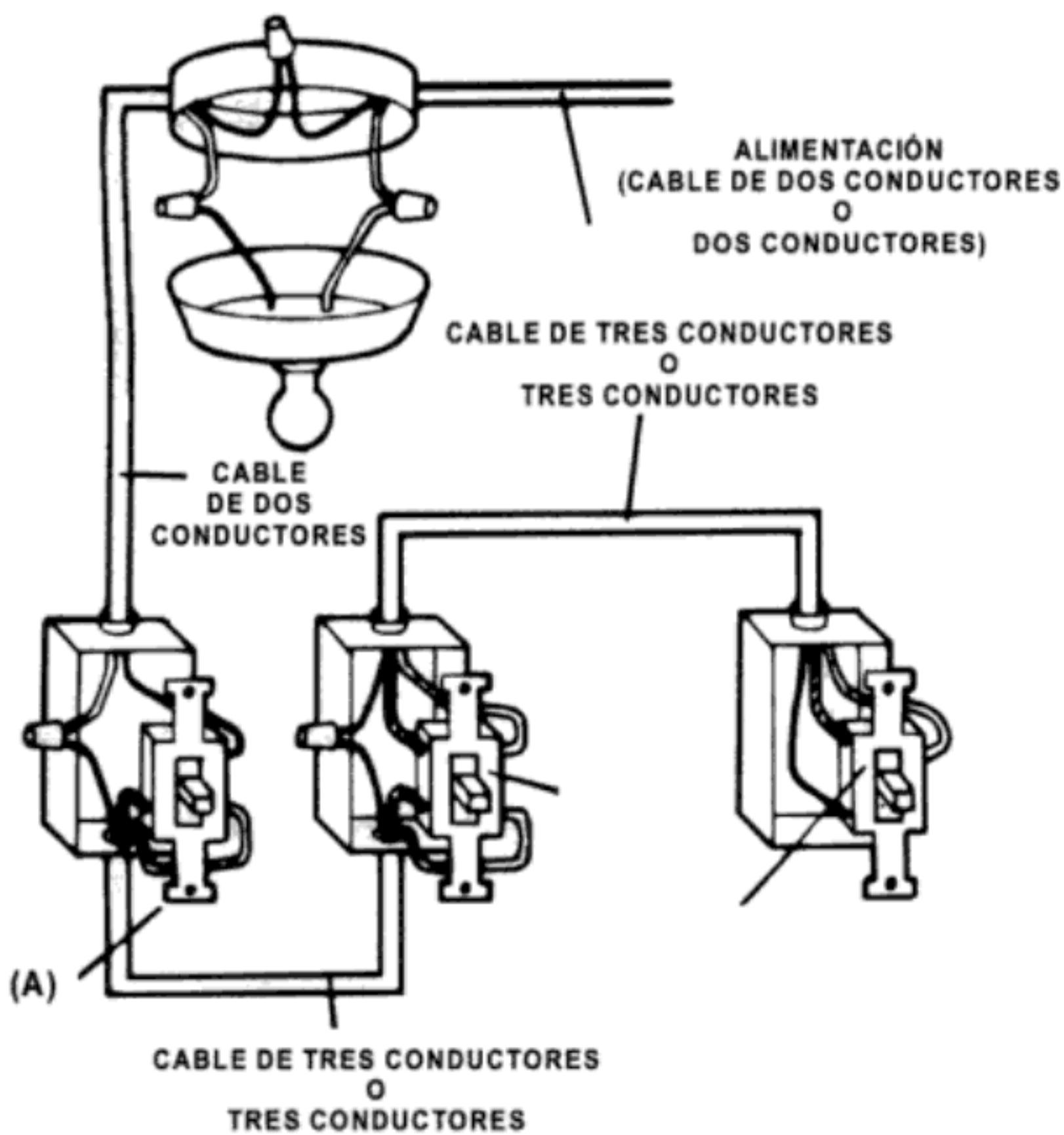
Se pueden controlar el alumbrado de un área grande, como una estancia por ejemplo, colocando apagadores de tres vías, ya sea al final o en la parte media del área. En cualquier momento que se agregue un apagador entre los dos extremos de un cableado o trayectoria, debe haber un apagador de cuatro vías. Con esta clase de arreglo, la fuente de alimentación llega a la luminaria por medio de dos conductores o un cable con dos conductores, éste conecta también al apagador (A) con la luminaria, pero de éste a todos

los demás apagadores se conecta con el cable de tres conductores. En la caja de la luminaria, el conductor negro que viene del cable se fija al conductor negro del apagador de tres vías (A). Los conductores blancos de la luminaria y el cable están conectados, en tanto que el conductor negro de la luminaria está conectado al alambre blanco que viene del apagador (A).

El alambre blanco que viene del cable con dos conductores está conectado al alambre negro que viene del cable con tres conductores. El alambre negro que viene del cable con dos conductores y los alambres rojo y blanco del cable de tres vías están conectados al apagador (A).

El apagador (B) tiene un cable de tres conductores entrando o saliendo del apagador de tres vías (C). Los conductores negros en los dos cables están conectados mientras que los alambres rojo y blanco de ambos cables están fijos a las terminales del apagador (B).

En el apagador (C) todos los conductores del cable con tres conductores saliendo del apagador (B) están conectados a las terminales.





TÉCNICAS PARA LA LOCALIZACIÓN DE FALLAS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS RESIDENCIALES

5



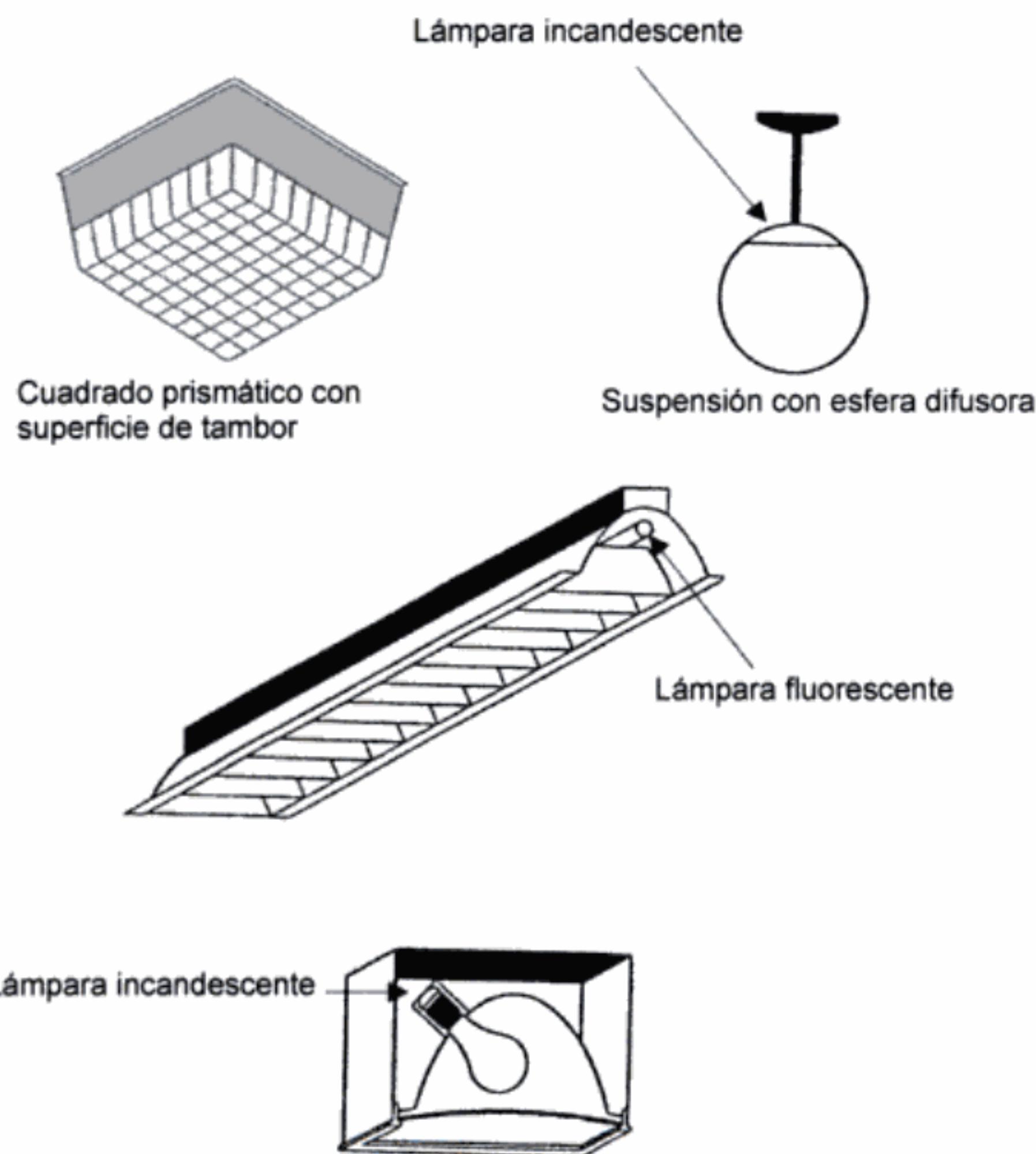
5.1 INTRODUCCIÓN

Para el técnico en instalaciones electromecánicas, además de tener los conocimientos y habilidades para localizar las fallas en las componentes de una instalación, como son transformadores, interruptores, cuchillas desconectadoras, etcétera, debe también estar en posibilidad de identificar fallas en las instalaciones eléctricas de alumbrado y de fuerza.

Generalmente, este procedimiento es relativamente sencillo, pues se pueden aplicar desde simples lámparas de prueba de neón, hasta multímetros o voltampérmetros de gancho.

Las fallas a localizar pueden ir desde determinar el estado en que se encuentra una lámpara y sus accesorios, hasta verificar el estado de partes específicas de la instalación, como los apagadores, las cajas de conexiones, el cableado, etcétera. Para esto, se deben revisar algunos conceptos básicos como son: los principios de las lámparas y sus partes constructivas.

Asimismo, para otras partes de las instalaciones en donde se requiere identificar su estado o condición, es necesario tener una noción de los elementos que las constituyen y su función.



ALGUNOS TIPOS DE LUMINARIAS
USADAS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

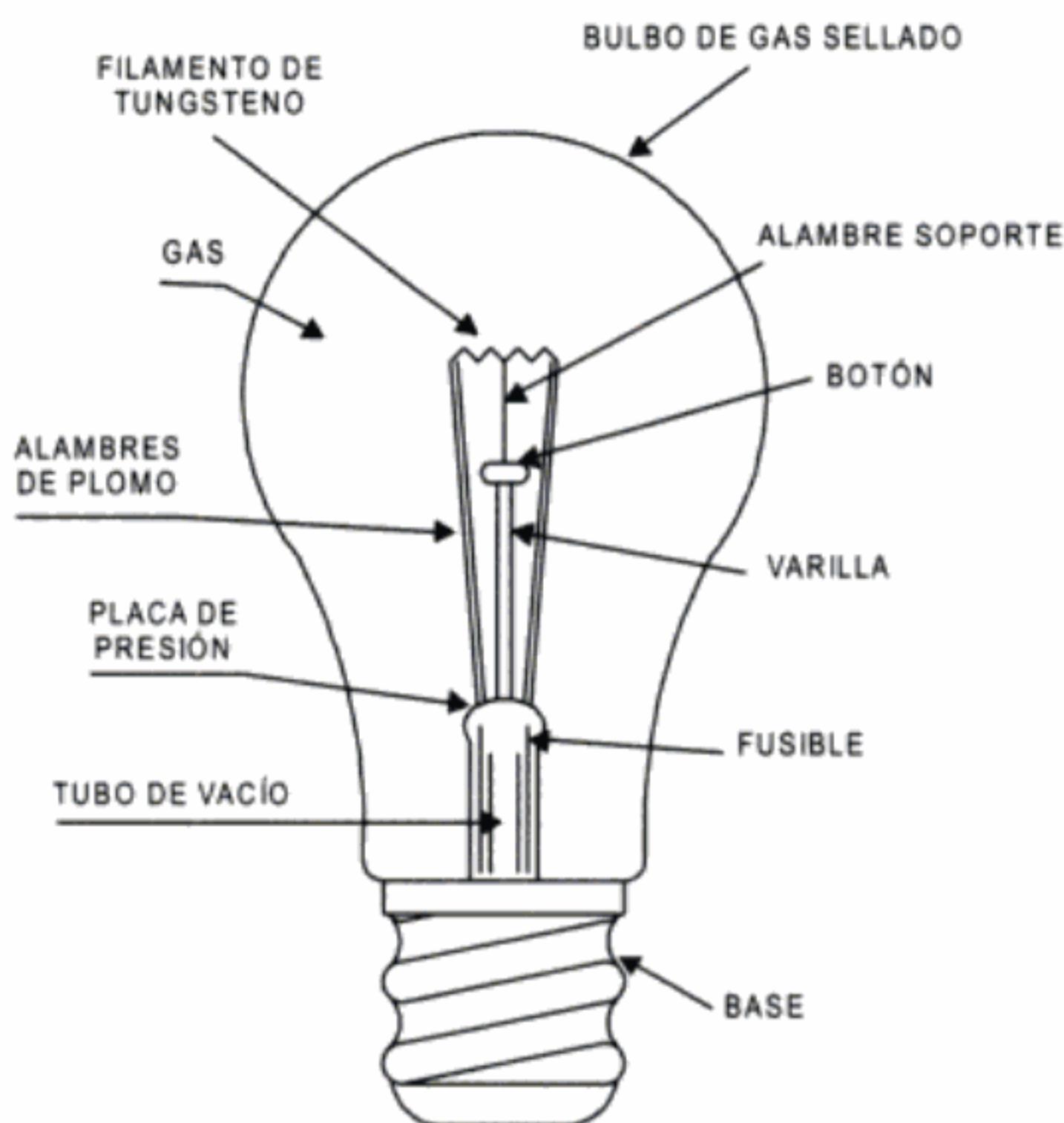


5.2 LÁMPARAS INCANDESCENTES

El principio de funcionamiento de la lámpara incandescente se basa en que un filamento de tungsteno de espiral simple o doble, se lleva hasta la incandescencia con el paso de la corriente eléctrica. Con el objeto de que no se queme el filamento, se encierra en una ampolla o bulbo de vidrio, dentro del cual se hace el vacío o se introduce un gas inerte (argón, criptón, etcétera). Se hace el vacío en las lámparas de potencia pequeñas, en tanto

que el uso del gas inerte lo hace en las lámparas de mediana y gran potencia.

El aire dentro del bulbo se debe remover antes de que sea sellado para prevenir la oxidación del filamento, éste se quema rápidamente cuando el oxígeno está presente. Para incrementar la vida de las lámparas en su interior, se coloca una mezcla de gases (nitrógeno y argón).



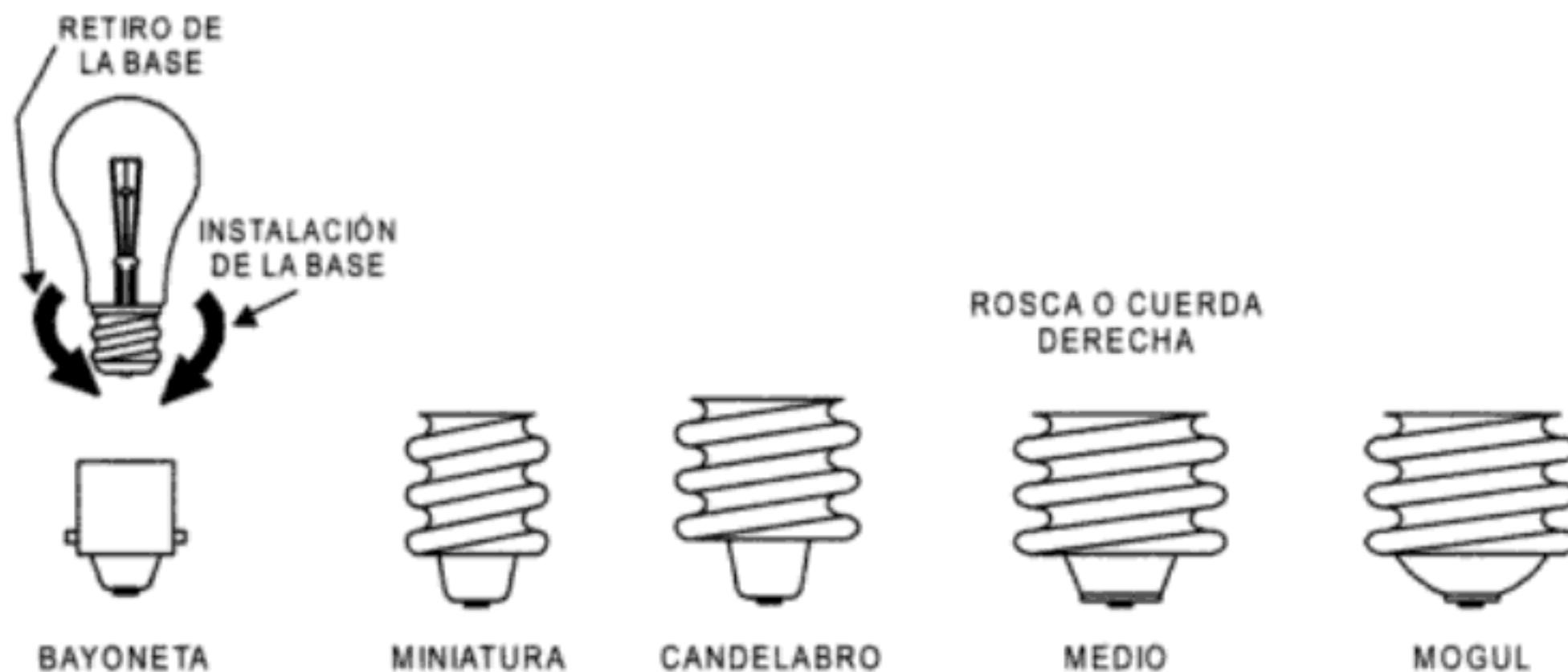
COMPONENTES DE UNA LÁMPARA INCANDESCENTE



5.3 TIPOS DE BASES DE LAS LÁMPARAS INCANDESCENTES

La base de una lámpara incandescente sostiene a la lámpara firmemente en el portalámparas o socket y conecta la alimentación eléctrica desde el exterior hacia el filamento. Los extremos del filamento se llevan a la parte externa de la base. La base simplifica el reemplazo de una lámpara incandescente. La mayoría de las bases para lámparas incandescentes son

roscadas, aún cuando hay algunas lámparas pequeñas que tienen base tipo bayoneta.



5.3.1 LAS FORMAS DE LOS BÚLBOS PARA LÁMPARAS INCANDESCENTES.

Los bulbos para lámparas incandescentes se encuentran disponibles de diferentes formas y tamaños. Las formas de los bulbos están designadas por letras. La forma más común del bulbo es la **tipo A**, que se usa para la mayoría de las aplicaciones residenciales y comerciales en alumbrado interior. Esta forma de bulbo tipo A se encuentra disponible en lámparas de 15 a 200 Watts. Una variación común de la lámpara con bulbo A es el bulbo **tipo Pera** con cuello largo (PS), que se encuentra disponible de 150 a 2000 Watts. Este tipo de lámpara tiene su uso frecuente en escuelas, comercios, industrias y algún alumbrado de calles.

Otros bulbos se usan con fines decorativos para aplicaciones de propósitos especiales. El **tipo C** está diseñado para soportar vibraciones moderadas y se usa en secadoras, lavadoras y otras máquinas. Los **bulbos B, F y G** se usan para fines decorativos y son de baja potencia. El bulbo tipo R se usa también para alumbrado decorativo, pero tiene un alto consumo.

DESVENTAJAS DE LAS LÁMPARAS INCANDESCENTES

Baja eficiencia luminosa y, por lo tanto, costo de operación relativamente elevado, elevada producción de calor, elevada brillantez con deslumbramiento relativo, vida media limitada.

TABLA 1
CARACTERÍSTICAS DE LAS LÁMPARAS INCANDESCENTES NORMALES

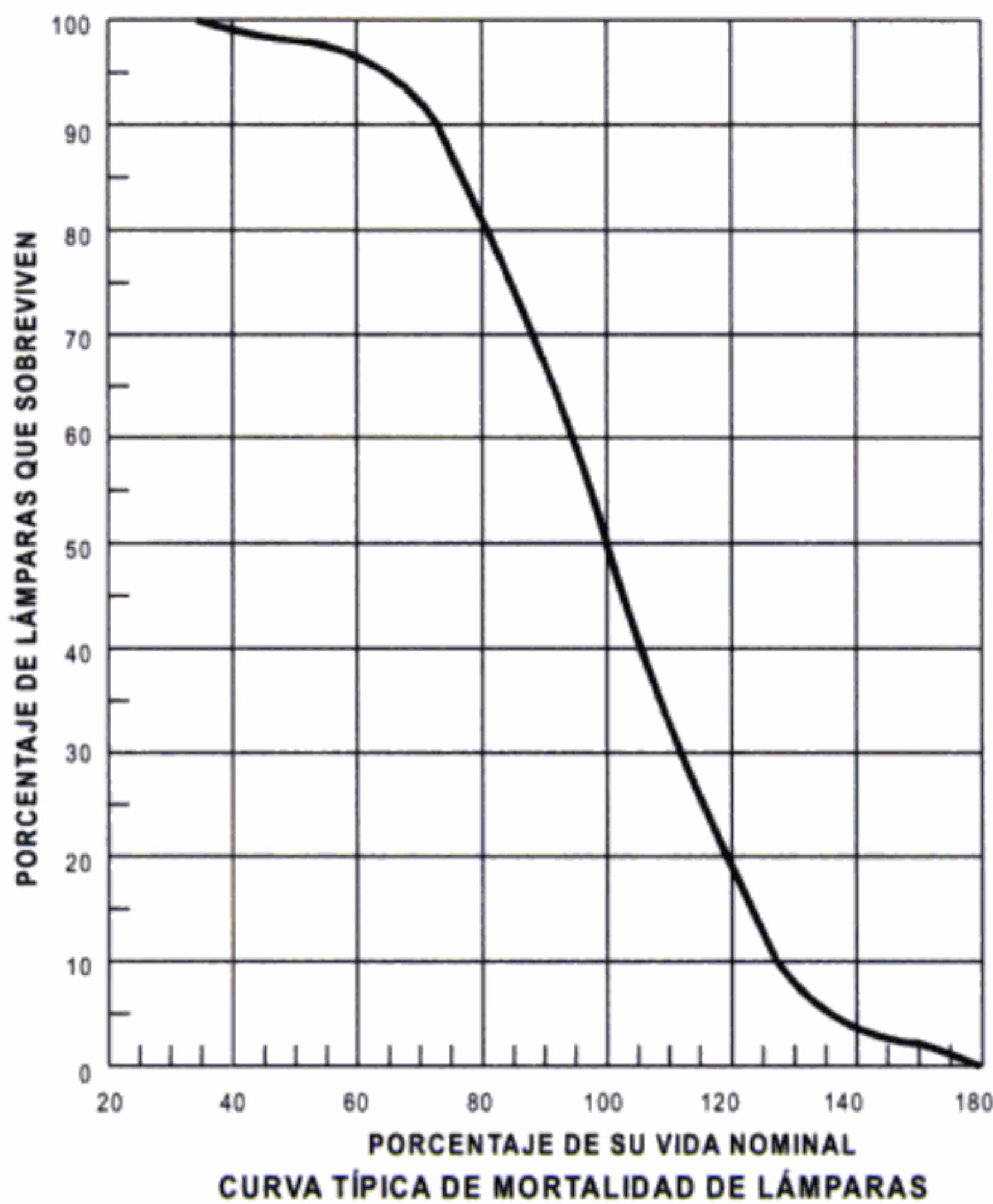
POTENCIA NOMINAL (WATTS)	FLUJO LUMINOSO (LUMEN)		EFICIENCIA LUMINOSA (LUMEN/WATT)	
	127 V	220 V	127 V	220 V
25	220	220	8.8	8.8
40	430	350	10.8	8.8
60	750	630	12.5	10.5
100	1380	1250	13.8	12.5
150	2300	2090	15.4	14.0
200	3200	2920	16.0	14.6
300	4950	4610	16.5	15.3



5.4 LA TASA DE VIDA DE LAS LÁMPARAS INCANDESCENTES

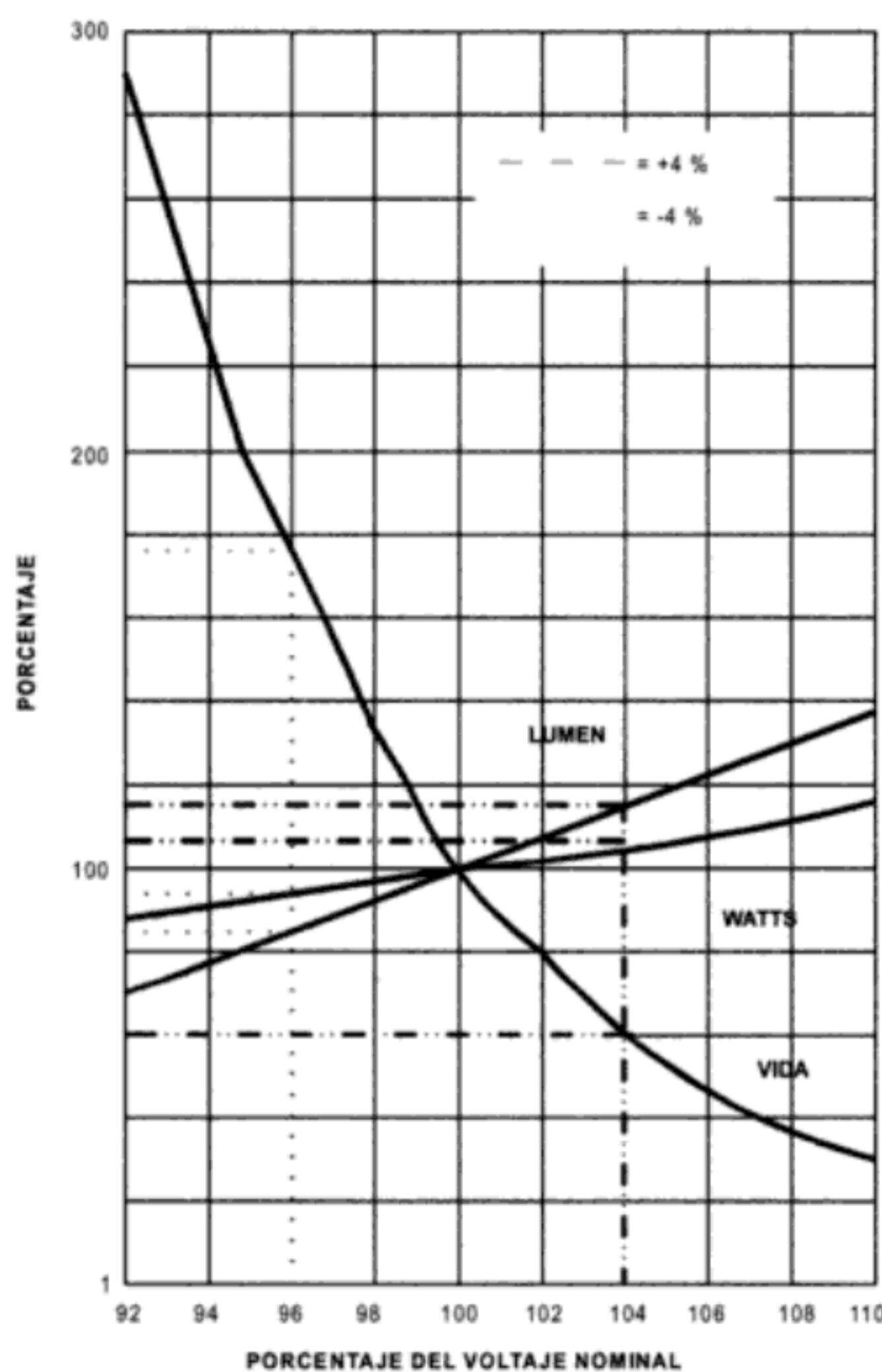
La tasa de vida de una lámpara incandescente se define como el punto en el tiempo durante su vida de operación, en el cual el 50% de las lámparas han fallado.

Este punto se encuentra generalmente en el rango de 750 a 1000 horas para la mayoría de las lámparas incandescentes. En la siguiente figura, se muestra la curva típica de mortalidad para lámparas incandescentes.



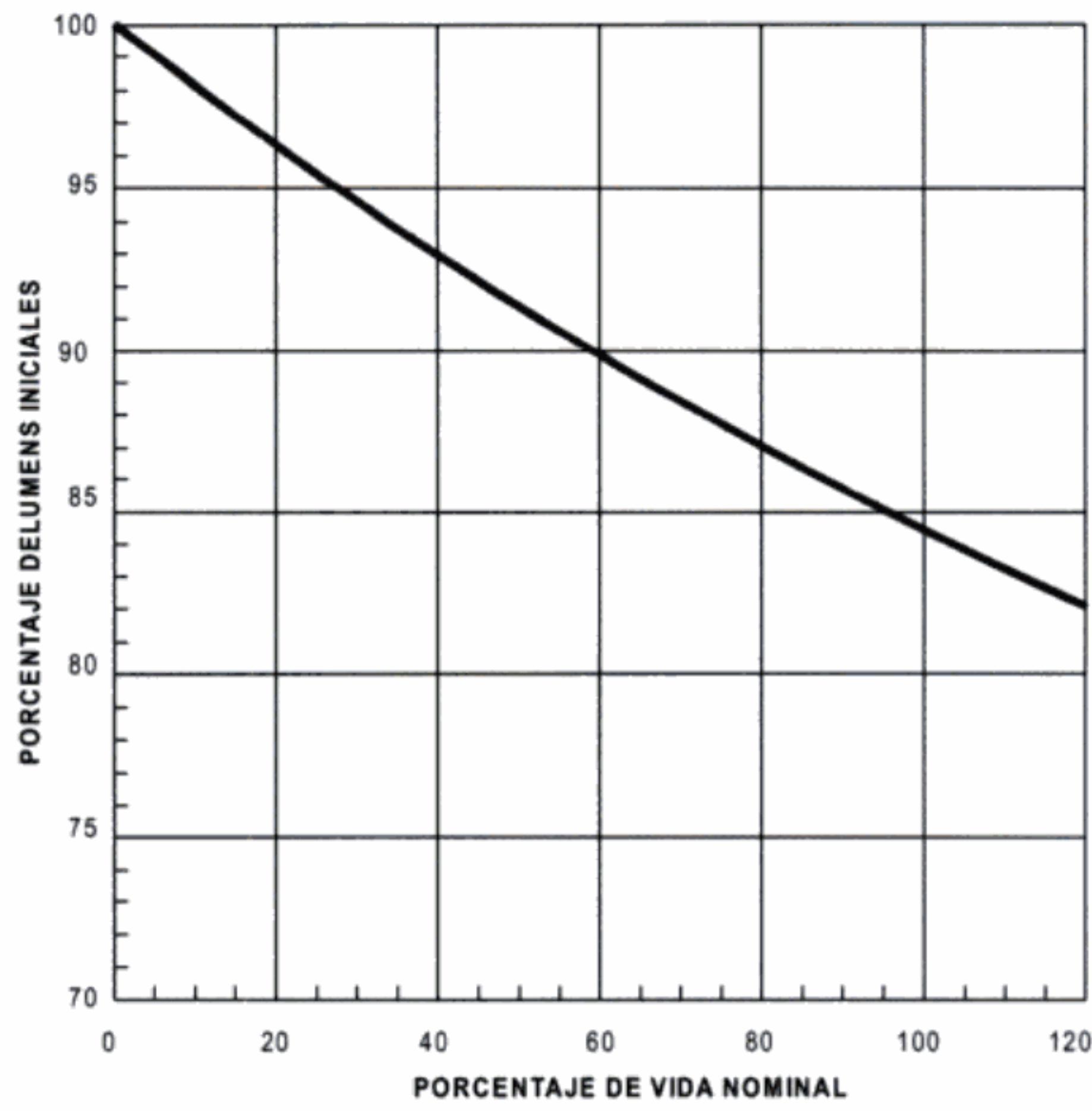
Actualmente, las lámparas incandescentes representan la forma más simple de alumbrado usada. No requiere de equipo auxiliar como balastras para su operación. Cuando la lámpara se funde, siempre es reemplazada; sin embargo, un frecuente reemplazo de lámparas se puede deber al uso inadecuado o incorrecto de una lámpara o a problemas con el voltaje. Las lámparas incandescentes están especificadas con base a su voltaje y su potencia. El voltaje nominal es el valor de voltaje máximo que se puede aplicar a la lámpara. ***"Todas las lámparas incandescentes deben operar tan cercanas a su voltaje nominal como sea posible"***. Cuando las lámparas operan a su voltaje nominal, lo hacen a su máxima eficiencia y condición de vida. Si se aumenta el voltaje aplicado, se aumenta la salida (brillantez) de la lámpara y su vida se reduce.

Todas las lámparas incandescentes producen menos iluminación en la medida que el voltaje se reduce, esto se puede observar cuando los aparatos grandes consumidores de energía, como por ejemplo hornos, están conectados al mismo circuito de las lámparas.



CARACTERÍSTICAS DE LAS LÁMPARAS INCANDESCENTES

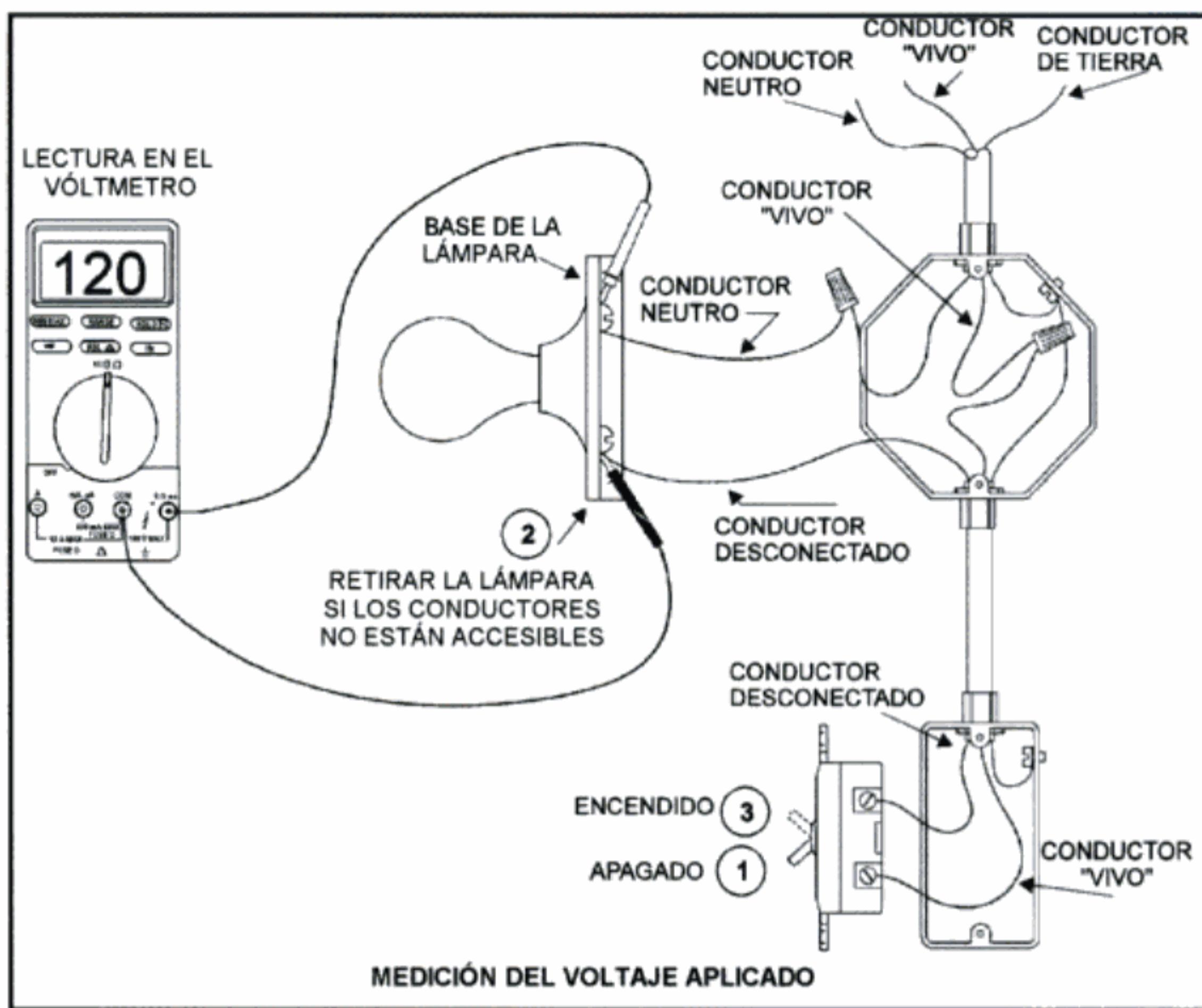
Por ejemplo, una lámpara que opera a 120 V, si opera a 125 V (+4%) produce aproximadamente 15% más lumens, usa 7% más watts y reduce la vida de la lámpara 40%. Si la misma lámpara de 120 V opera a 115 V (-4%) produce aproximadamente 15% menos lumens, usa 7% menos watts y aumenta la vida de la lámpara en un 70%.



5.5 LAS PRUEBAS EN LAS LÁMPARAS INCANDESCENTES

Cuando una lámpara incandescente se retira del circuito se puede probar para continuidad, de acuerdo al siguiente procedimiento:

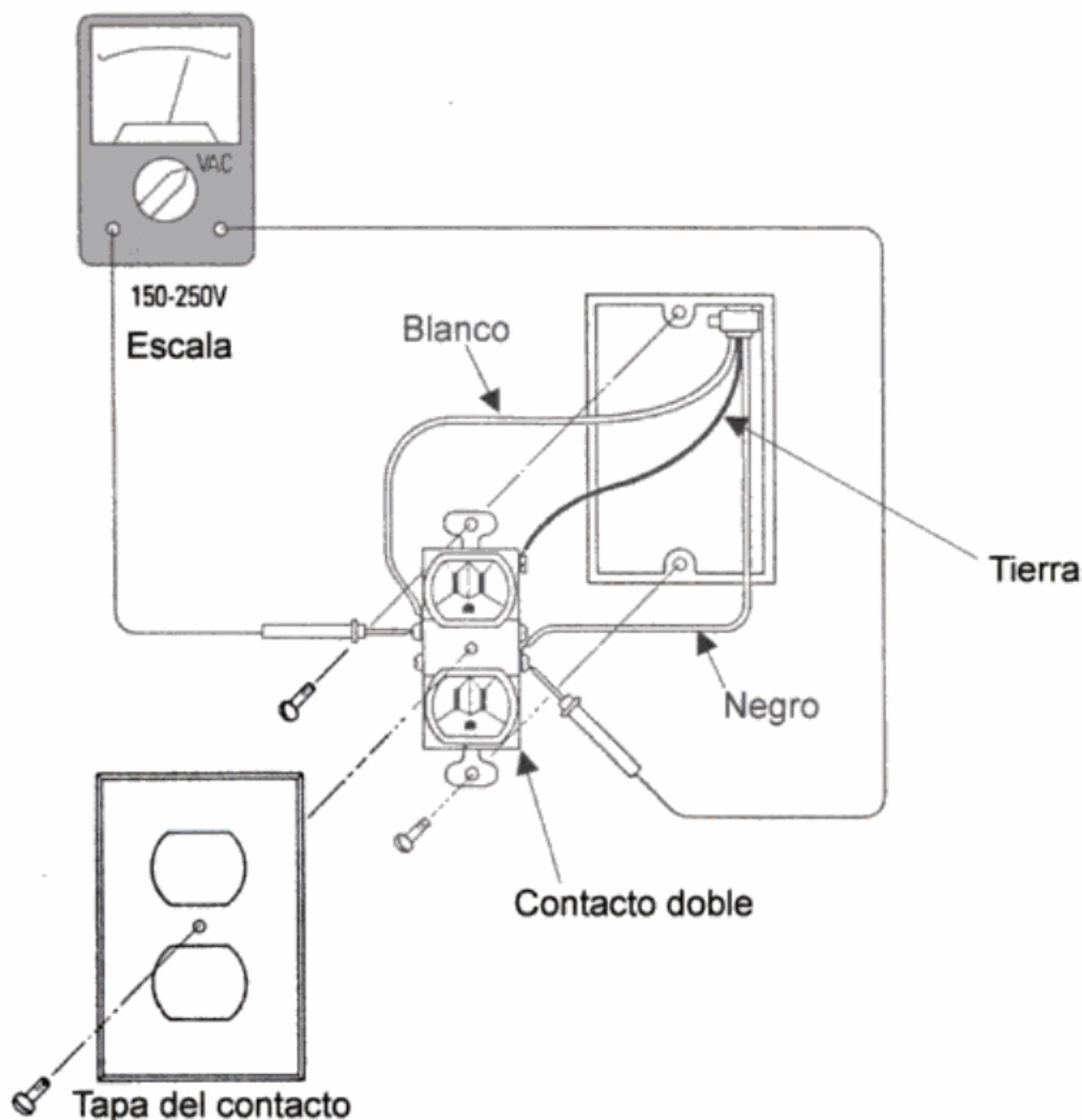
- ① Ajustar el instrumento de medición (multímetro en el valor más bajo de la escala).
- ② Conectar las puntas de prueba o terminales del medidor en la parte central y base de la base rosada respectivamente. La polaridad de las puntas de prueba no es importante. Una lectura



Para medir el voltaje aplicado a una lámpara, se procede como sigue:

- ① Se apaga la lámpara.
- ② Se retira la lámpara de su base (socket), en caso de que los conductores no estén accesibles.
- ③ Encender la lámpara.
- ④ Ajustar el voltímetro en la escala correcta, de acuerdo al valor esperado a medir y conectarlo a la base (socket) de la lámpara.

Vóltmetro de C.A.



MEDICIÓN DEL VOLTAJE EN UN CONTACTO



5.7 LÁMPARAS INCANDESCENTES CON HALÓGENOS

Constituyen un tipo particular de lámparas incandescentes, ya que se les introduce una pequeña cantidad de halógeno (generalmente sodio), de manera que se da lugar a un proceso que incide sobre el filamento. Con esto se tiene un menor decaimiento luminoso, una mayor eficiencia luminosa y también una menor dimensión del bulbo (que se construye por lo general de cuarzo).

Su gama de potencia en fabricación es de 15 a 1500 Watts, y se usan en aplicaciones especiales como son: la iluminación de monumentos, de campos deportivos, para fotografía cinematográfica o de televisión.

TABLA 2
CARACTERÍSTICAS DE LÁMPARAS EN HALÓGENO

POTENCIA (WATTS)	FLUJO LUMINOSO (LUMENS)	EFICIENCIA LUMEN/WATT	VOLTAJE DE OPERACIÓN (VOLTS)
50	850	17.0	12
100	2000	20.0	24
150	2500	16.7	220
250	4200	16.8	220
500	9500	19.0	220
1000	22000	22.0	220
1500	33000	22.0	220
2000	44000	22.0	220

Las lámparas de tungsteno-halógeno son usadas también para alumbrado tipo desplegado, para alumbrado exterior, maquinarias de fotocopiado debido a que producen una gran cantidad de luz instantáneamente. Su costo de reemplazo es aproximadamente tres veces el de una lámpara incandescente.



5.7.2 LÁMPARAS FLUORESCENTES.

Las lámparas fluorescentes producen la luz debido a que existe una descarga eléctrica que excita el gas (vapor de mercurio y poco de argón) contenido en el tubo, generando una radiación sobre todo en el campo de luz ultravioleta. Tales radiaciones se dirigen hacia la sustancia fluorescente dispuesta en las paredes internas del tubo y se transforma en energía luminosa visible.

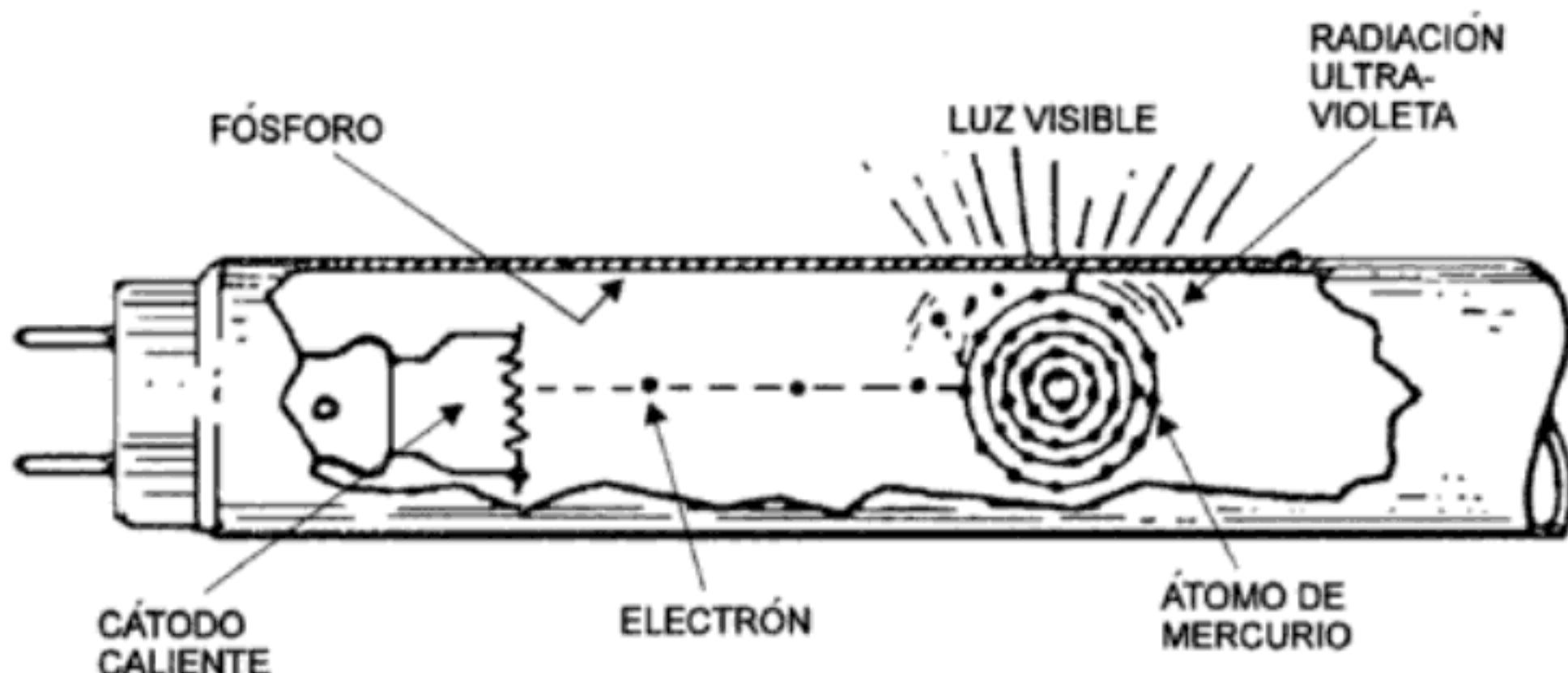
Las lámparas fluorescentes se pueden dividir o clasificar en dos grandes familias:

Lámparas de cátodo caliente y lámparas de cátodo frío. Las primeras, son en general a igualdad de potencia eléctrica más cortas y de mayor diámetro, y tienen una eficiencia más alta. Las lámparas de cátodo frío, son más largas y delgadas y pueden adoptar una gran variedad de formas, y tienen también una duración mayor que las lámparas de cátodo caliente. Sirven sobre todo para aplicaciones especiales, como por ejemplo letreros luminosos.

Las más usadas de este tipo de lámparas, son las de cátodo caliente, ya sea para usos comerciales o en oficinas.

Las lámparas fluorescentes se diferencian de las incandescentes en que éstas sólo requieren de un portalámparas mientras que las fluorescentes necesitan más aparatos o dispositivos auxiliares en su circuito de alimentación.

Esencialmente la lámpara es un bulbo tubular revestido y evacuado que contiene una pequeña cantidad de mercurio y de gas inerte. Un electrodo especialmente tratado denominado "cátodo caliente", va sellado en ambos extremos. En la figura, se muestra la forma en que se genera la luz visible en una lámpara fluorescente de cátodo caliente:



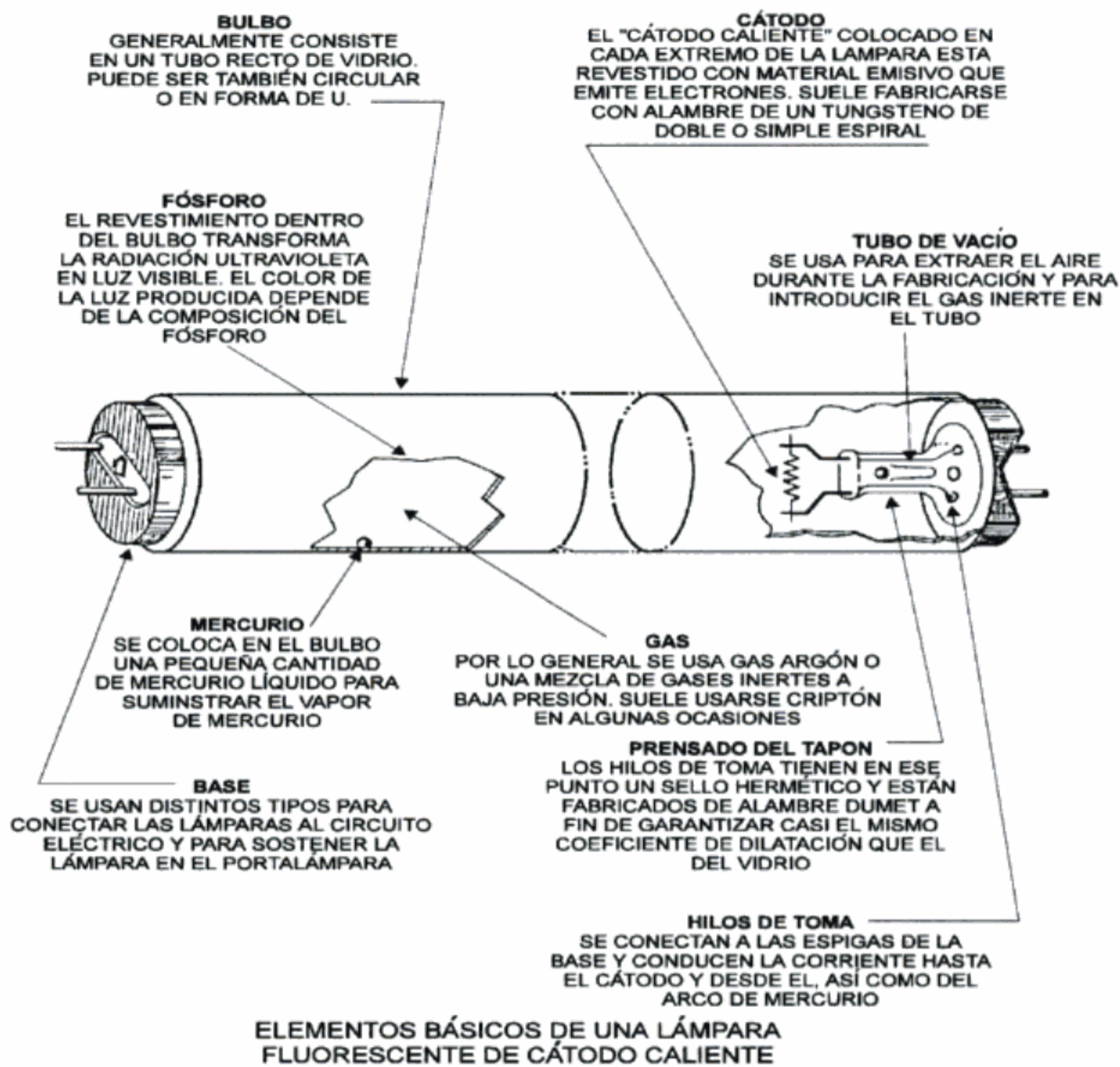
MECANISMO DE OPERACIÓN DE UN TUBO FLUORESCENTE

Al encenderse una lámpara fluorescente, el paso de la corriente eléctrica a través de los electrodos hace que éstos se calienten y liberen electrones del material emisivo con el cual están revestidos. Además de los electrones liberados térmicamente, existen también electrones liberados por la diferencia de potencial entre los electrodos. Esos electrones viajan a altas velocidades, de un electrodo hacia el otro, estableciendo una descarga eléctrica o arco a través del vapor de mercurio.

Un arco de esa naturaleza, encerrado en un tubo de vidrio, tiene ciertas características que varían con la presión del gas y con el voltaje aplicado a los electrodos. La característica más importante es la producción de luz visible y ultravioleta.

La radiación ultravioleta es convertida en luz visible por el fósforo, el cual tiene la propiedad de absorber la energía ultravioleta y de volverla a irradiar a longitudes de onda mayores que se puedan observar con luz visible.

En la figura siguiente, se muestran las partes principales de una lámpara fluorescente de cátodo caliente.



5.7.3 LA CONSTRUCCIÓN DE LA LÁMPARA FLUORESCENTE.

En la figura anterior, se ilustran los componentes básicos de una lámpara típica fluorescente de cátodo caliente. Si bien existen muchos tamaños y diversas formas de lámparas fluorescentes, los tipos que más se usan tienen un bulbo tubular con un electrodo y una base en cada extremo. Adicional al mercurio, el bulbo contiene una pequeña cantidad de gas argón o de una mezcla de gases inertes y lleva un revestimiento de fósforo.

FÓSFOROS DE REVESTIMIENTO INTERIOR

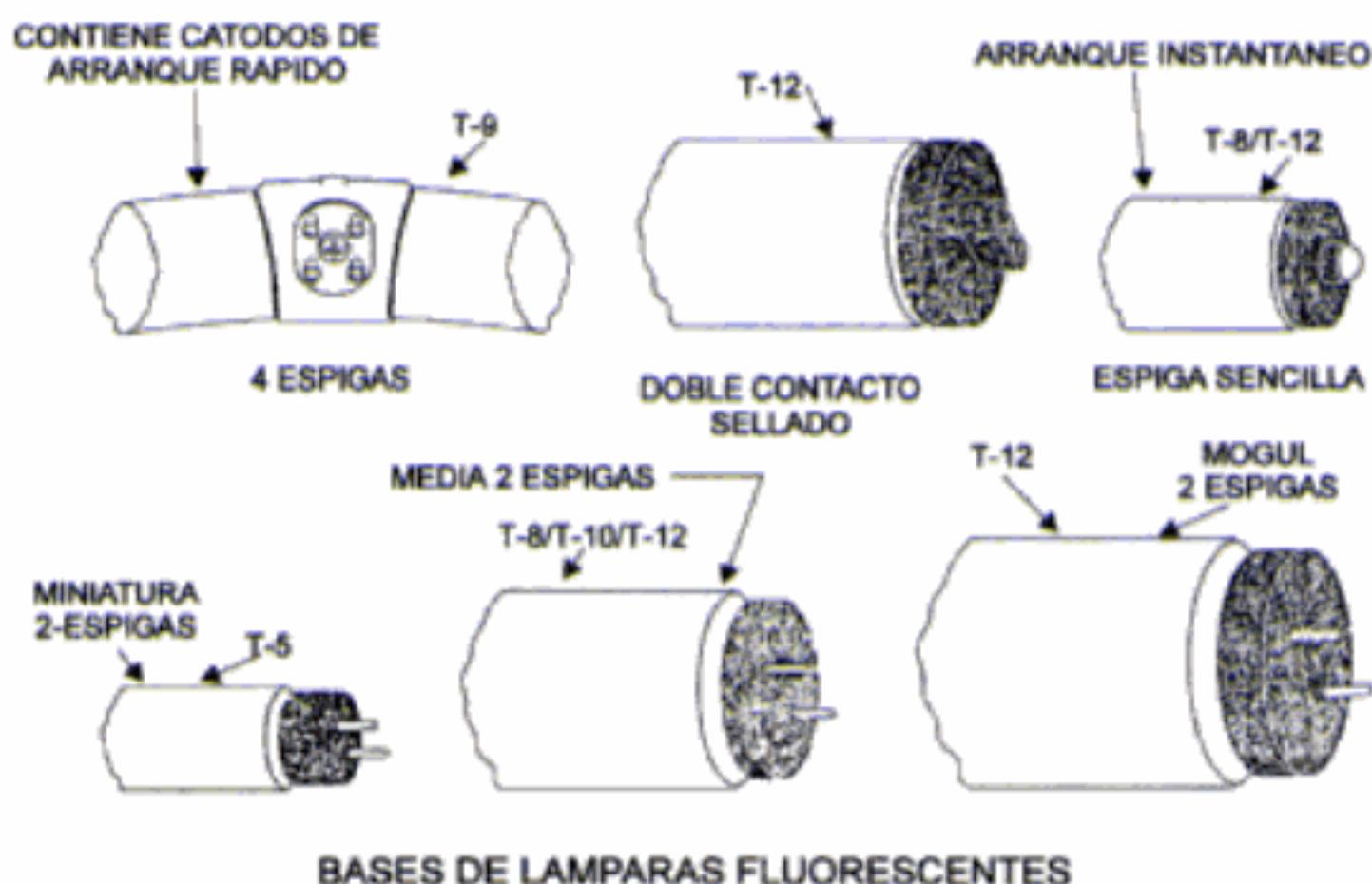
La longitud de una onda o el color de la luz producida por una lámpara fluorescente, depende de la composición química del fósforo utilizado en el revestimiento interno del tubo. Mediante la combinación en proporciones variantes de distintos fósforos es posible producir una amplia variedad de colores. Los colores disponibles en la actualidad incluyen varias tonalidades de blanco, así como de azul, verde, dorado, rosa y rojo. Otras lámparas fluorescentes están diseñadas con fósforos que generan los colores de la luz que son más estimulantes al crecimiento de las plantas. Además, hay otras que tienen un fósforo conocido como 360 BL, el cual produce una radiación casi ultravioleta en la banda de luz negra para activar los materiales fluorescentes y fosforescentes.

BASES USADAS EN LAS LÁMPARAS FLUORESCENTES

Los portalámparas de las lámparas fluorescentes se diseñan para varios tipos de bases de lámparas. La base es usada para soportar una lámpara fluorescente y proporcionar las conexiones eléctricas requeridas. Las lámparas fluorescentes que usan cátodos precalentados o de arranque rápido requieren cuatro contactos eléctricos (espias). Las cuatro conexiones se hacen usando una base de 2 espias en cada extremo.

Los tres tipos estándar de base de 2 espias son: Miniatura de 21 espias, media de 2 espias y mogul de 2 espias. Las lámparas fluorescentes de arranque instantáneo requieren base de 1 espiga en cada extremo.

Cuando se compra una lámpara fluorescente, además de indicar los volts de operación, la potencia en watts y su color, se debe especificar el tipo de base



DE UNA ESPIGA



(SLIMLINE T-6)



(SLIMLINE T-8)



(SLIMLINE T-12)

DE DOS ESPIGAS



(MINIATURA T-5)



(MEDIANA T-8)



(MEDIANA T-12)



(MOGUL T-17)

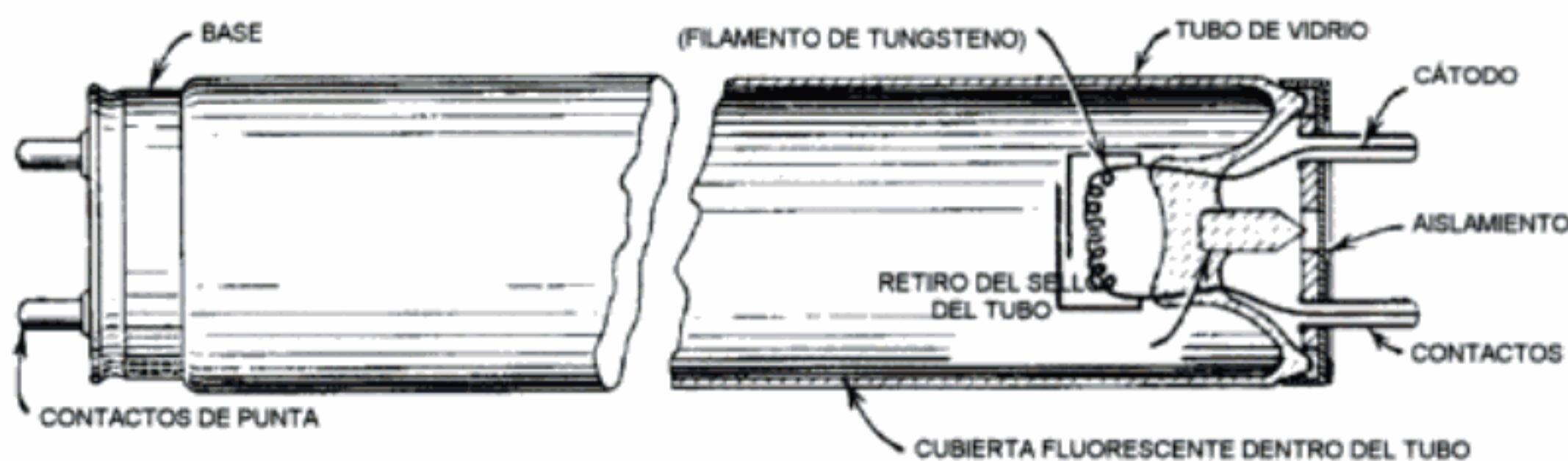
EMBUTIDA DE DOBLE CONTACTO
(T-12)DE 4 ESPIGAS
(CIRCULAR)

BASES Y TIPOS DE LÁMPARAS MÁS COMÚNMENTE USADAS

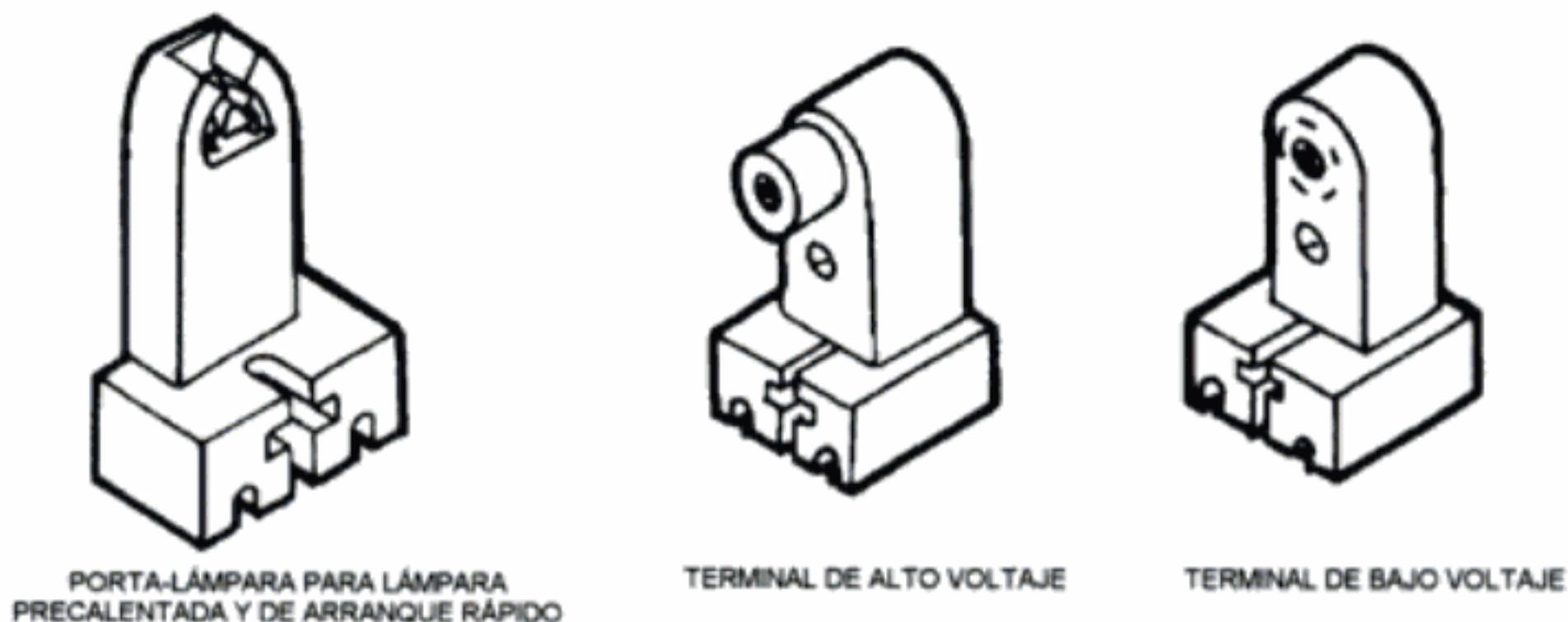
LOS ELECTRODOS DE LAS LÁMPARAS FLUORESCENTES

El electrodo que va en cada uno de los extremos de las lámparas fluorescentes consiste generalmente en un alambre con revestimiento de tungsteno de doble o de triple enrollamiento espiral. Dicho revestimiento, por ser de un material emisivo (bario, estroncio, óxido de calcio), emite electrones cuando se calienta a una temperatura de operación alrededor de 950 °C.

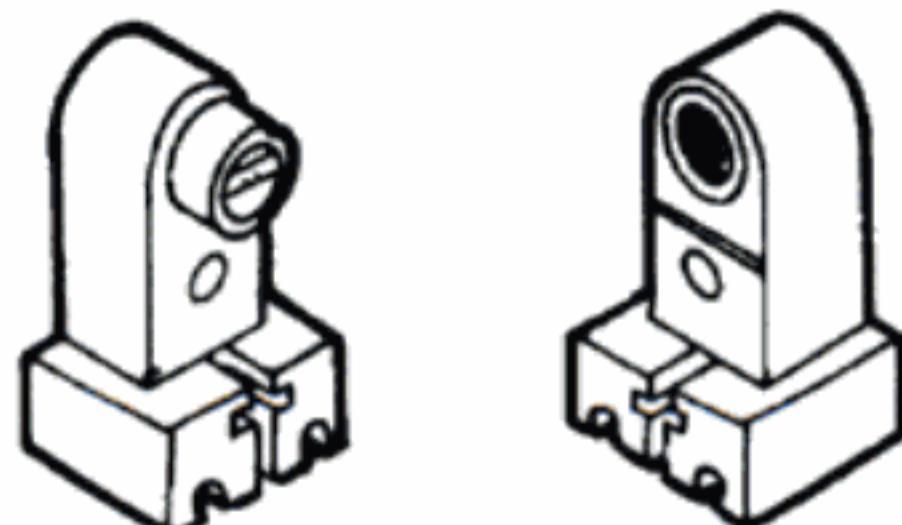
LÁMPARA FLUORESCENTE TÍPICA



TIPOS DE BASE



PORTA-LÁMPARAS



DETALLE DE LÁMPARAS FLUORESCENTES, BASES Y PORTA-LÁMPARAS

Para el funcionamiento de todos los tipos de lámparas fluorescentes es necesario un elemento "alimentador" que sirve, prescindiendo de su importancia para el arranque, para limitar y estabilizar la corriente de descarga. Este dispositivo alimentador se le denomina genéricamente "**reactor**". Cada lámpara requiere un reactor que absorbe una potencia variable que depende del tipo de lámpara y de la tensión, y que representa del 15 al 40% de la potencia total.

El factor de potencia del grupo lámpara-reactor, resulta en general muy bajo (del orden de 0.5 a 0.6). Un factor de potencia bajo significa, a igualdad de potencia y de tensión, una demanda de corriente más elevada. Lo cual representa una desventaja, porque a mayor corriente se tiene una mayor solicitudación del conductor de alimentación y causa mayores pérdidas.

Debido a lo anterior, los circuitos de todas las lámparas fluorescentes deben tener un "**condensador**" para la corrección del factor de potencia, aumentándolo hasta 0.9, que es un valor satisfactorio. La mayoría de las veces el condensador está incorporado al circuito de alimentación.

Existen algunas lámparas fluorescentes que encienden con algunos segundos de retardo (encendido con arrancador) y otras que encienden instantáneamente. Aquellas que usan arrancador son más comunes cuando se trata de soluciones más económicas (menores pérdidas y menor costo de alimentador) y el retardo del encendido en la mayoría de los casos no produce malestar. Las lámparas con encendido instantáneo son de dos tipos:

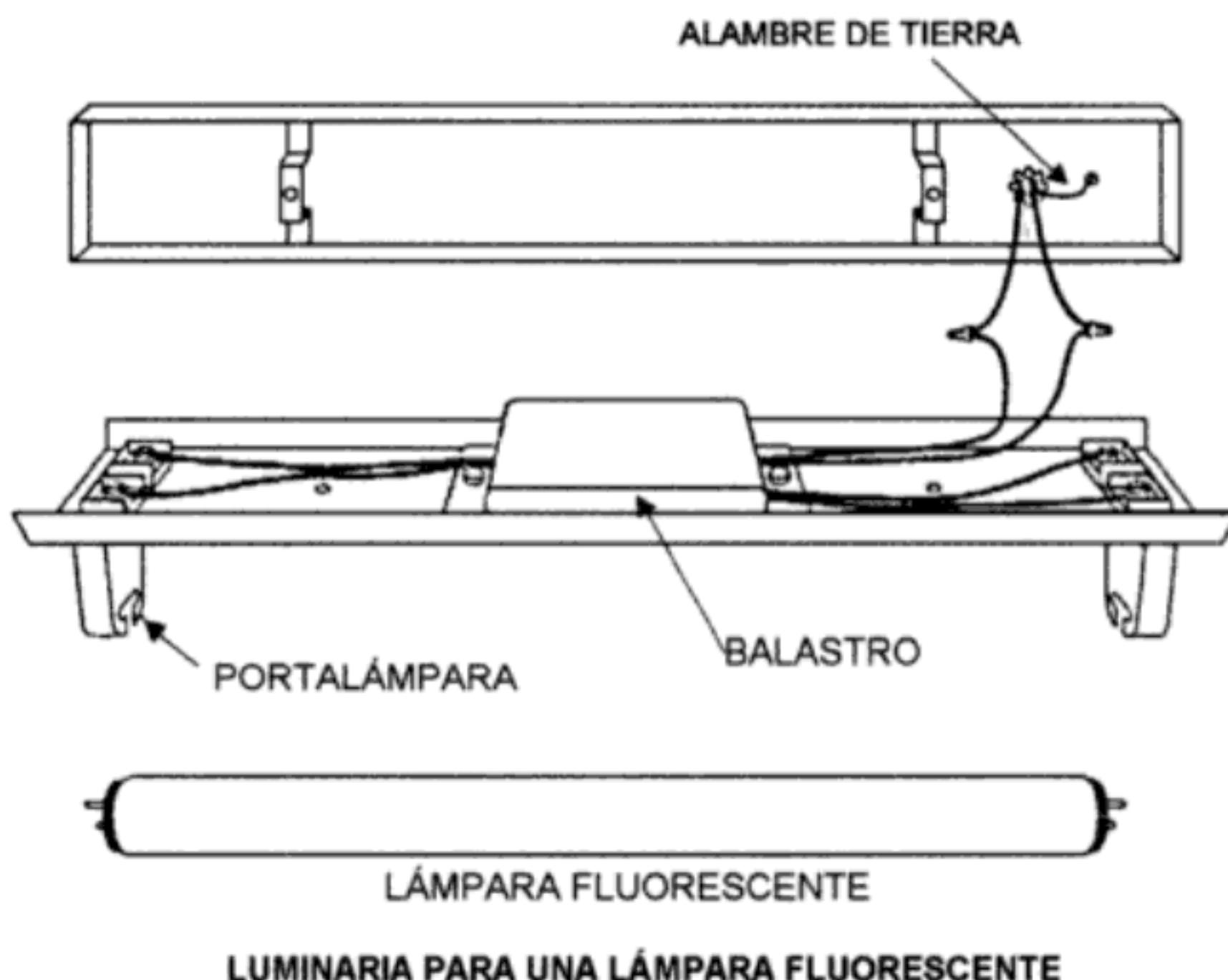
- ① **Con precalentamiento de los electrodos.** Estas lámparas tienen eventualmente un dispositivo externo denominado "arrancador-rápido". El flujo luminoso de estas lámparas es igual al de las lámparas con arrancador en el inicio, pero la eficiencia es menor a causa de las pérdidas mayores en el alimentador.
- ② **Sin precalentamiento de los electrodos.** Con reactores especiales (que absorben una potencia aún mayor que aquella de las lámparas de arranque rápido). El flujo luminoso es igual que en los casos anteriores, pero la eficiencia es más baja a causa de las mayores pérdidas en los alimentadores.

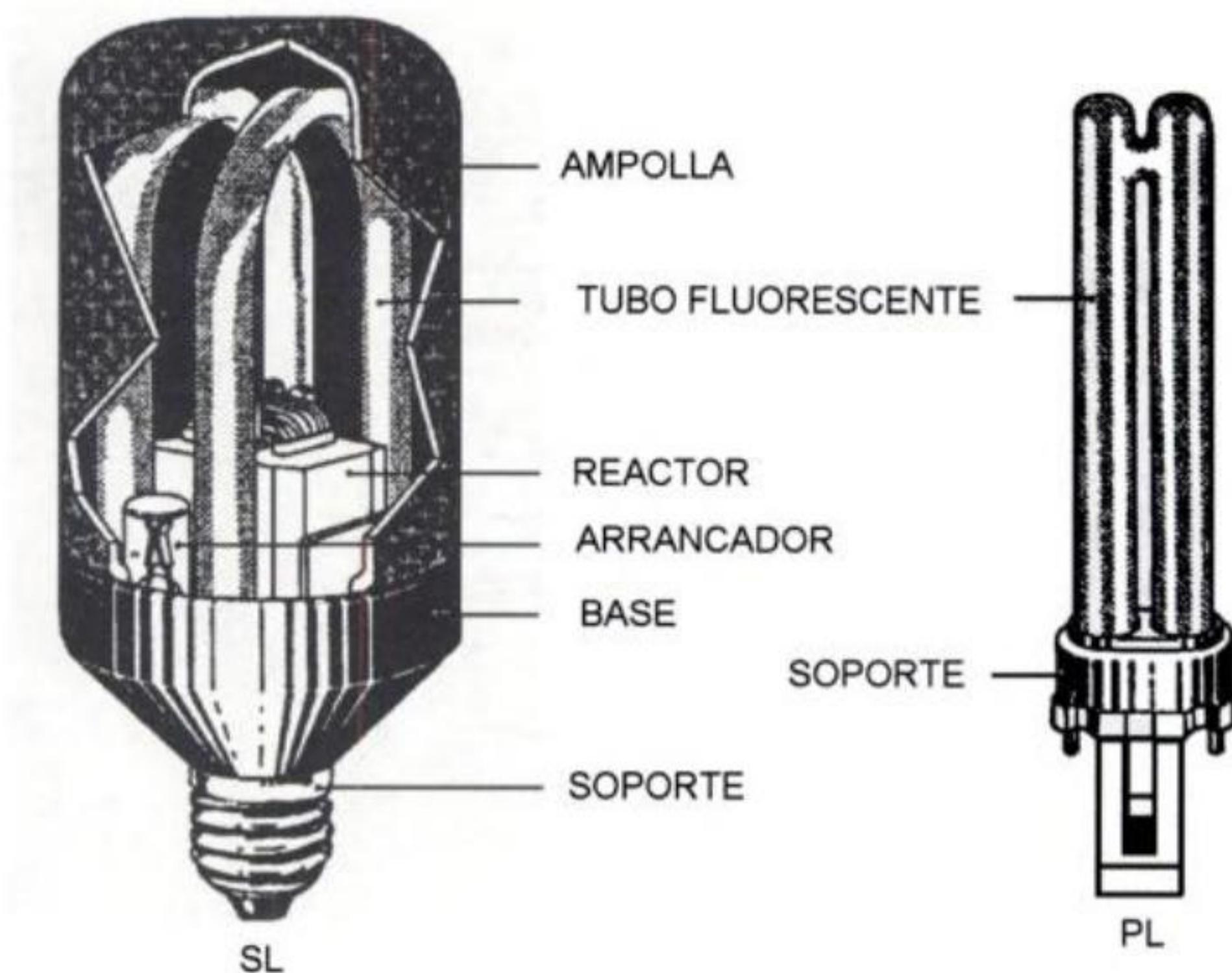
La duración media de una lámpara fluorescente de cátodo caliente es de alrededor de 75000 horas.

El campo de empleo de las lámparas fluorescentes se encuentra principalmente en la iluminación de oficinas, negocios e industrias, así como algunas aplicaciones especiales en hoteles, centros comerciales grandes, etcétera.

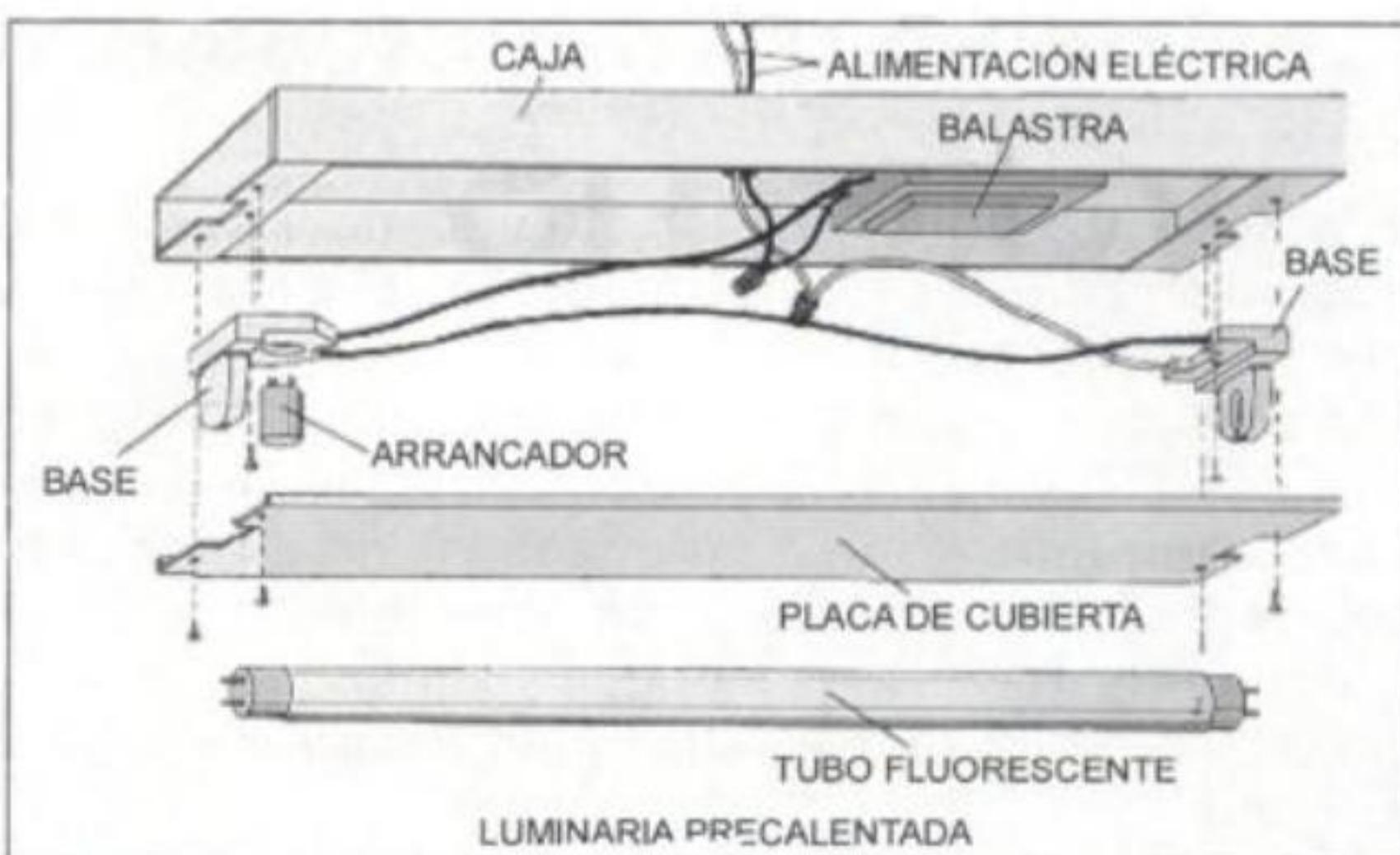
Las lámparas fluorescentes tienen algunas ventajas, como por ejemplo una buena eficiencia luminosa (de 4 a 6 veces lo que tienen las lámparas incandescentes), por lo que el costo de operación de las mismas es menor. Tienen también una baja luminancia (de 0.3 a 1.3 candela/cm²), con lo que se reduce sensiblemente el problema del deslumbramiento. No tienen ninguna restricción en cuanto a la posición de operación.

LUMINARIA Y SUS PARTES PRINCIPALES

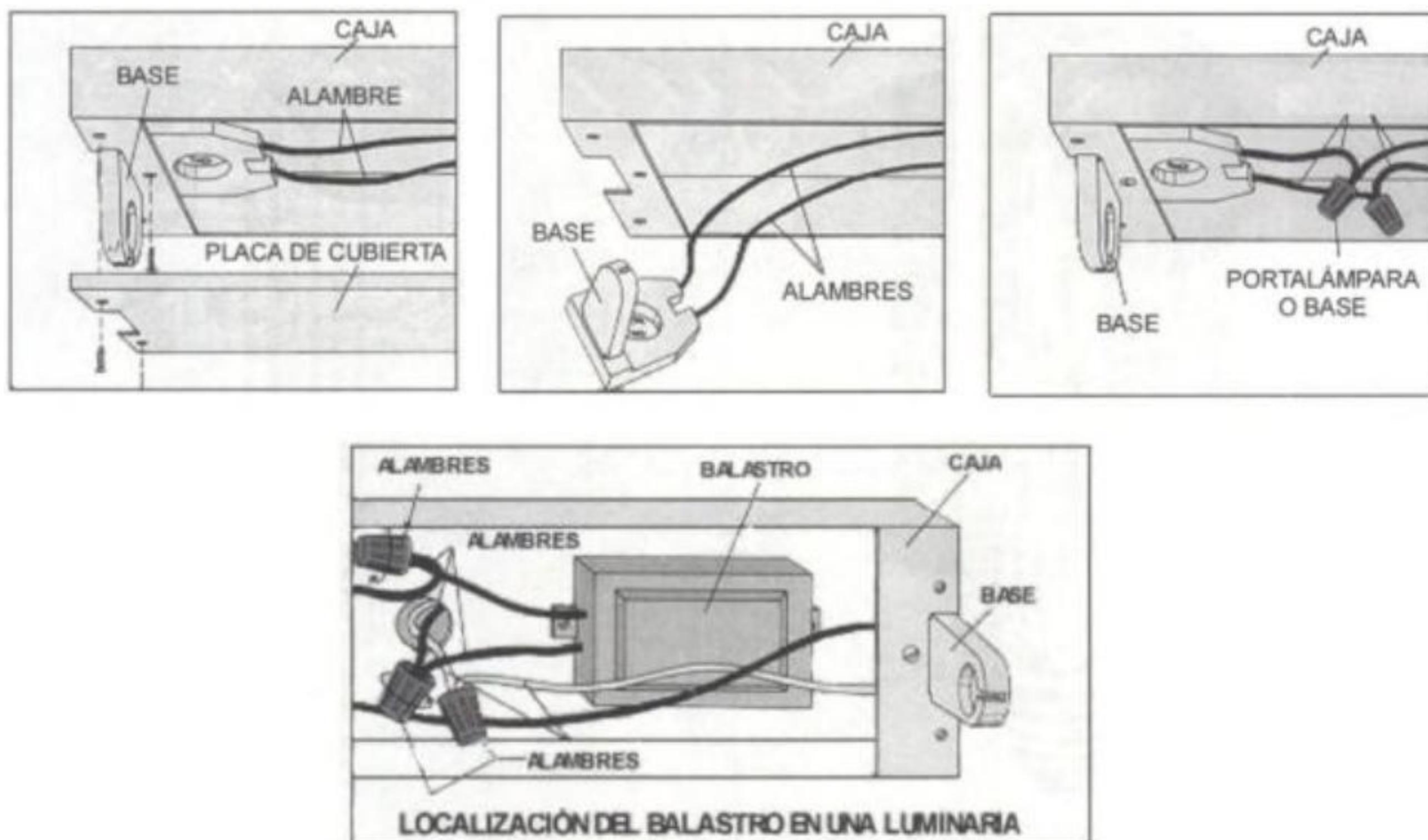




LÁMPARA FLUORESCENTE COMPACTA



DETALLES DE UNA LUMINARIA PARA LÁMPARA FLUORESCENTE

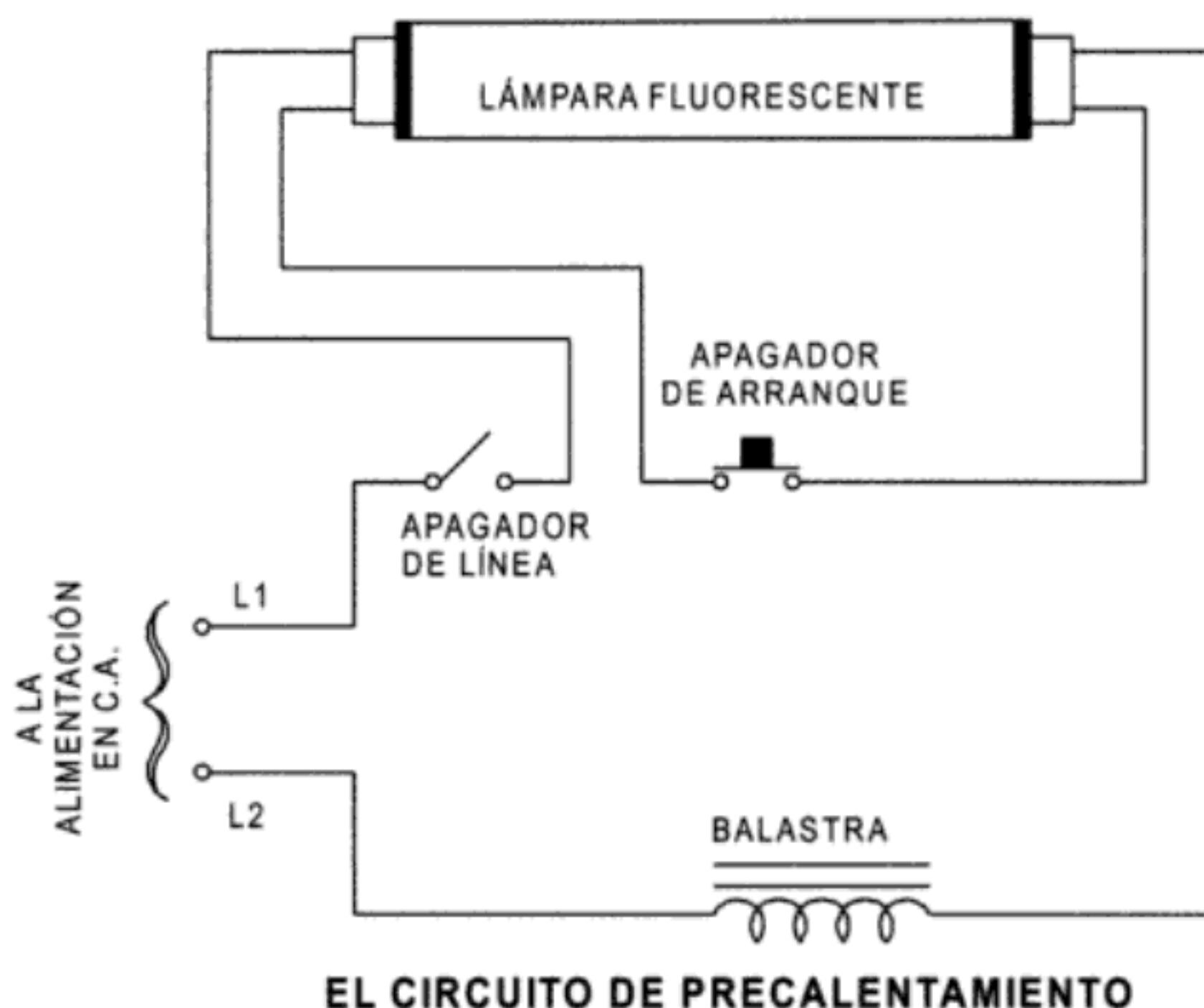


5.8 EL CIRCUITO DE PRECALENTAMIENTO DE LAS LÁMPARAS FLUORESCENTES

Un **circuito de precalentamiento** es un circuito de arranque para lámpara fluorescente que calienta los cátodos antes de que se cree un arco. Los circuitos de precalentamiento se usan en algunas lámparas de pocos watts (4 a 20 W) y son comunes, por ejemplo, en las lámparas tipo escritorio.

Un circuito de precalentamiento usa un apagador de arranque separado que está conectado en serie con la balastre. Los electrodos en un circuito precalentado requieren de unos pocos segundos para alcanzar la temperatura apropiada para arrancar la lámpara después de que se oprime el apagador de arranque.

En la siguiente figura, se muestra este circuito.



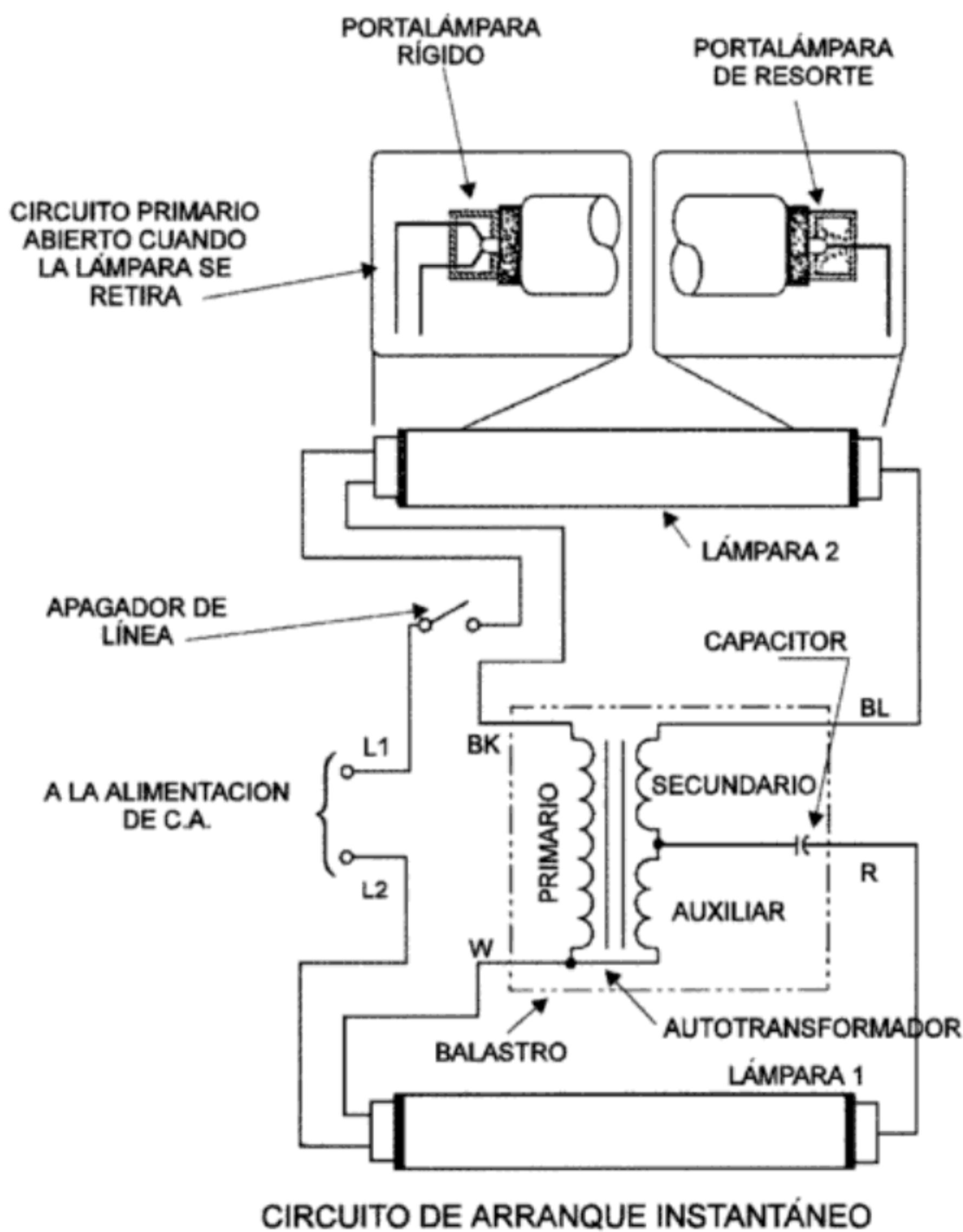
EL CIRCUITO DE PRECALENTAMIENTO

CIRCUITOS DE ARRANQUE INSTANTÁNEO DE LAS LÁMPARAS FLUORESCENTES

Un **circuito de arranque instantáneo** es un circuito de arranque para lámpara fluorescente que proporciona un voltaje suficiente como para producir un arco en forma instantánea. Este circuito fue diseñado para eliminar el apagador de arranque y superar el retraso en el arranque de los circuitos de precalentamiento. Un arco descarga sin precalentamiento de los cátodos cuando un voltaje suficientemente alto se aplica a la lámpara fluorescente.

El voltaje inicial elevado requiere de un autotransformador relativamente grande que está integrado a la balastra, el autotransformador entrega un voltaje instantáneo de 270 V a 600 V, dependiendo del tamaño del bulbo y del voltaje nominal. Las lámparas de arranque instantáneo requieren sólo de una espiga en cada base, debido a que no se necesita precalentamiento en los electrodos.

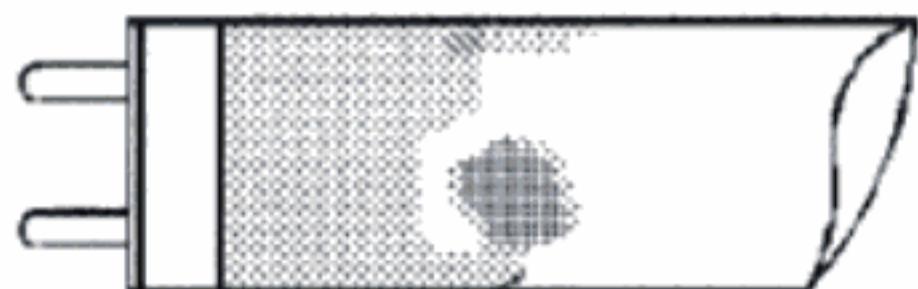
En la figura siguiente, se muestra el circuito elemental de arranque instantáneo.



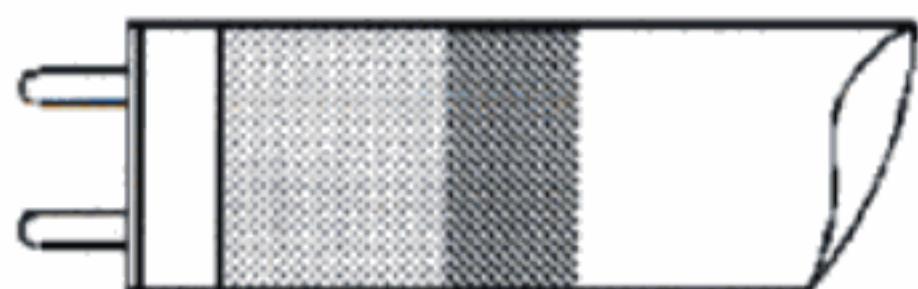
negros. Cuando este color negro aparece después de que una lámpara ha sido recientemente instalada, indica un problema. El problema puede ser una lámpara defectuosa, pero normalmente puede ser causado por alto o bajo voltaje; se recomienda entonces reemplazar cualquier lámpara que tenga en sus extremos más de 2 pulg/cm de partes negras. Pueden aparecer puntos ligeros en cualquier parte de una lámpara nueva, debido a la condensación del mercurio en el tubo.



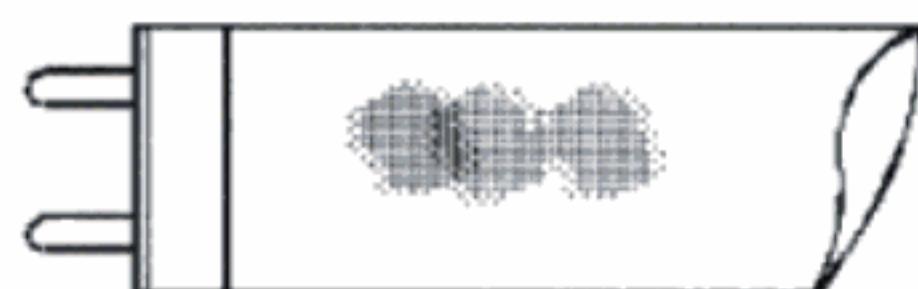
EL COLOR NEGRIZO EN LOS EXTREMOS DE LA LÁMPARA ES NORMAL Y SE PUEDE PRESENTAR AL FINAL DE LA VIDA DE LA LÁMPARA



SE PUEDEN DESARROLLAR PUNTOS NOTORIOS EN FORMA GRADUAL DURANTE LA VIDA NORMAL DE LA LÁMPARA

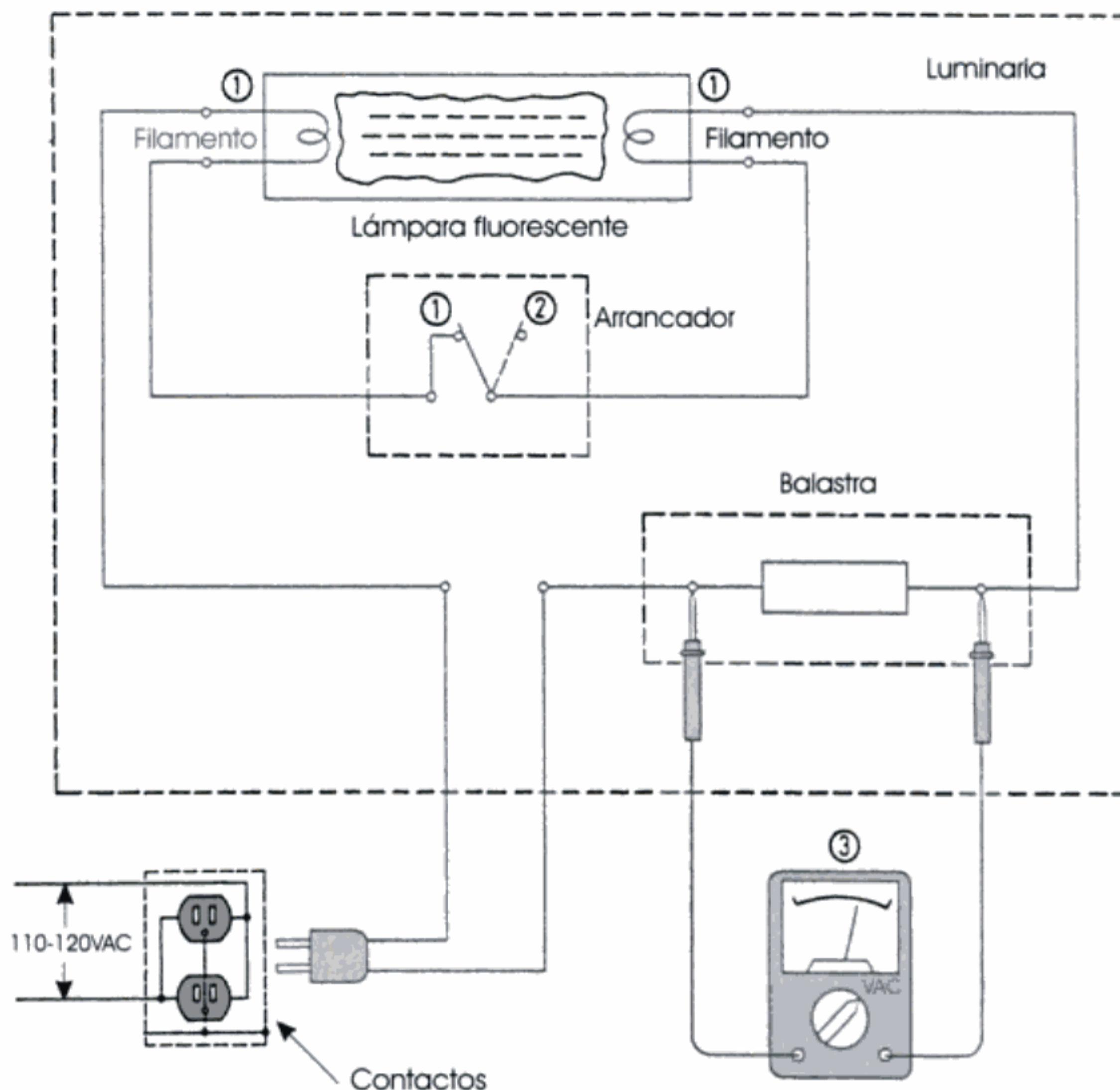


LAS BANDAS EN LOS EXTREMOS SE PUEDEN DESARROLLAR DURANTE LA VIDA NORMAL DE LA LÁMPARA



SE PUEDEN PRESENTAR PUNTOS LIGEROS EN LAS LÁMPARAS NUEVAS EN CUALQUIER PUNTO DEL BULBO

EL FENÓMENO DE DECOLORACIÓN DEL BULBO EN LÁMPARAS FLUORESCENTES



El circuito para la lámpara fluorescente muestra la medición de voltaje en la balastra, que es el dispositivo limitador de corriente. Si el arrancador no abre nunca, no permite que la lámpara se encienda. La balastra y el arrancador están usualmente contenidos dentro de la misma luminaria.

Si no hay lectura de corriente, significa que el circuito está abierto. El mismo procedimiento se usa cuando se emplea arranque automático. Si la lámpara está bien, entonces, hay un problema con el arrancador.

LA PRUEBA EN EL CIRCUITO DE ARRANQUE INSTANTÁNEO

Un circuito de arranque instantáneo produce luz en forma inmediata. La vida **corta de una lámpara se debe normalmente a un valor bajo** en el voltaje de alimentación, a un contacto defectuoso entre la espiga de la lámpara y el portalámpara, o bien, errores de alambrado en la balastre. En los circuitos con dos lámparas, se debe reemplazar en forma inmediata cualquier lámpara que quede fundida. Se deben sustituir las lámparas cuando muestren signos de ennegrecimiento.

Si después de cambiar las lámparas se observan problemas en cualquier circuito, entonces, se debe buscar por problemas en el balastro. En la figura siguiente, se muestran las conexiones para la prueba.



CIRCUITO DE PRUEBA PARA ARRANQUE INSTANTÁNEO

Para probar un circuito de arranque instantáneo, se recomienda aplicar el siguiente procedimiento:

- ① Desconectar el circuito (poner en OFF el apagador).
- ② Retirar la lámpara.
- ③ Ajustar el voltímetro en el rango apropiado, de acuerdo al valor de lectura por tomar.
- ④ Encender el circuito, poniendo el pagador en la posición de ON.
- ⑤ *Medir el voltaje de arranque.* La balastra debe proporcionar un voltaje en circuito abierto de alrededor de tres veces el voltaje de operación, para producir el arco requerido para que la lámpara alumbe. Cuando no se tiene un voltaje alto presente hay un problema con el circuito.
 - Si la lectura es cero volts, entonces, se tiene un circuito abierto.
 - Cuando la lectura indica un valor bajo, entonces se presume un problema en el balastro.

LA PRUEBA EN EL CIRCUITO DE ARRANQUE RÁPIDO

Un circuito de arranque rápido produce iluminación en menos de 1 segundo. Cuando los tiempos de arranque son largos indican un problema en la lámpara. Normalmente hay un problema en el balastro cuando los tiempos de encendido continúan siendo largos después de reemplazar la lámpara. En la figura de la página siguiente:

- El voltaje en el filamento = 3 a 9 V.
- El voltaje de arranque = 2 a 2.5 veces el voltaje de alimentación.
- Si la lectura es cero indica circuito abierto.
- Si la lectura es de bajo voltaje indica problema en la balastra.

TABLA 4

CARACTERÍSTICAS DE LÁMPARAS FLUORESCENTES DE 38 MM DE DIÁMETRO

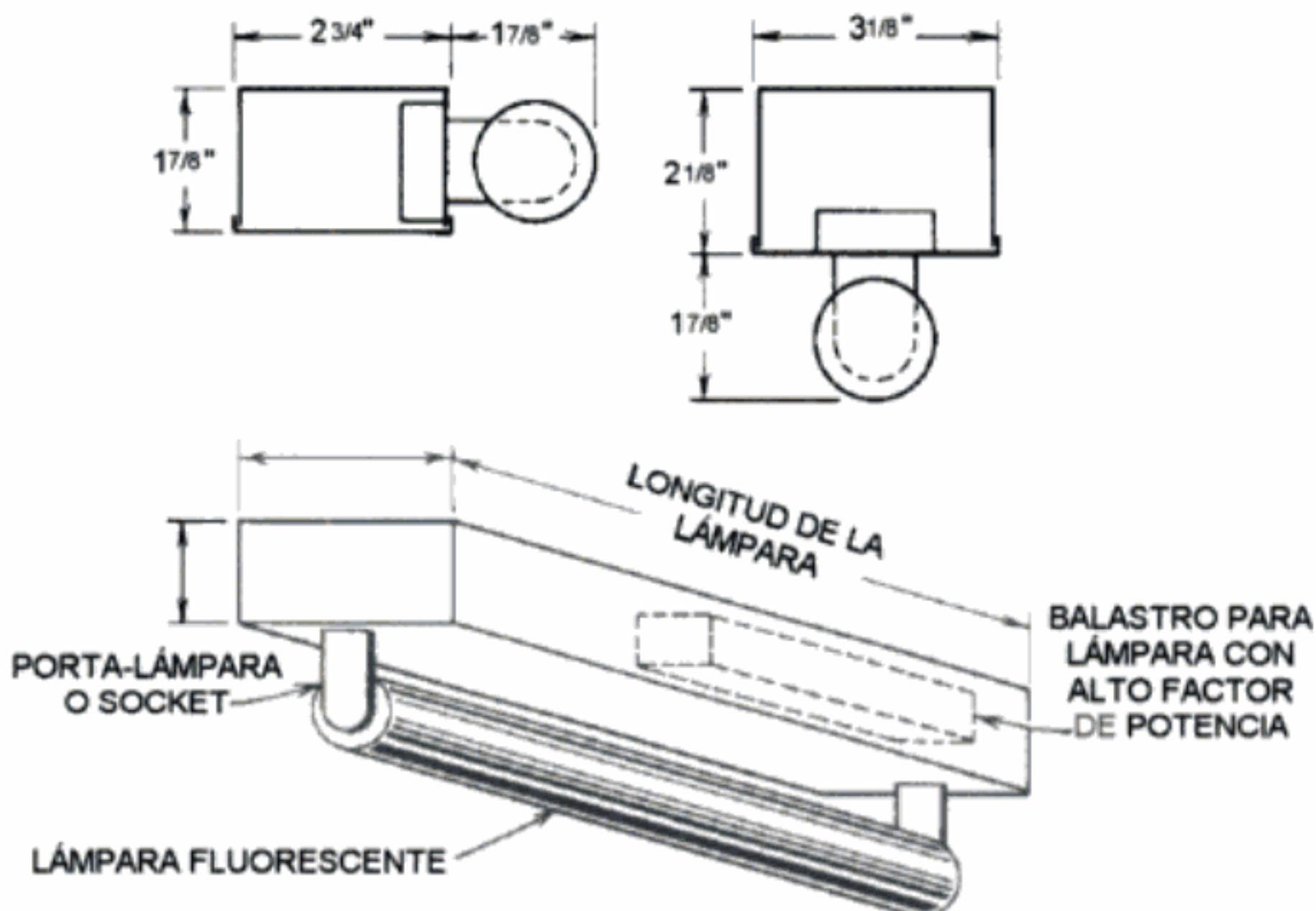
POTENCIA NOMINAL (WATTS)	POTENCIA NECESARIA PARA EL REACTOR (WATTS)	LONGITUD DEL TUBO (mm)	FLUJO LUMINOSO (LUMEN)	EFICIENCIA LUMINOSA (LUMEN/WATT)
15	23	438	600	36.0
20	29	590	1080	37.2
25	34	970	1500	44.1
30	40	895	2000	50.0
40	50	1200	2500	50.0
60	75	1500	4000	53.3

TABLA 5

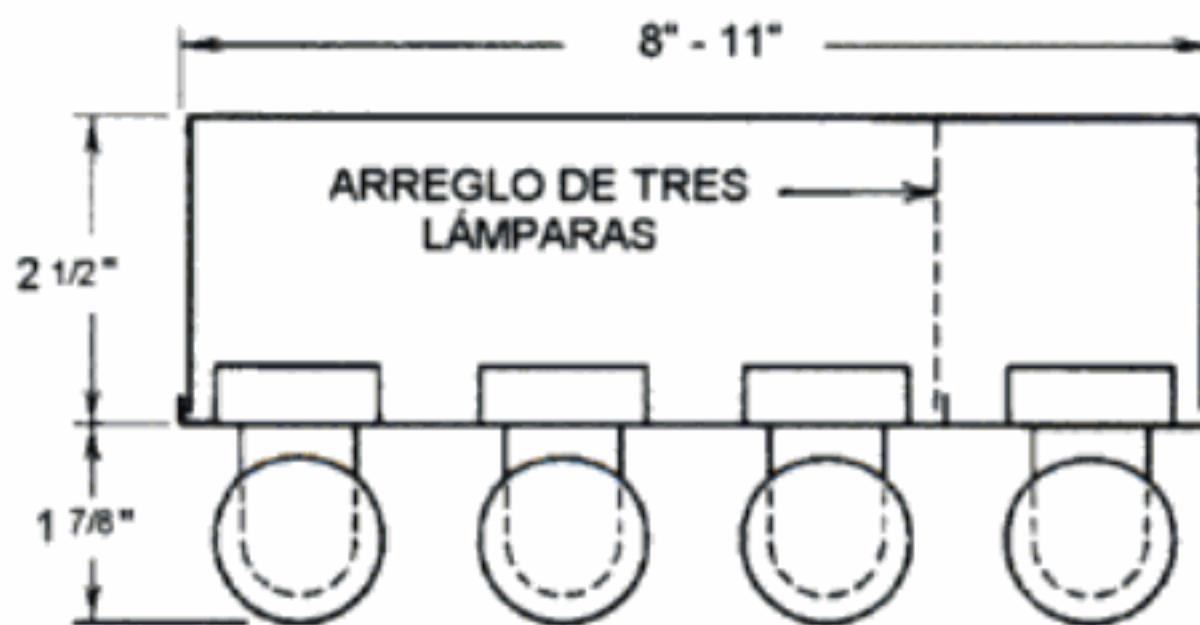
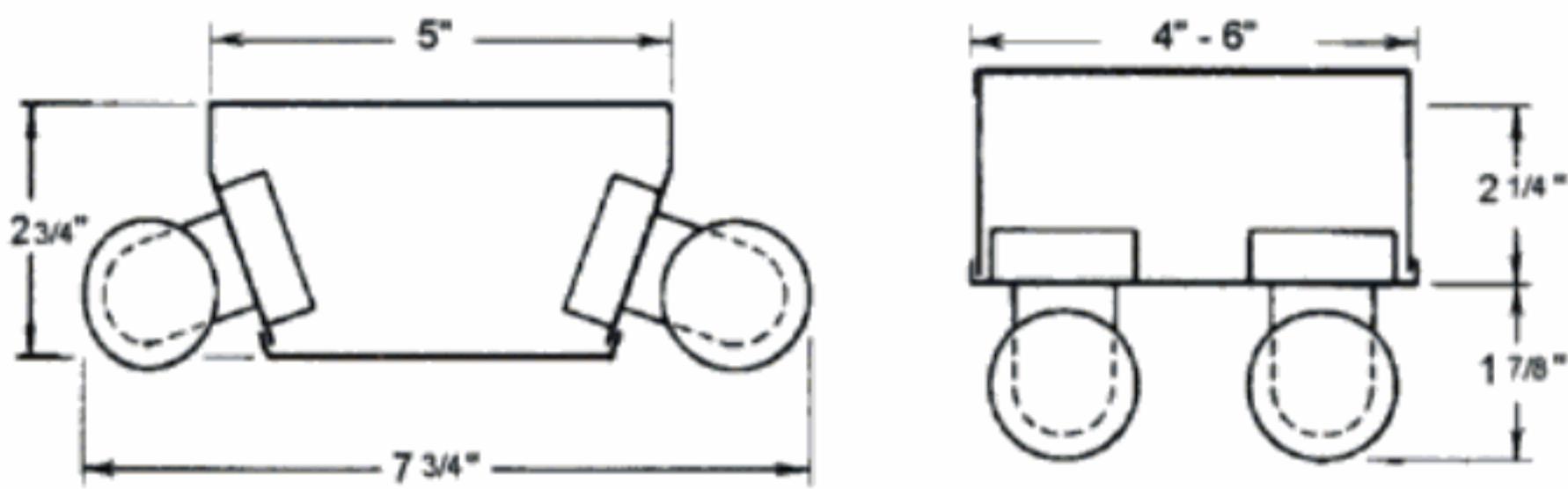
CARACTERÍSTICAS DE LÁMPARAS FLUORESCENTES SLIM LINE

DIMENSIONES				
POTENCIA NOMINAL (WATTS)	DIÁMETRO (mm)	LARGO (mm)	TONALIDADES DE COLORES	FLUJO LUMINOSO (LUMEN)
37	26	1760	Muy blanca	2900
			Diurna	2300
			Blanca	2900
49	26	2370	Muy blanca	4300
			Diurna	3400
			Blanca	4300
59	38	1150	Muy blanca	2900
			Diurna	5500
			Blanca	4400
75	38	1760	Muy blanca	6300
			Diurna	5000
			Blanca	6300
	38	2360	Muy blanca	6300
			Diurna	5000
			Blanca	6300

UNIDAD PARA LÁMPARA SENCILLA



UNIDAD PARA VARIAS LÁMPARAS



ARREGLOS TÍPICOS DE LÁMPARAS FLUORESCENTES



6.2.1 CAMBIO DE UN CONTACTO.

La corriente eléctrica tiene una acción sobre las principales funciones vitales: respiración y circulación sanguínea, puede provocar también calambres mientras atraviesa el organismo. Los efectos sobre una persona adulta producen por tiempo indeterminado:

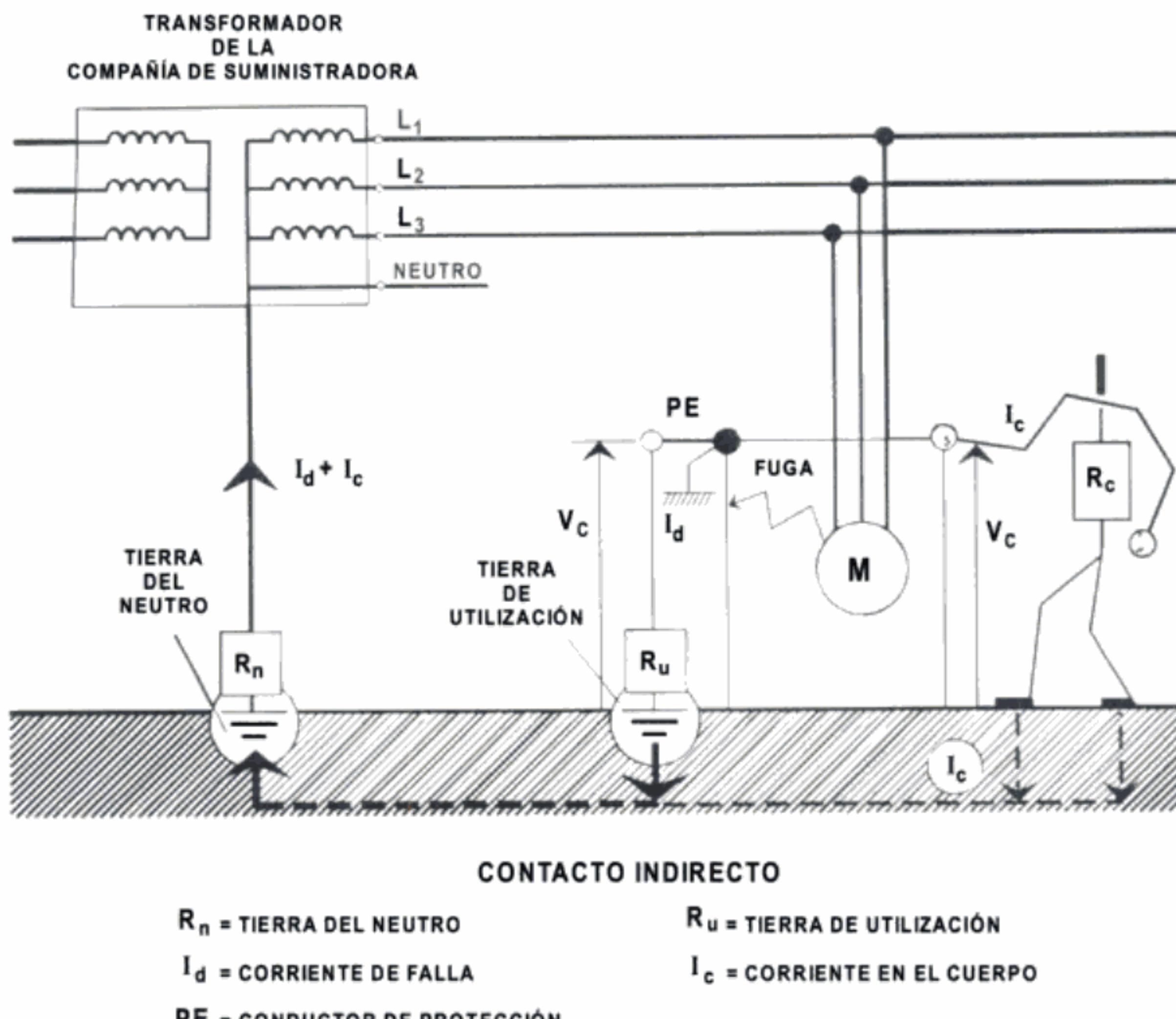
- De 0 a 0.5 mA.....Alguna sensación.
- De 0.5 a 10 mA.....Sensación bastante perceptible.
- De 10 a 30 mA.....Contracción muscular.
- De 30 a 75 mA.....Sensación de parálisis respiratoria.
- De 75 mA a 1 A.....Fibrilación cardiaca irreversible, es decir, la frecuencia de la corriente ocasiona un desorden en el ritmo cardíaco.



6.2.2 LAS CONDICIONES DE ELECTROCUACIÓN.

- **Por contacto directo:** Es decir, cuando una persona toca directamente un elemento de un circuito bajo tensión.
- **Por contacto indirecto:** Cuando una persona toca la carcasa de una máquina o de una masa metálica cualquiera, en forma accidental, con un conductor de fase bajo tensión.

Este conjunto de resistencias constituye la **malla de falla**. En el caso de la figura anterior, el peligro de electrocución es grande cuando la tensión es de 220 V.

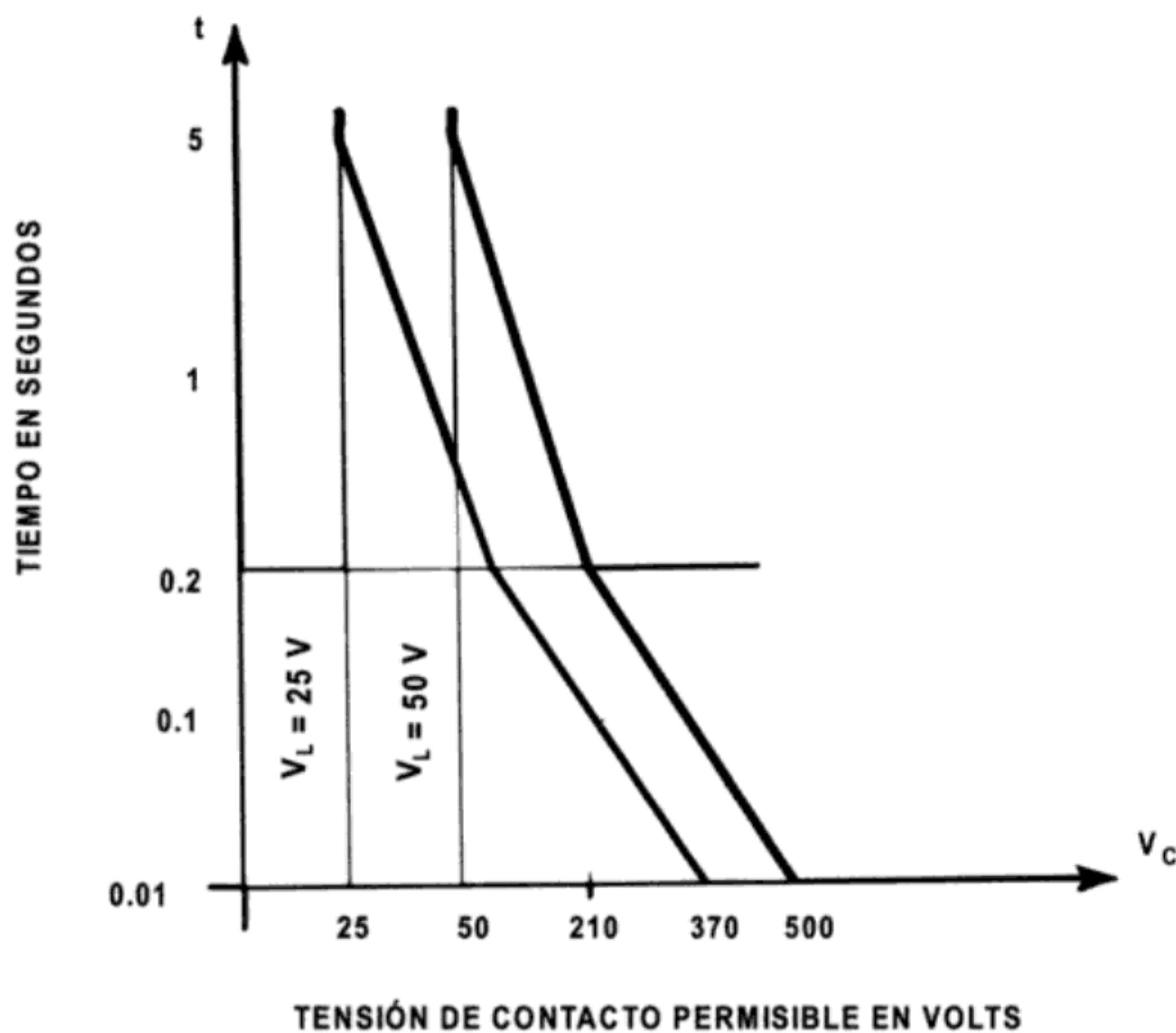


La corriente en el cuerpo (I_c) es función de la tensión de contacto (V_c) y de la resistencia del cuerpo (R_c), como se muestra en la figura anterior.

Los valores de tensiones máximas admisibles son:

$V_L = 50$ V para una persona de resistencia corporal normal, la piel puede estar seca o húmeda y con zapatos.

$V_L = 50$ V para una resistencia del cuerpo baja, la piel suave y sin zapatos.



EJEMPLO

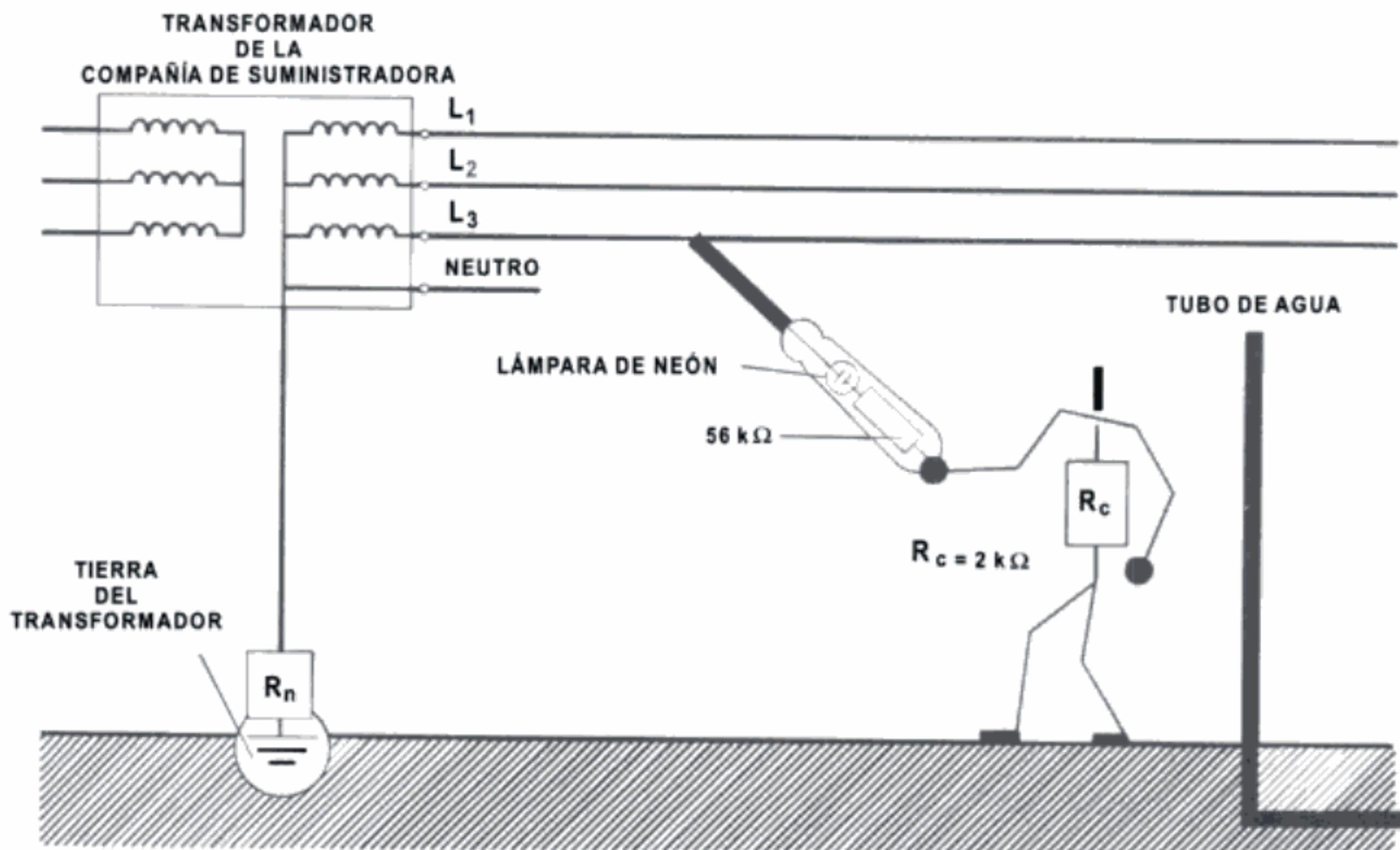


En una línea de 220 V, un electricista trata de verificar si los conductores de fase están bien conectados y hace contacto con el conductor L3 por medio de un probador con lámpara de neón y una placa metálica, y tiene una resistencia de $56 \text{ k}\Omega$ todo el conjunto en serie.

Para efectuar su verificación el electricista coloca sus pies en el suelo que tiene piso, formando un circuito eléctrico con una fuente y una malla de conducción.

- Identificar la fuente y trazar el circuito que sigue la corriente I_c .

- ② Calcular la corriente que circula por el cuerpo (I_c) y que va en dirección del suelo.
- ③ Identificar si el electricista está en peligro y por qué.
- ④ Si ahora realiza la verificación montado sobre un banco aislado del suelo **¿qué puede constatar?**



SOLUCIÓN

- ① La fuente está entre L_3 y el neutro y la trayectoria de circulación de la corriente es: La lámina de contacto, la lámpara de neón, la resistencia de $56\text{ k}\Omega$, la resistencia del cuerpo (R_c), el suelo, la resistencia de tierra del neutro y la llegada nuevamente al neutro.
- ② La corriente que circula por el cuerpo:

$$I_c = V / (R_c + 56\text{k}\Omega) = \frac{220}{(2 + 56) \times 10^3} = 0.004\text{A}$$

Es decir, 4mA que produce una sensación bastante confiable.

- ③ El electricista no está en peligro, ya que:

$$V_c = I_c \times R_c$$

$$V_c = 0.004 \times 2000 = 8\text{ V}$$

Que es el valor debajo de 25 V.

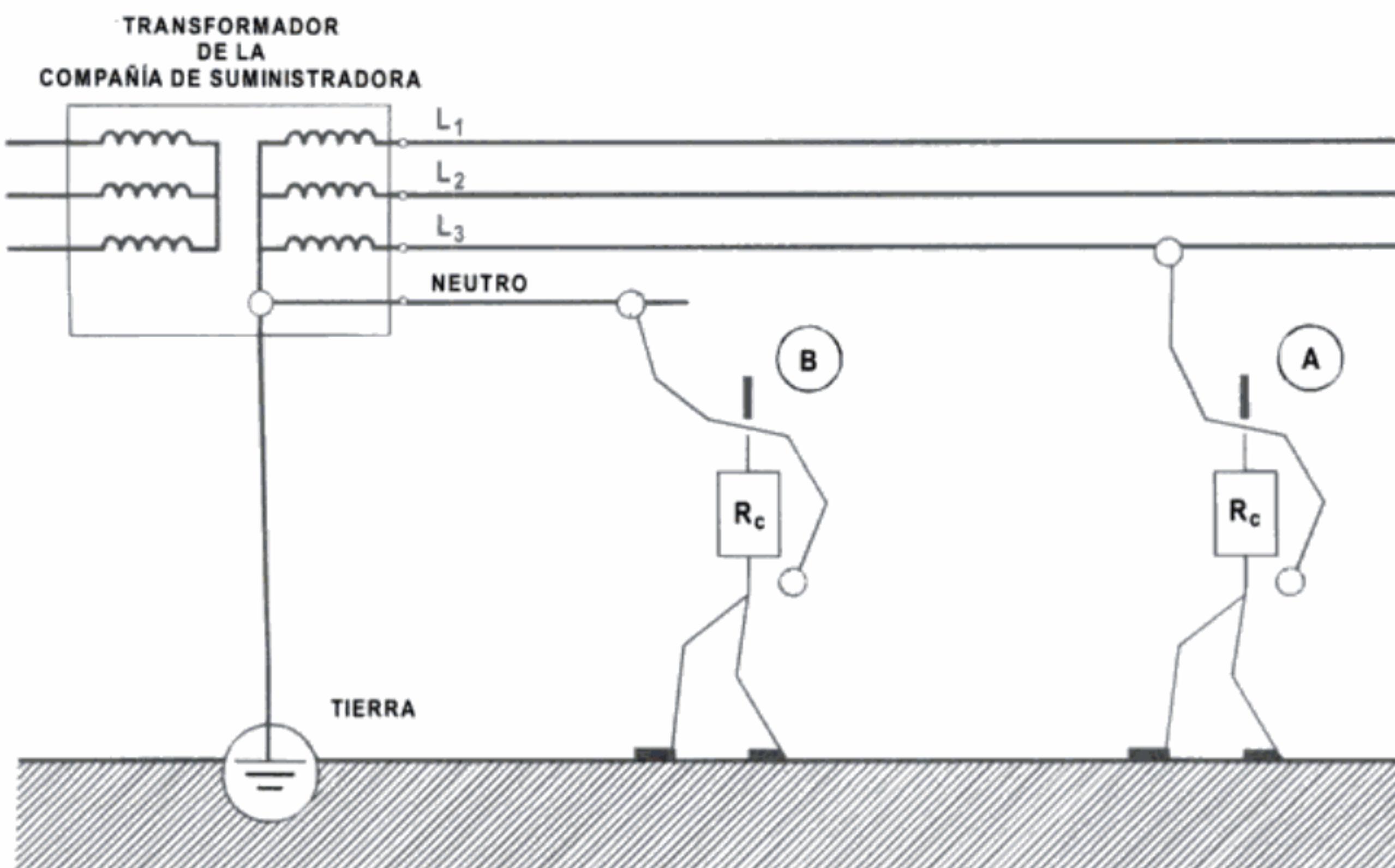
- ④ El banco aísla del suelo aumentando la resistencia del circuito, la corriente es por lo tanto confiable y la lámpara brilla también.

EJEMPLO



En la siguiente figura, se muestra una persona A que está accidentalmente en contacto con un conductor de fase durante 1 segundo. Si se estima que la resistencia del cuerpo de la persona es de 2000 y se pueden despreciar todas las resistencias que forman la malla o circuito, la alimentación es a 220 V.

- ① Identificar la fuente de voltaje e indicar cuáles son sus terminales, indicando cuál es la trayectoria del circuito.
- ② Calcular el valor de la tensión a que está sometida la persona A.
- ③ Calcular la corriente a través del cuerpo (I_c), indicando si es un valor peligroso y los efectos fisiológicos encontrados.
- ④ Si una persona B toca el neutro ¿está en peligro?, explicar por qué.



SOLUCIÓN

- ① Para la persona A, las terminales de la fuente son: L3 y N. La corriente I_c va de L3 a N pasando por la resistencia del cuerpo R_c , el suelo y la resistencia de conexión a tierra del neutro.
- ② La persona A está sometida a una tensión de 220 V. Despreciando el valor de la resistencia del suelo y de la puesta a tierra del transformador. La persona A se encuentra en contacto con L3 con la mano y en contacto con el neutro, con los pies y está sometida a la diferencia de potencial existente entre estos dos puntos.
- ③ La corriente que circula a través de la persona A es:

VALORES DE LA RESISTENCIA DEL CUERPO HUMANO

El cuerpo humano está constituido por la piel, la sangre, los músculos, los huesos, que en su conjunto se puede definir como una impedancia. El valor de esta impedancia varía con la tensión, la trayectoria de la corriente, la superficie de contacto y algunos otros parámetros.

Para simplificar los cálculos, se puede usar un valor de impedancia con el orden de grandeza de R_c siguiente:

$R_c = 1000\Omega$ para las condiciones húmedas.

$R_c = 2000\Omega$ para las condiciones secas.

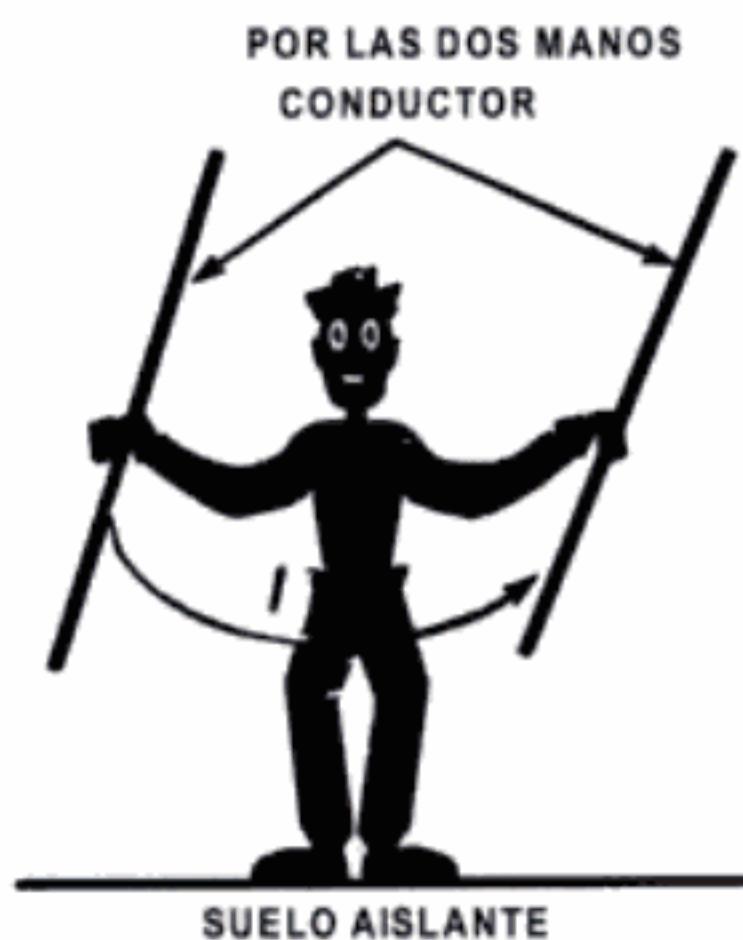


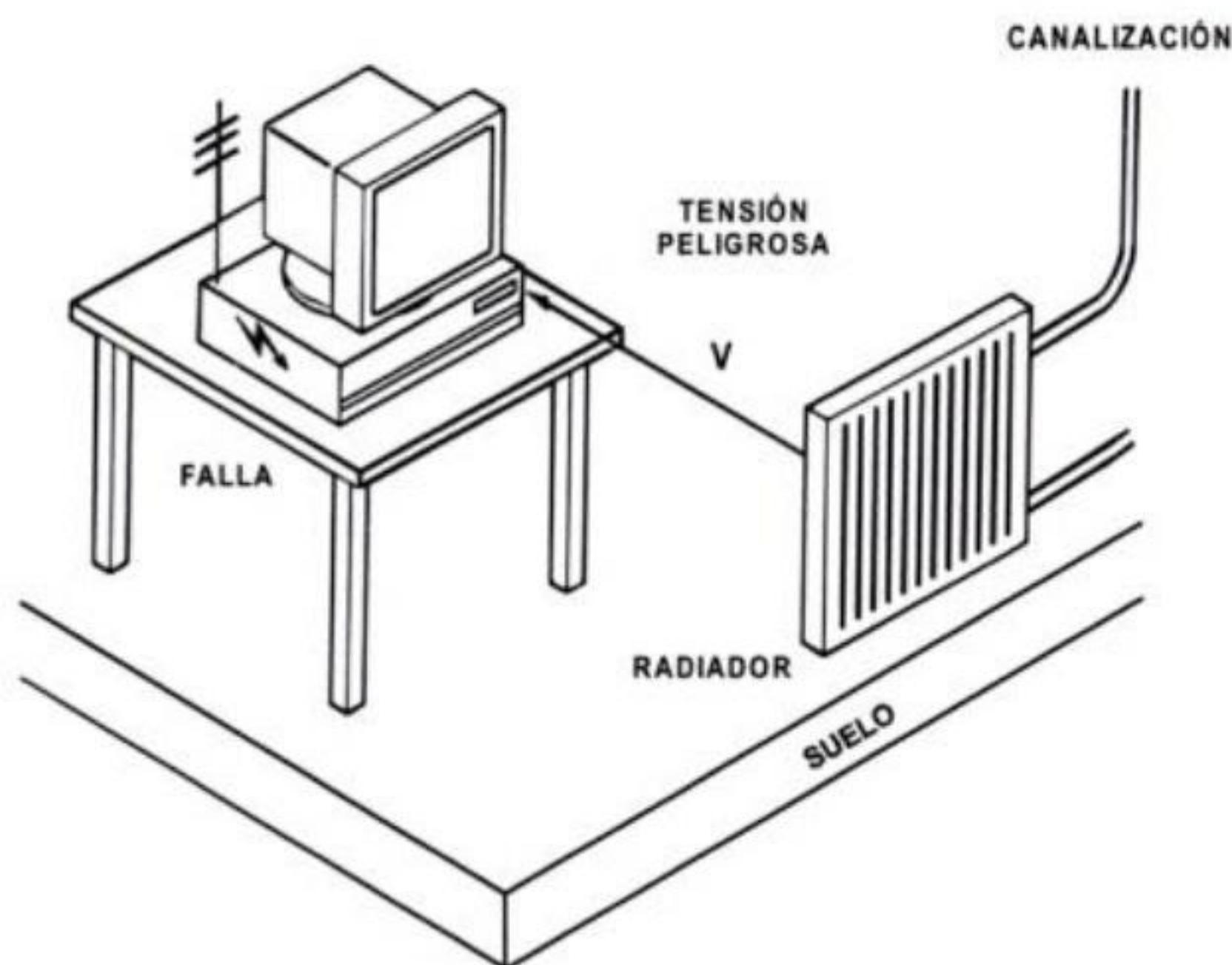
6.3 CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

Un **contacto directo** es un contacto con un punto bajo tensión, por ejemplo, el conductor de un alambre desnudo, que hace contacto con las terminales de un aparato de control de un equipo (por ejemplo, un electricista haciendo un trabajo de diagnóstico).

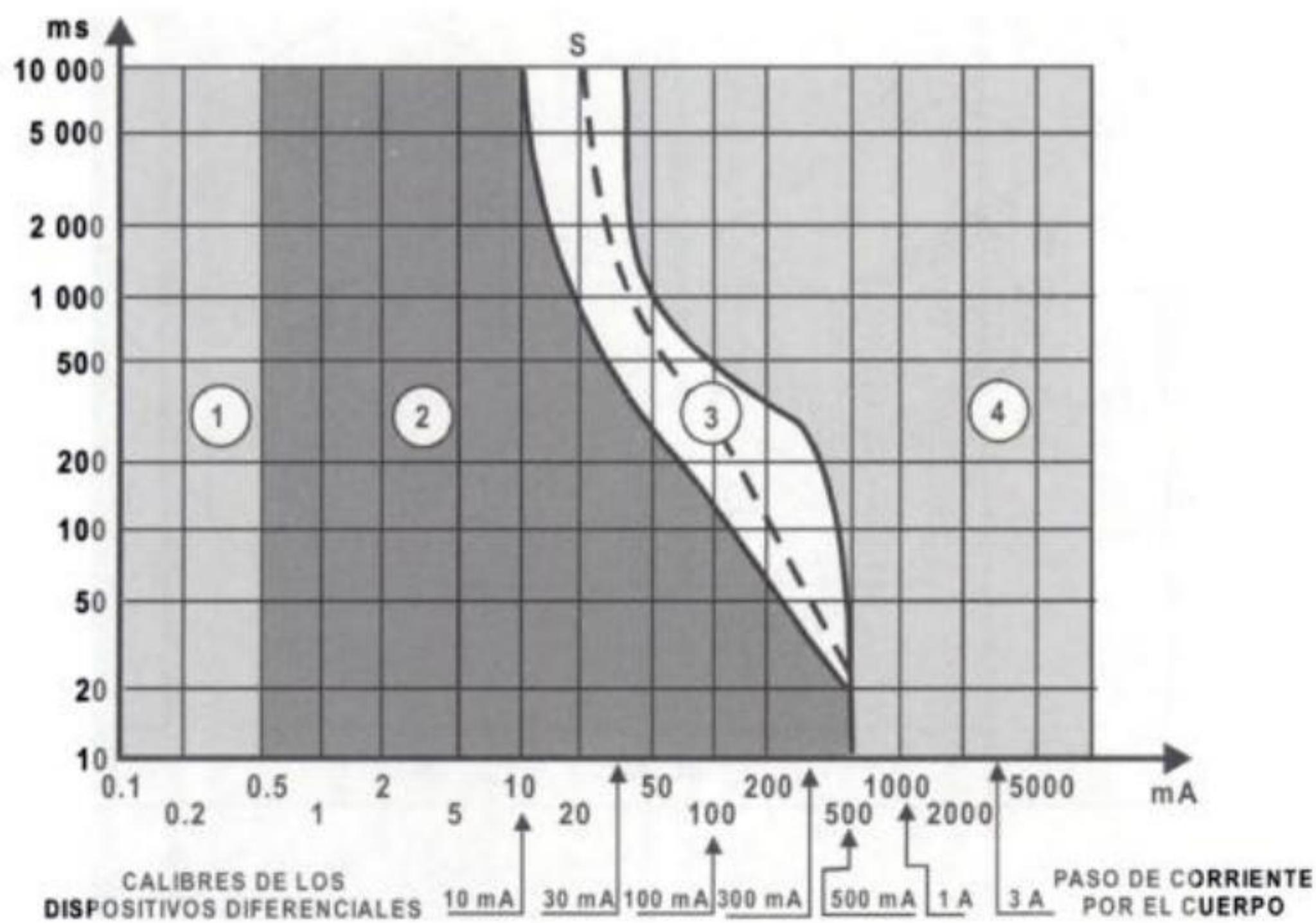
Un **contacto indirecto** es el contacto de las carcasas o cubiertas de los equipos con los conductores bajo tensión, en forma accidental por alguna falla de aislamiento.

CIRCULACIÓN DE CORRIENTE

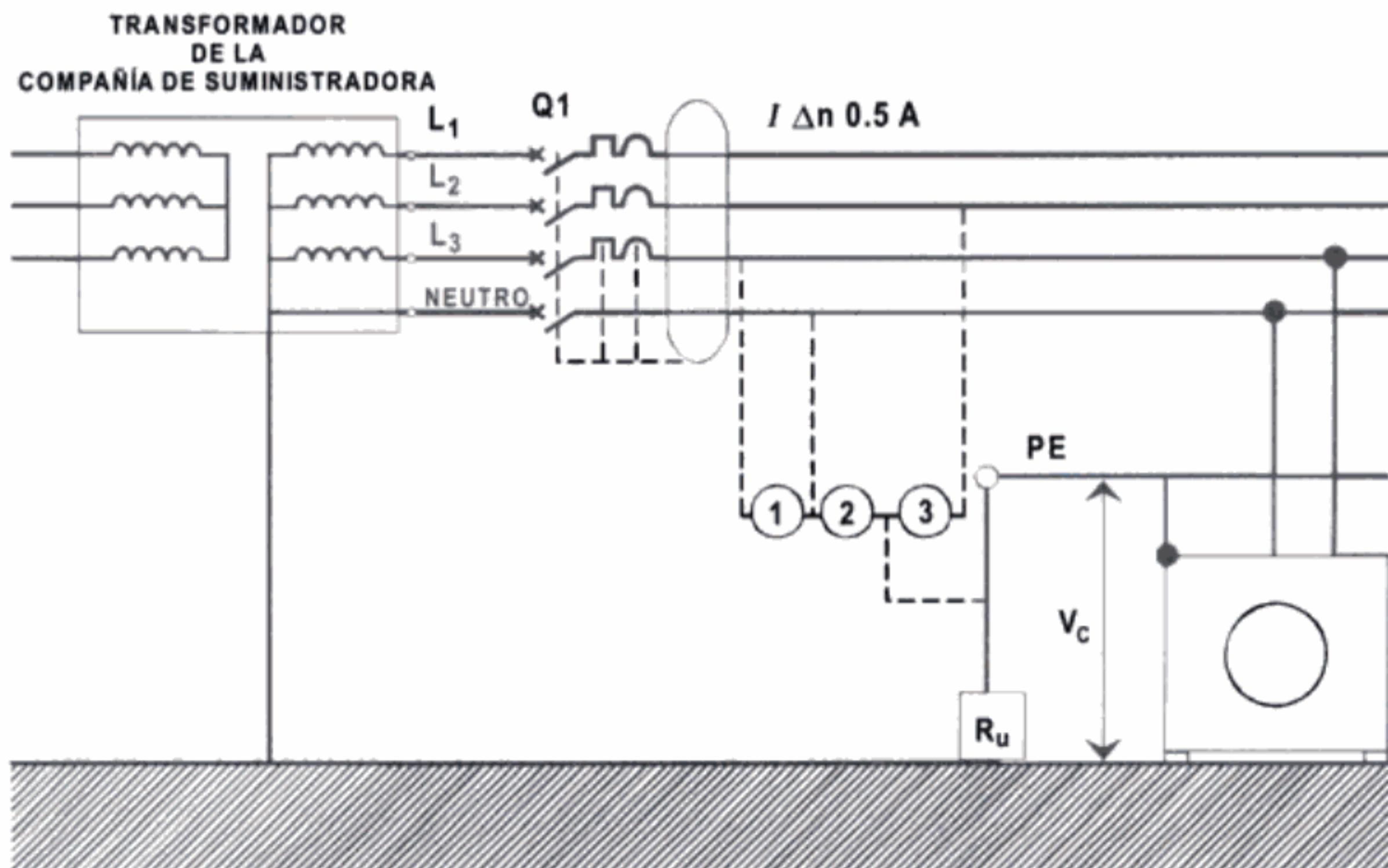




Los efectos fisiológicos dependen del valor del tiempo de la corriente en el cuerpo humano. En la siguiente figura, la curva 5 que está determinada en forma experimental, define los tiempos máximos de circulación de la corriente por el cuerpo humano, para afirmar la seguridad.



- ① Sobre el circuito derivado de una lámpara de 150 W a 220 V, entre una fase y neutro. Al cerrar, ¿qué sucede con la lámpara y con el interruptor?
- ② Sobre el circuito de una lámpara, entre el neutro y tierra ¿qué sucede?
- ③ Sobre el circuito de una lámpara entre una fase y tierra ¿qué sucede?
- ④ Durante la operación, se presenta una falla de aislamiento franco en la lavadora, entre una fase y neutro. Indicar a partir de qué tensión V_C se produce el disparo del interruptor.



EJEMPLO

En una empresa cuya alimentación es en conexión delta/estrella con el neutro aterrizado, se encuentran instaladas máquinas alimentadas a 220V, la protección de estas máquinas se hace por medio de interruptores diferenciales de 30A/500 mA.

1. Si una fase de la alimentación a la máquina toca la cubierta o carcaza a través de una resistencia de contacto de $4\ \Omega$.
 - Calcular la corriente de fuga.
 - ¿A qué valor de tensión se ve sometida la persona que toca esta máquina?
 - Indicar si opera el interruptor diferencial F_1 .
2. Si la máquina 2, no está conectada a tierra y el conductor de fase hace un contacto accidental con la carcaza de la máquina.
 - Calcular el valor de la corriente de falla.
 - ¿A qué valor de tensión está sometida la persona que hace contacto con la máquina?
 - Indicar si opera el interruptor F_2 .

2. Falla sobre la máquina 2.

La persona que toca esta máquina está sometida a la tensión que existe entre fase y tierra, $V_C = V = 220 \text{ V}$.

La corriente de fuga que pasa totalmente por el cuerpo de la persona, suponiendo que la resistencia del cuerpo humano es $R_C = 1000\Omega$ es:

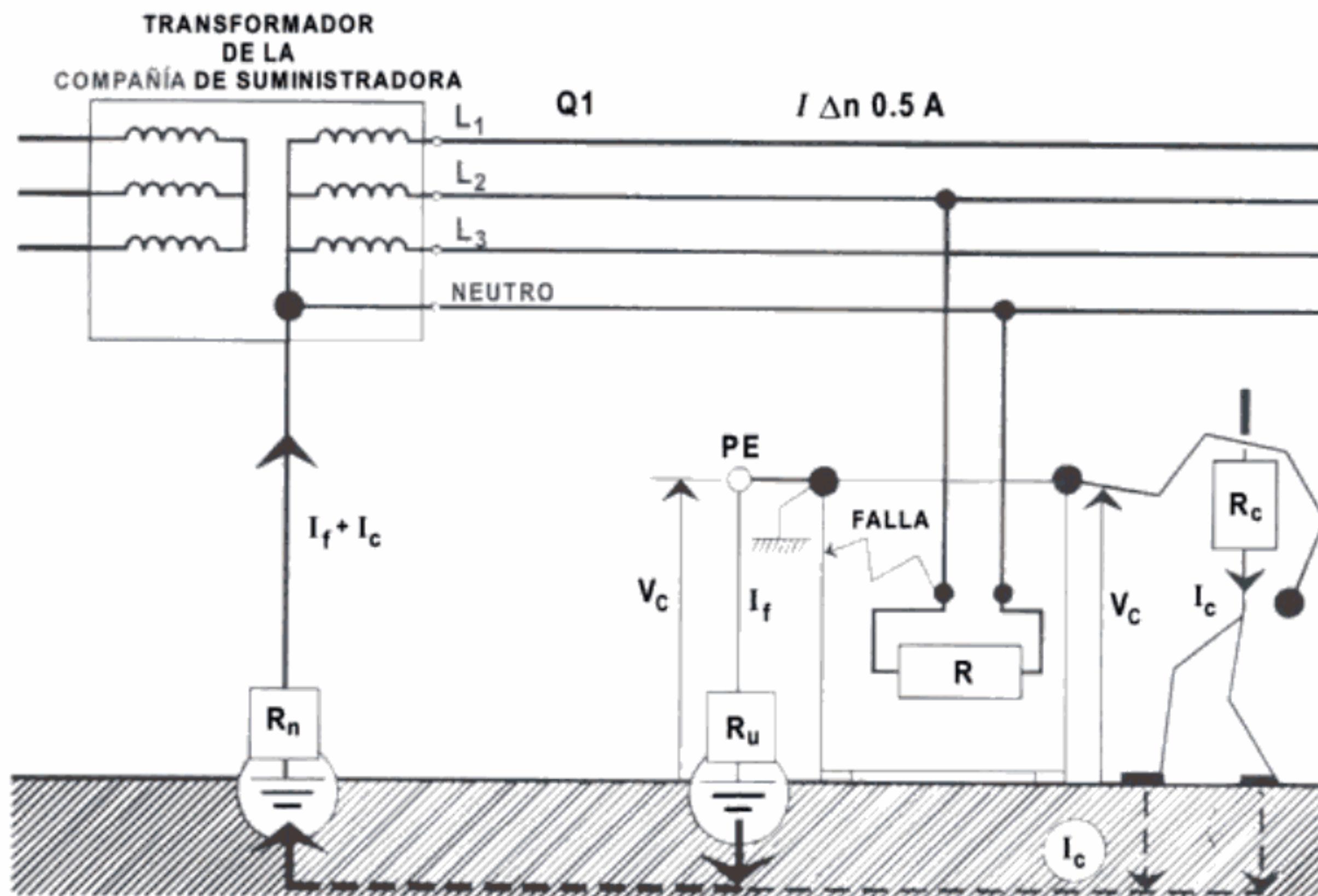
$$I_C = I_F = \frac{220}{1000} = 0.220 \text{ A}$$

En este caso, 220 mA es menor que 500 mA, por lo que no opera el interruptor diferencial.

LA IMPORTANCIA DE LA CONEXIÓN A TIERRA

Debido a que se van a conectar a tierra las partes metálicas (cubiertas, carcasas, estructuras, etc.) de equipos y aparatos, se trata de mejorar en todos los casos la conducción al suelo de las corrientes, por medio de una resistencia de tierra R_U que sea lo más confiable posible.

Se llama resistencia de tierra R_n al valor de la resistencia entre el punto de "puesta a tierra" y un punto del suelo T en donde el potencial pueda ser sensiblemente modificado para poder conducir convenientemente las corrientes de falla a tierra.



En caso de falla, si la resistencia de tierra (R_U) es baja, se puede proteger a una persona que esté en contacto con las partes metálicas, o bien en contacto con la tierra a través de los pies.

DETERMINACIÓN DEL VOLTAJE DE CONTACTO (V_C) CORRIENTE A TRAVÉS DEL CUERPO (I_C)

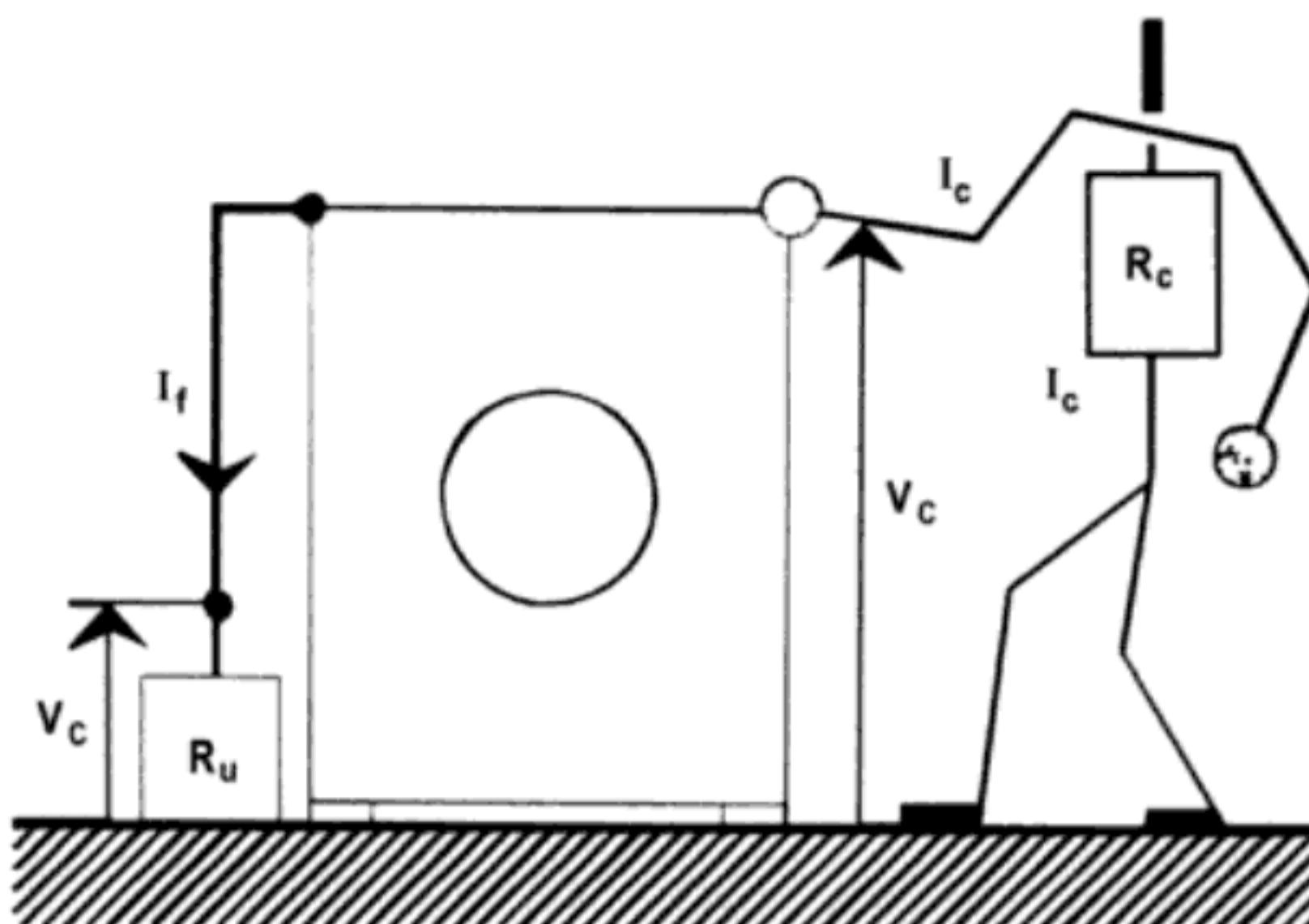
Si no se tiene en cuenta la presencia de la resistencia del cuerpo R_C , se calcula la corriente en el circuito de falla como:

$I_F = \frac{V}{R_U}$ Si la corriente de falla a través de R_U se toma entre sus terminales, aparece una tensión V_C , cuyo valor es:

$$V_C = R_U \times I_F$$

Si se considera también que la tensión V_C está aplicada a R_C , entonces se obtiene:

$$I_C = \frac{V_C}{R_C}$$



LA CALIDAD DE UNA PUESTA A TIERRA

Conducción de la corriente de falla al suelo.

En el plano teórico se puede realizar una puesta o conexión a tierra por medio de una varilla enterrada en el suelo o terreno, la conducción de corriente hacia el suelo se hace a través de una sucesión de resistencias colocadas en serie.

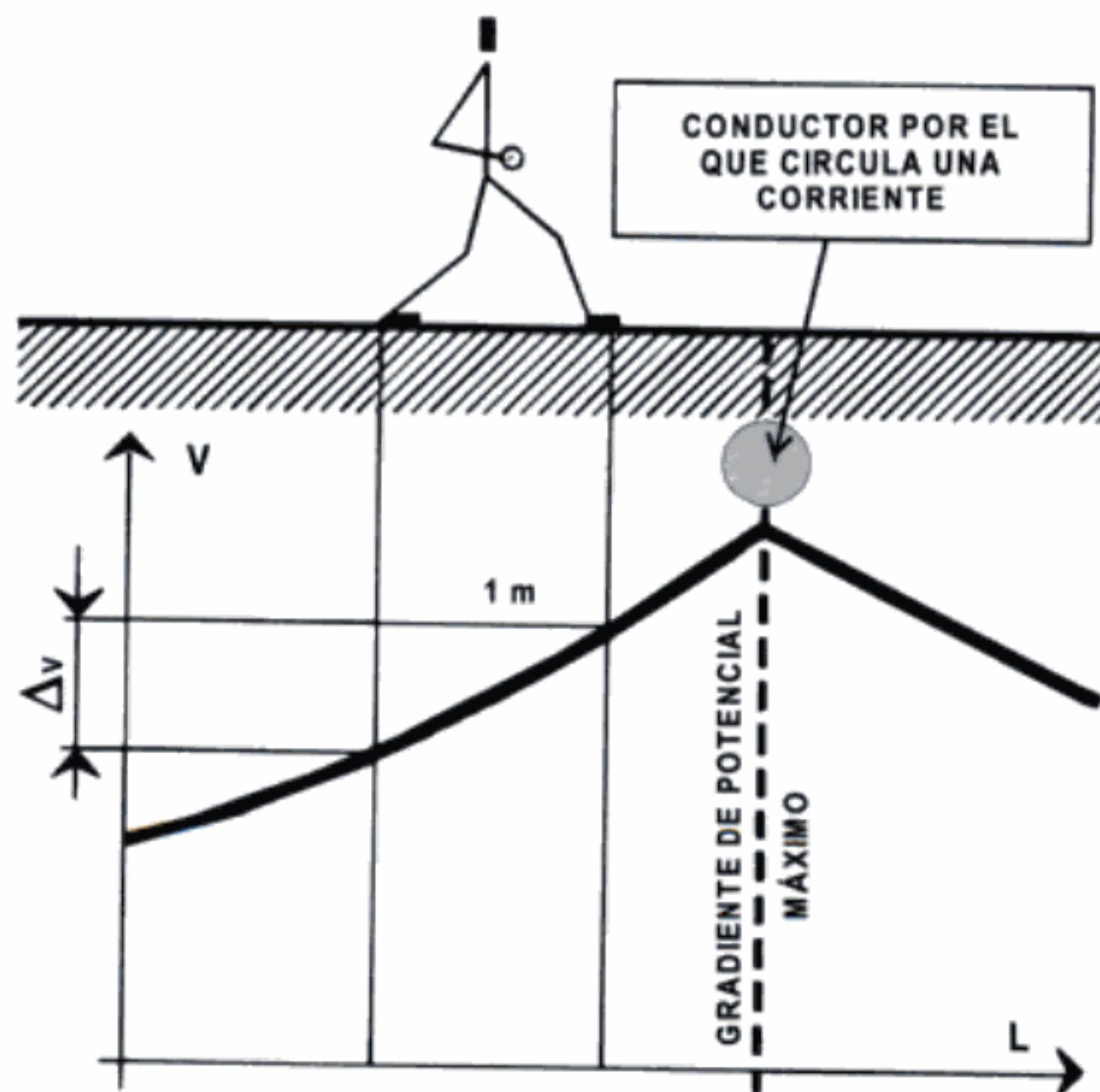
Cada resistencia es equivalente a una multitud de resistencias en paralelo, donde el número aumentado puede tender a infinito a una cierta distancia de la puesta o conexión a tierra. A partir de este límite, la resistencia de tierra es nula y puede haber cualquier valor de corriente de falla y alguna caída de tensión con respecto a una zona de referencia V_0 que constituye la puesta a tierra real.

CORRIENTE	VALORES MÁXIMOS DE LA PUESTA A TIERRA	
	TENSIÓN DE CONTACTO 25V	TENSIÓN DE CONTACTO 50V
10 mA	2500 Ω	5000 Ω
30 mA	833 Ω	1666 Ω
100 mA	250 Ω	500 Ω
300 mA	83 Ω	166 Ω
500 mA	50 Ω	100 Ω
1 A	25 Ω	50 Ω
3 A	8.3 Ω	16.6 Ω

TENSIÓN DE PASO Y TENSIÓN DE CONTACTO

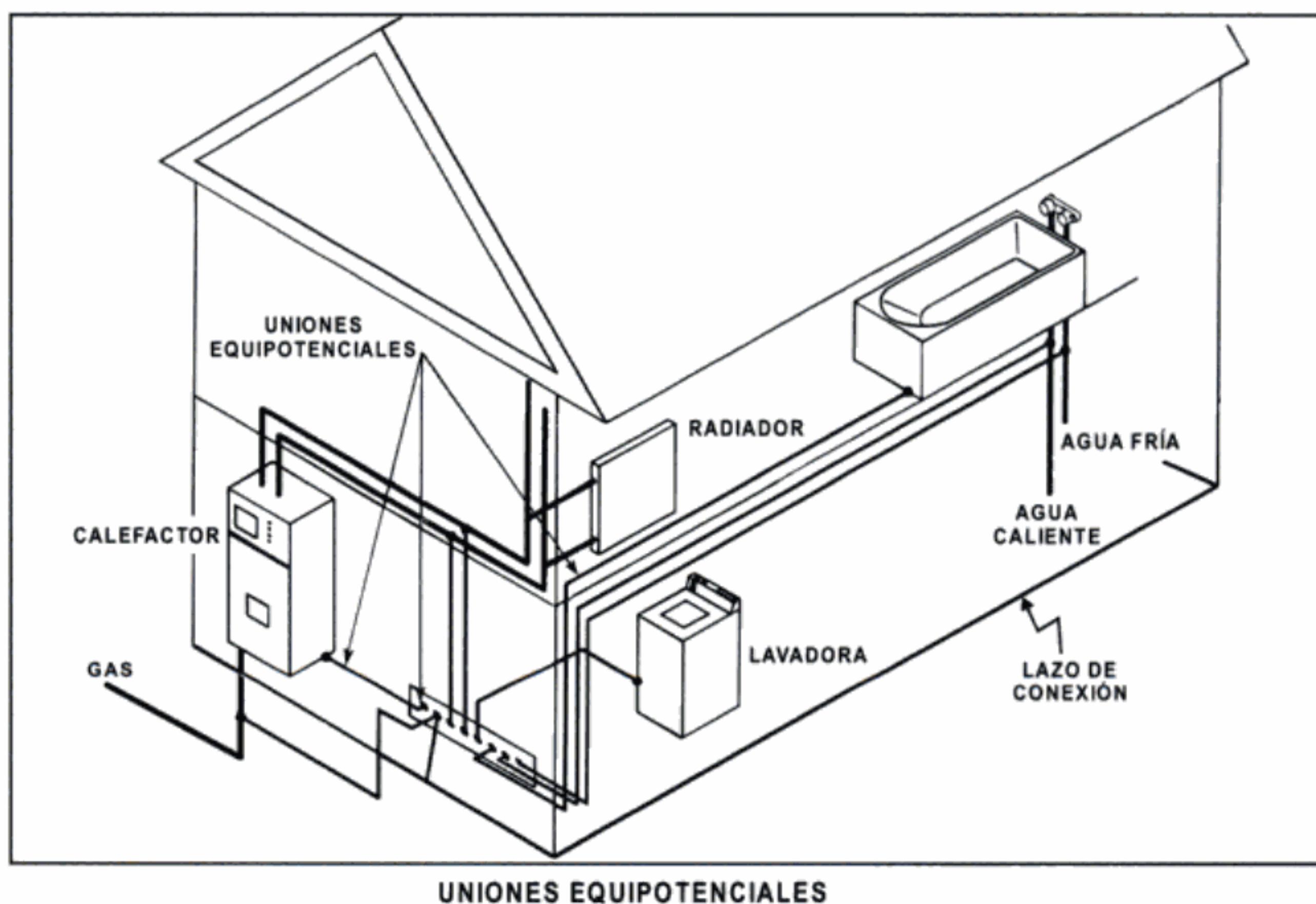
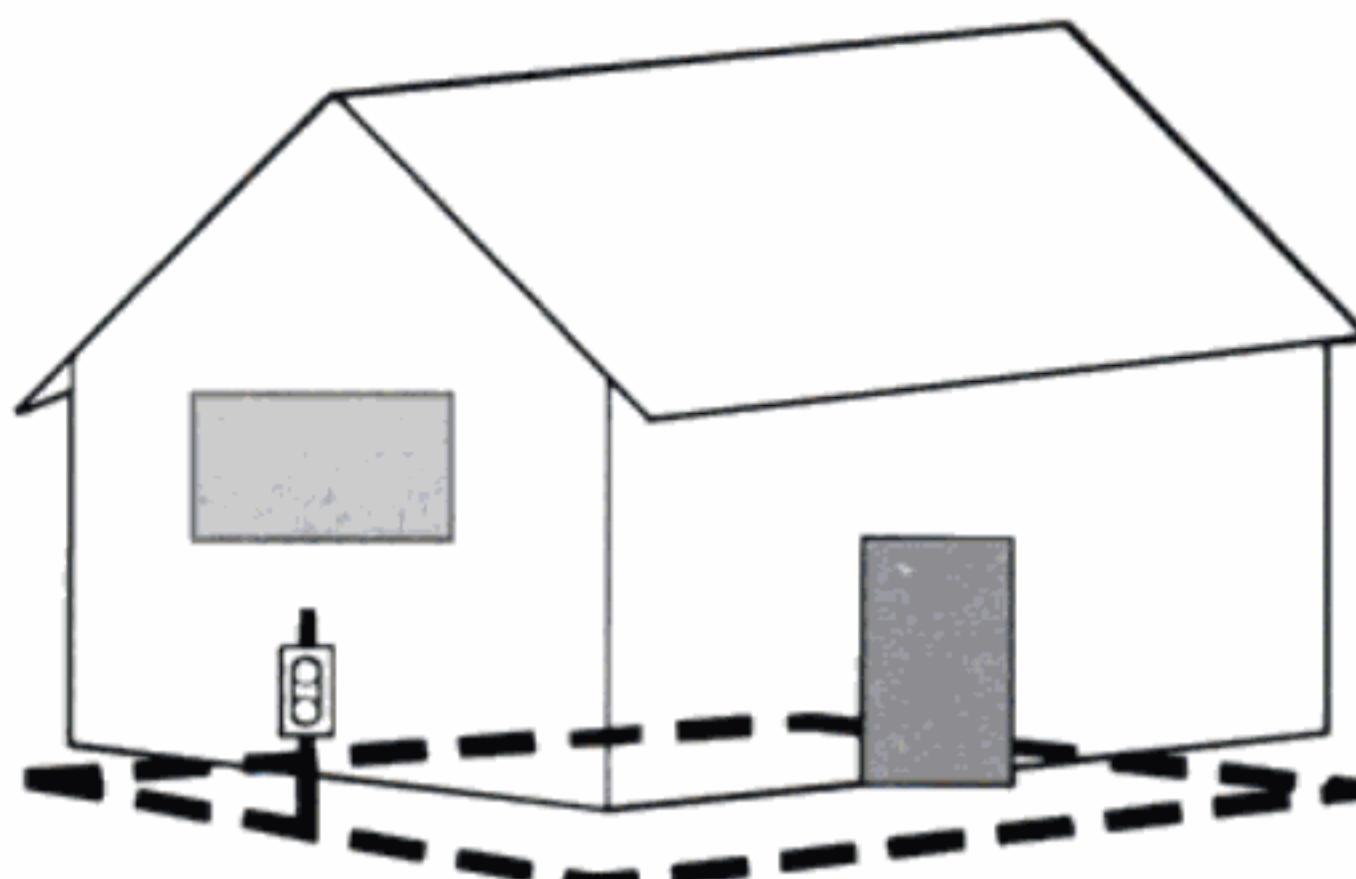
Tensión de paso:

La tensión de paso (ΔV) es la diferencia de potencial a la superficie del suelo entre dos puntos separados por una distancia de un paso, que se toma a 1 m con respecto a la dirección del gradiente de potencial máximo.



LA FORMA DE LAS CONEXIONES A TIERRA

En la siguiente figura, se muestra la forma elemental de conexión a tierra, que se puede hacer con conductor de cobre de 28 mm² de sección.



CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE TIERRAS

Malla alrededor de la construcción:

Consiste de un conductor debajo de la cimentación de concreto, este conductor se entierra por lo general a 1.0 m de profundidad y puede ser:

- Cobre de 25 mm² de sección.
- Aluminio de 35 mm² de sección.
- Acero galvanizado de 95 mm² de sección.

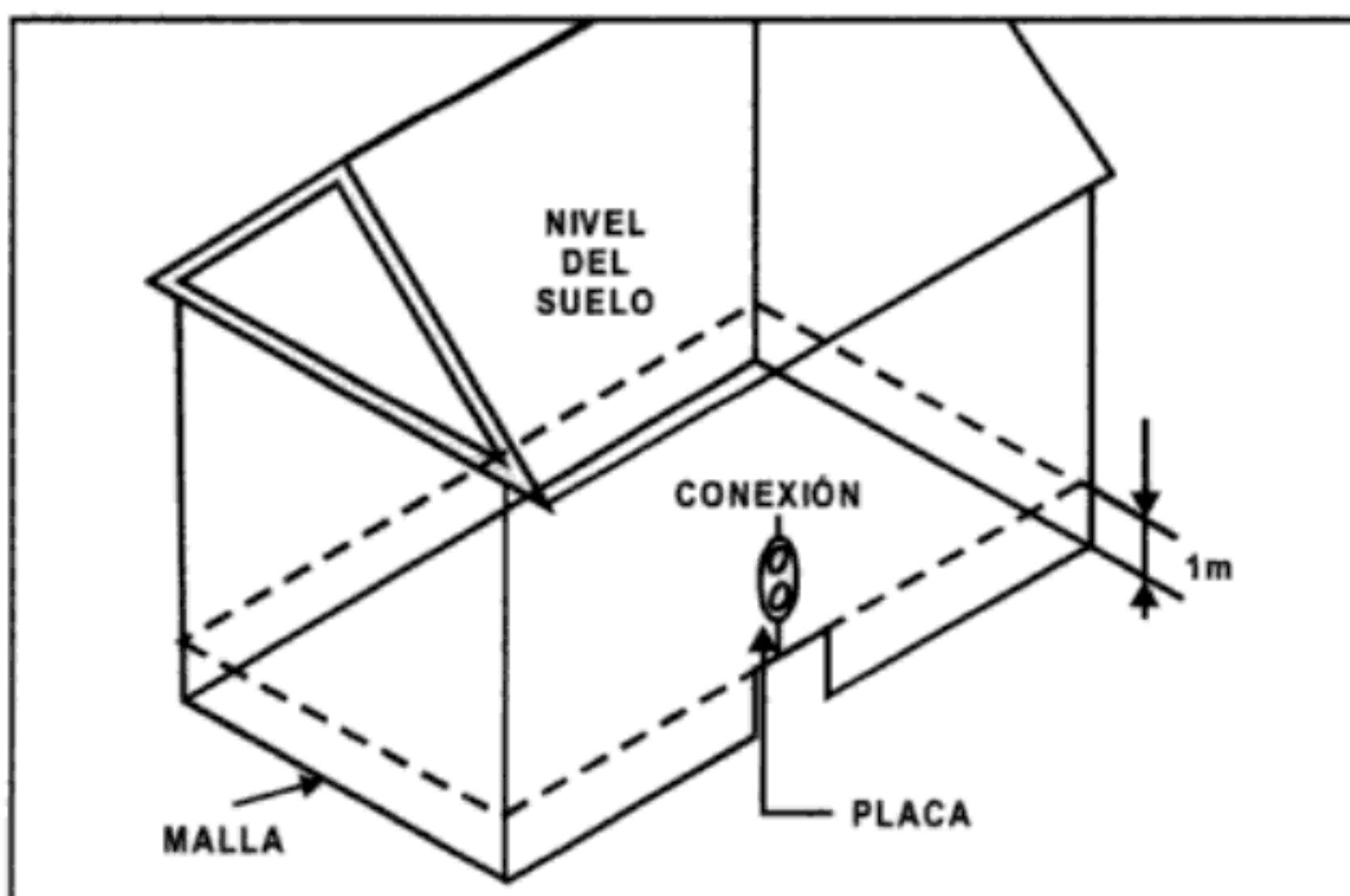
El valor de la resistencia de tierra se calcula como:

$$R = 2\rho / L$$

Donde:

ρ = Longitud de la malla en metros.

ρ = Resistividad del suelo en $\Omega\text{-m}$.



$$R = 2\rho / L$$

L = LONGITUD EN METROS DE LA TRAYECTORIA

EJEMPLO

Calcular la resistencia de la conexión a tierra hecha a base de conductores en un terreno que tiene una resistividad $\rho = 500 \Omega\text{-m}$ en una casa de 7 m de ancho por 15 m de largo.

SOLUCIÓN

De la expresión:

$$R = \frac{2\rho}{L}$$

$L = 2 \times 15 + 2 \times 7 = 44 \text{ m.}$ es el perímetro de la instalación:

Ahora:

$$R = \frac{2 \times 500}{44} = 22.7 \Omega$$

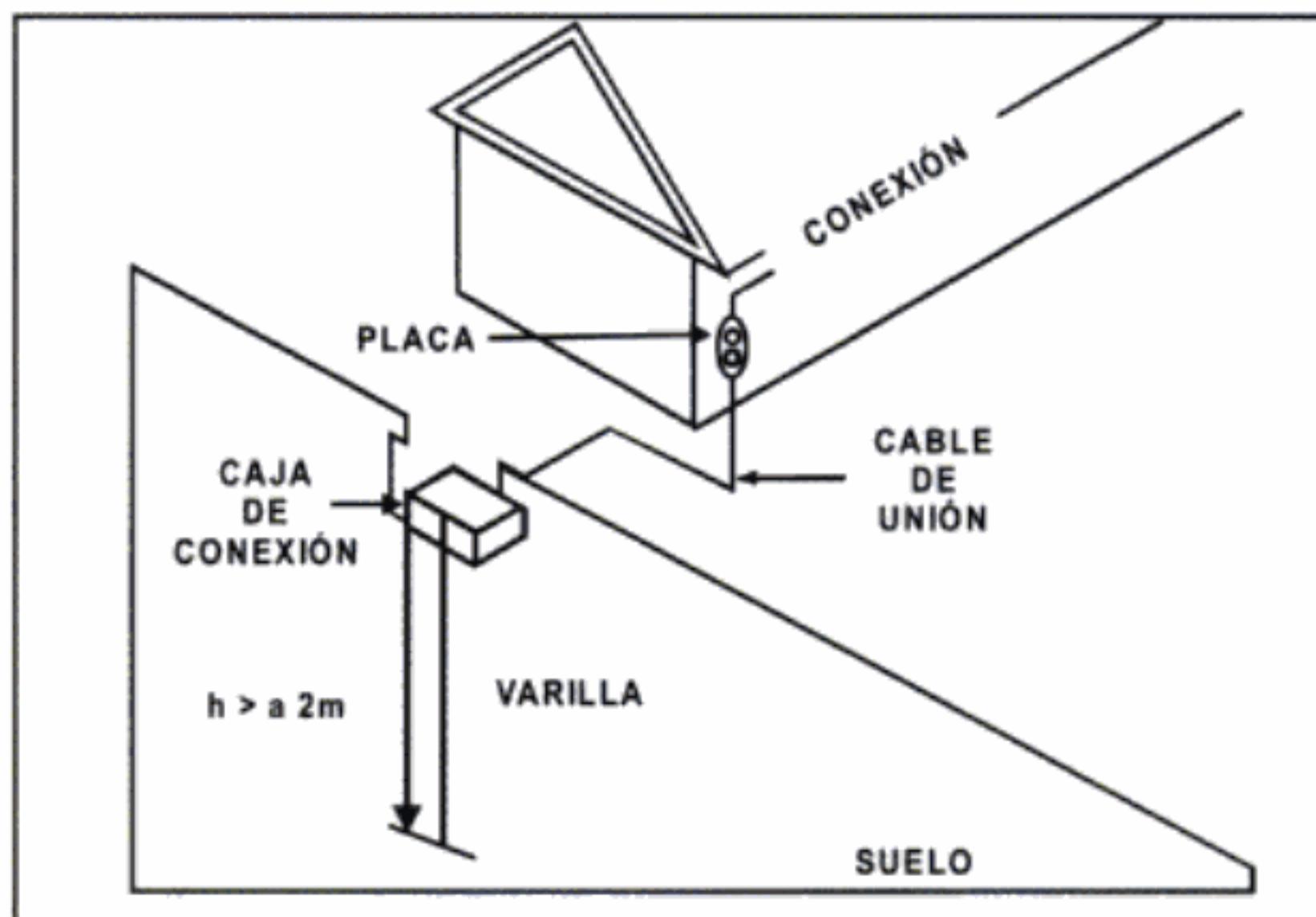
Conductor en trinchera. Un conductor dentro de una trinchera es algunas veces la solución para la red de tierras en las construcciones viejas. Para su realización, es necesario respetar una separación de 20 cm. con respecto a cualquier otra canalización, (agua, gas, etc.), la profundidad mínima de instalación es de 1.0 m, y el tipo y dimensiones del conductor es idéntico al descrito en el caso anterior.

El valor de la resistencia de tierra se calcula también como. $R = \frac{2\rho}{L}$

- Una barra cilíndrica de acero recubierta con cobre, de 15 mm de diámetro.

El valor de la resistencia de tierra se calcula como $R = \rho / L$.

Donde: L = longitud del electrodo en metros.



$$R = \rho / L$$

L = PROFUNDIDAD DE LA VARILLA EN METROS

EJEMPLO



Calcular el valor de la resistencia de tierra de una conexión hecha con un electrodo de 2.5 m de altura, en un suelo rocoso que tiene una resistividad $\rho = 3000 \Omega \cdot \text{m}$.

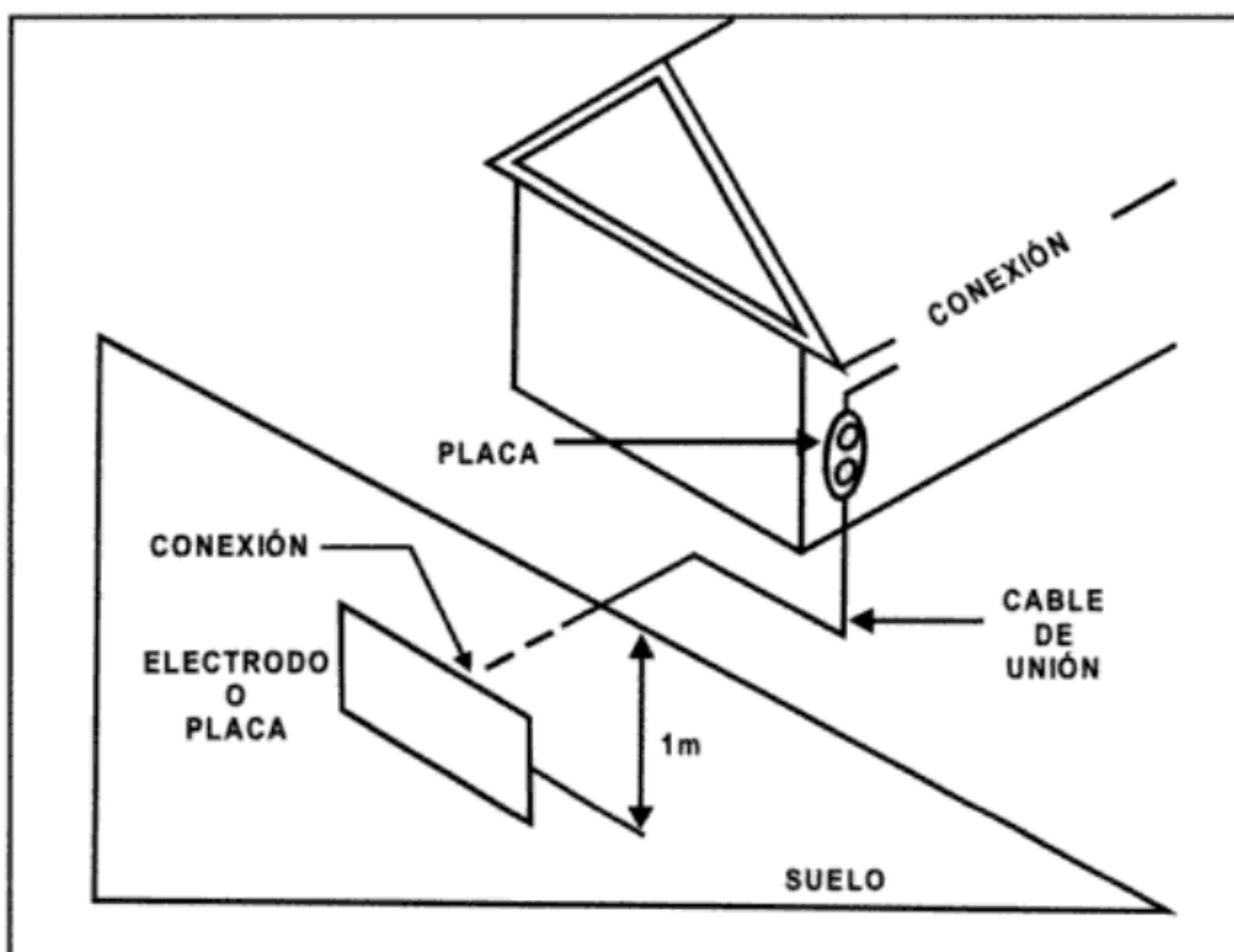
SOLUCIÓN



$$R = \frac{\rho}{L} = \frac{3000}{2.5} = 1200 \Omega$$

CONEXIÓN A TIERRA POR MEDIO DE UNA PLACA VERTICAL

Una placa metálica enterrada verticalmente constituye una conexión a tierra. Esta solución se adopta por lo regular para casas o edificios ya construidos. Se usan por lo general placas cuadradas de 1.0 m por lado, o bien placas rectangulares de 1.0 x 0.5 m, que pueden ser de acero galvanizado de 3 mm de espesor, o bien cobre de 2 mm de espesor.

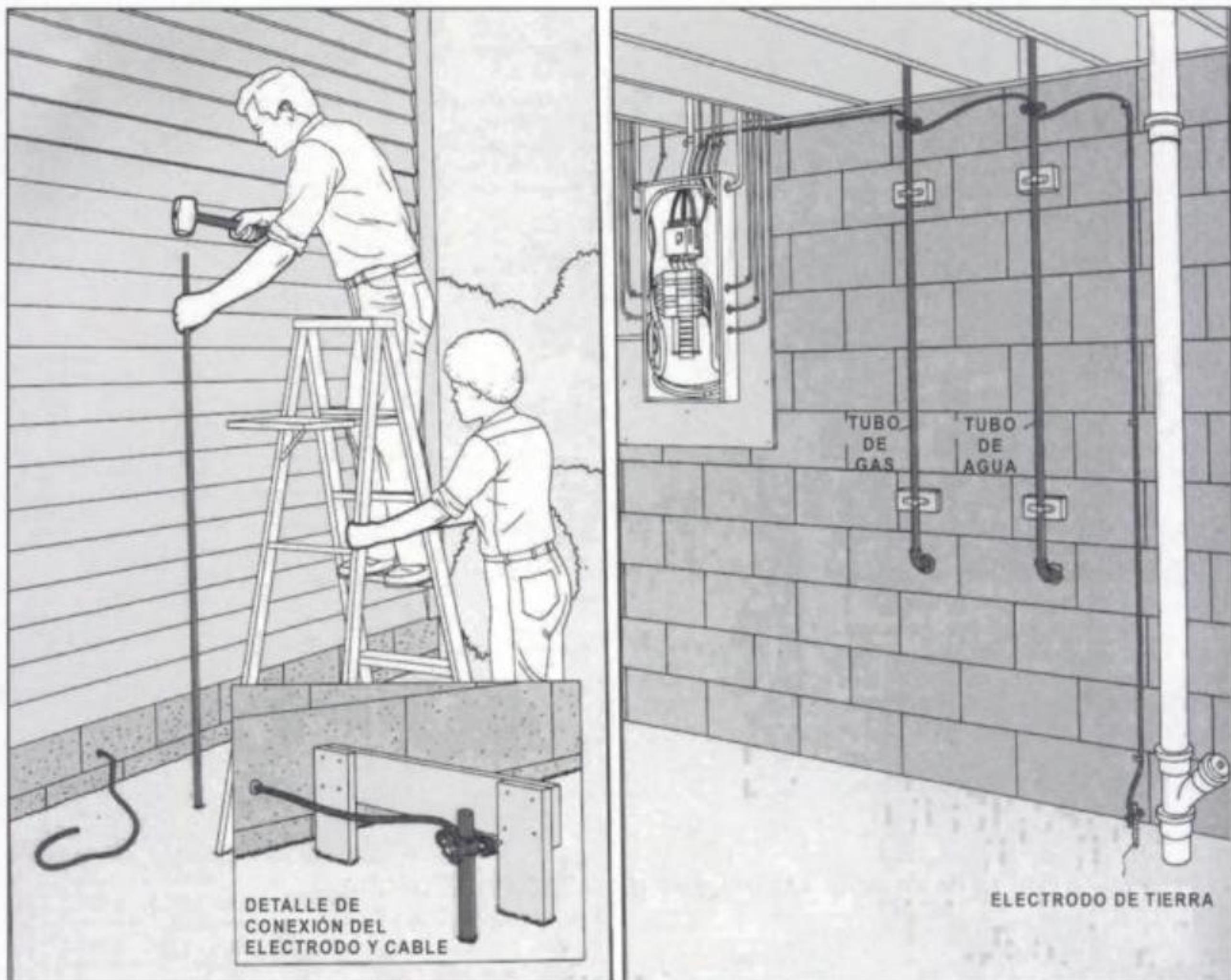


$$R = 0.8 p / L$$

L = PERÍMETRO DE LA PLACA EN METROS

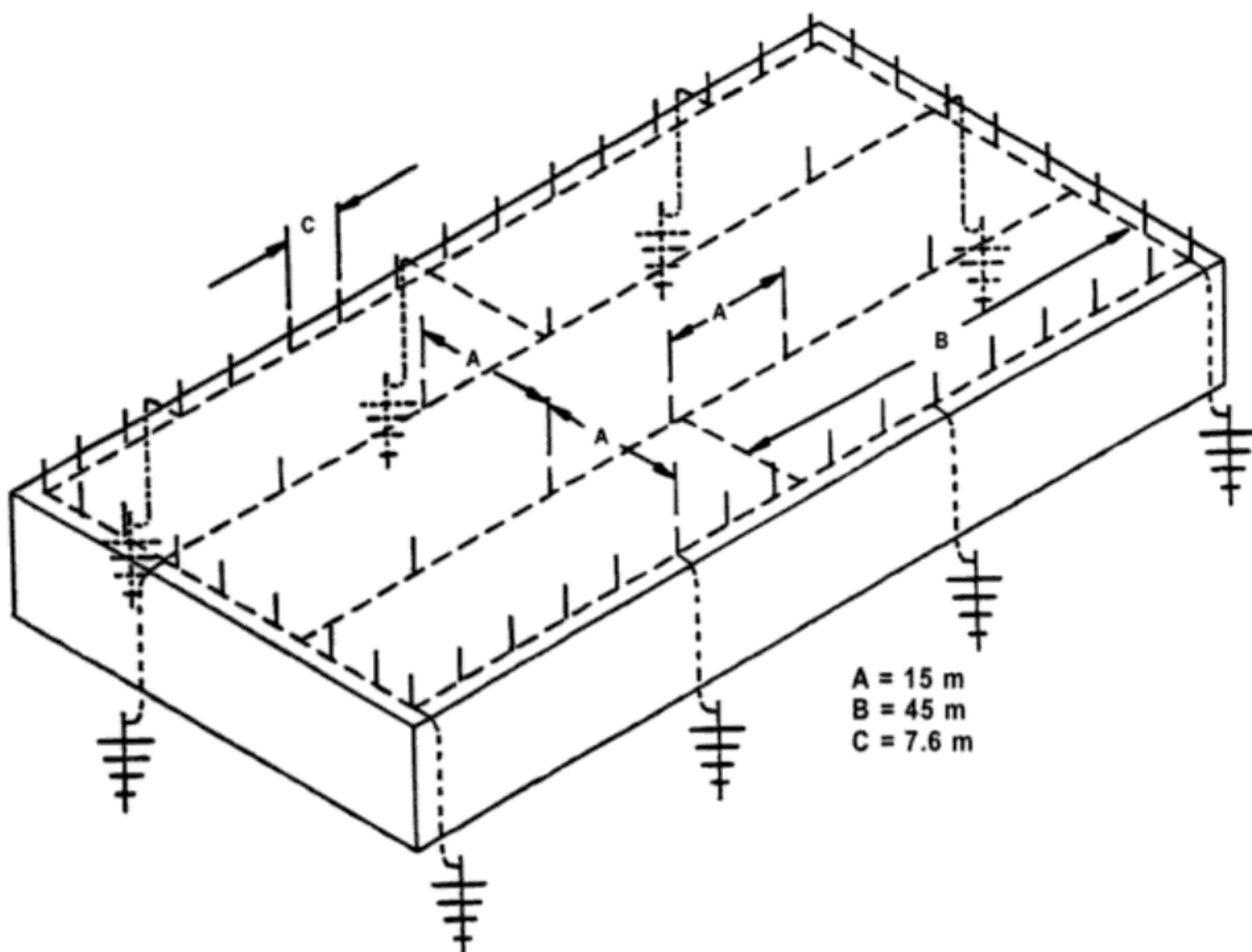
EJEMPLO

Calcular la resistencia de la puesta a tierra de una conexión hecha con una placa de cobre de 1.0 x 0.5 m, en un terreno arcilloso con una resistividad $p = 500 \Omega \cdot \text{m}$.



PROTECCIÓN DE EDIFICIOS ORDINARIOS CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Los edificios para los propósitos de la protección contra descargas atmosféricas, en forma independiente de que sean comerciales, granjas industriales, instituciones (escuelas, hospitales) o residenciales, se clasifican como Clase I y Clase II.

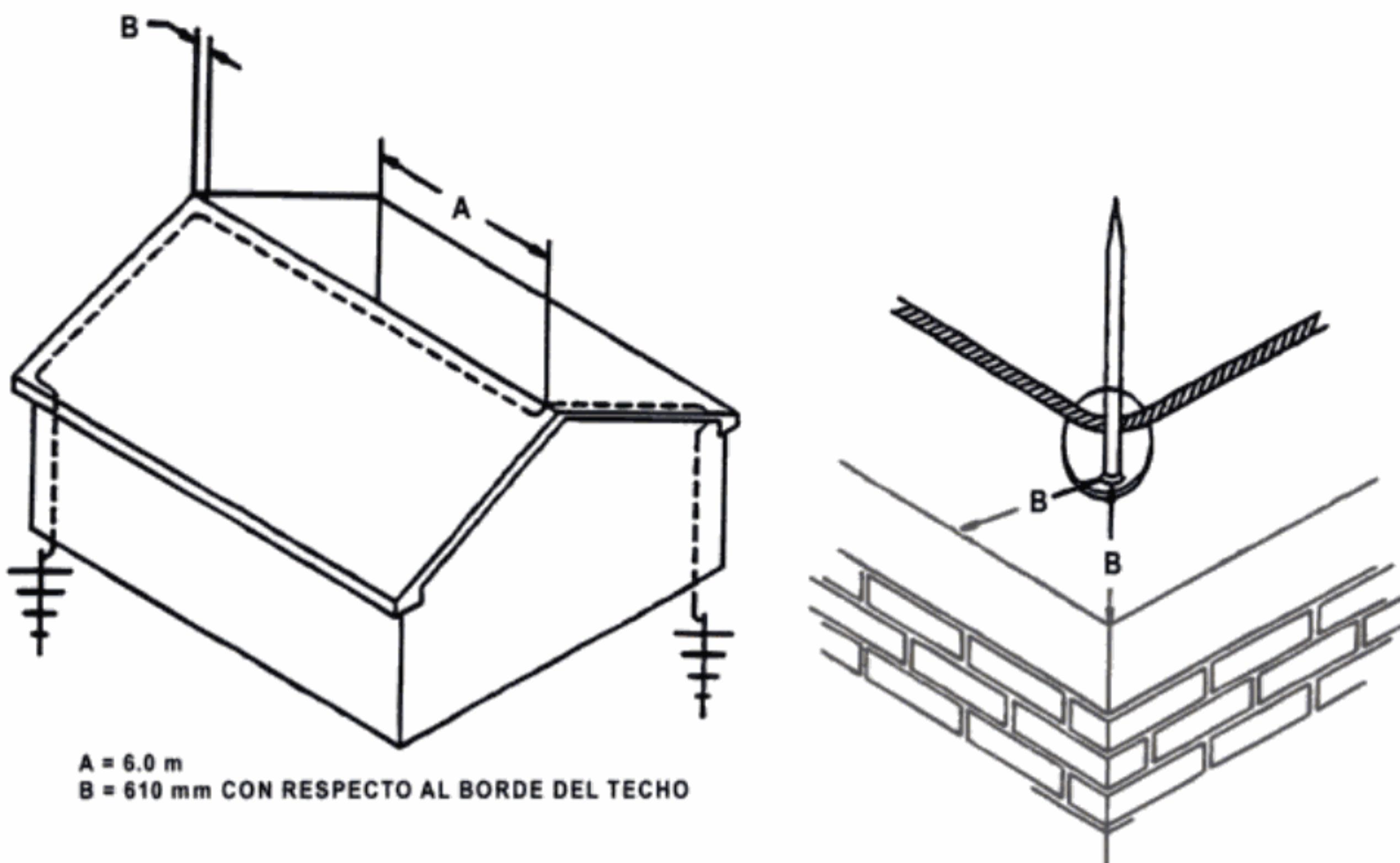


SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE BAJADAS DE TIERRA

Edificios Clase I. Es un edificio construido en forma convencional y usado con propósitos ordinarios, como usos comerciales, industriales, residenciales o institucionales (escuelas, hospitales, corporativos del gobierno, etc.), que no tiene más de 23.0 m de altura.

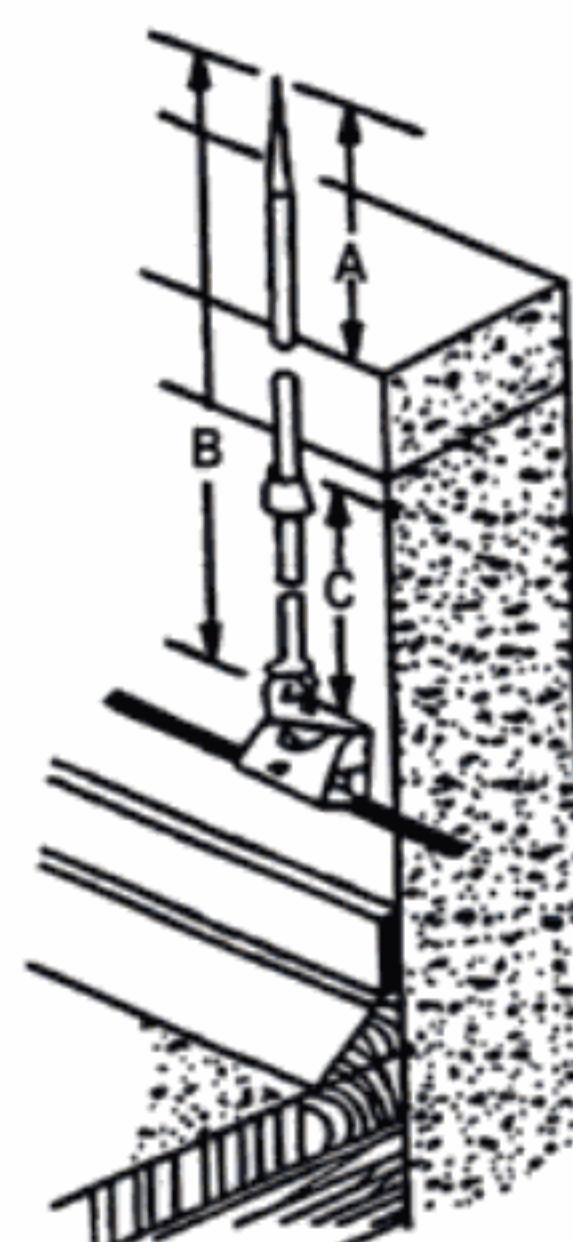
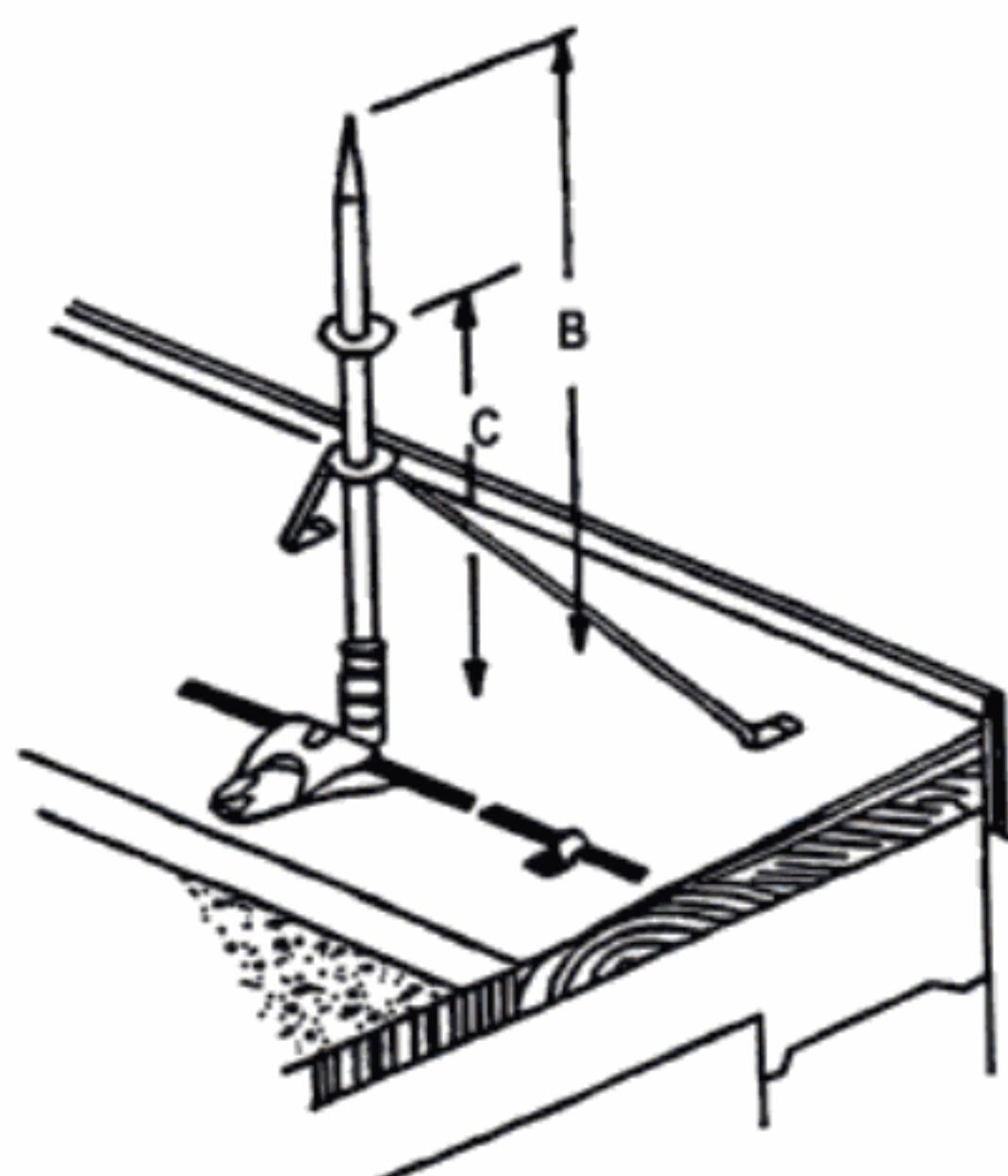
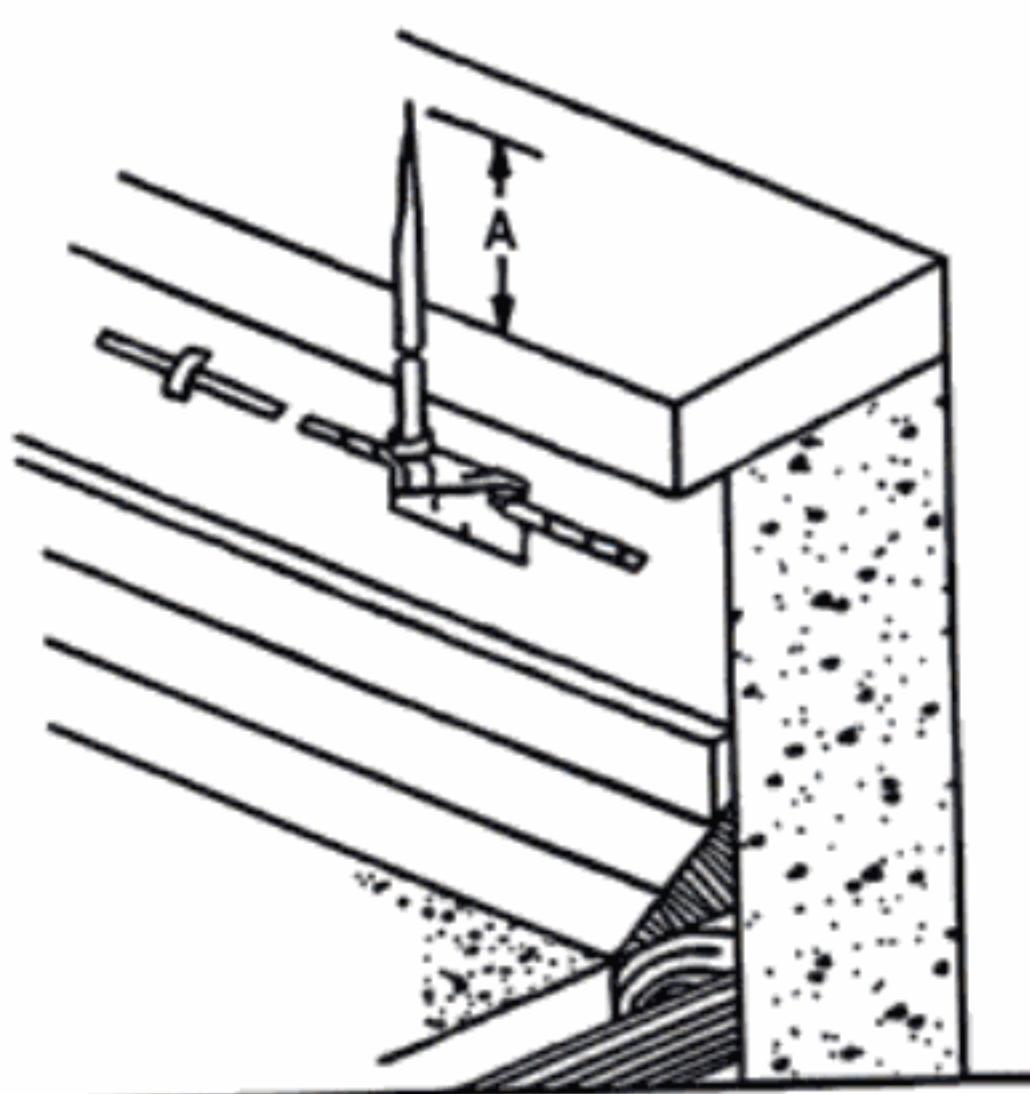
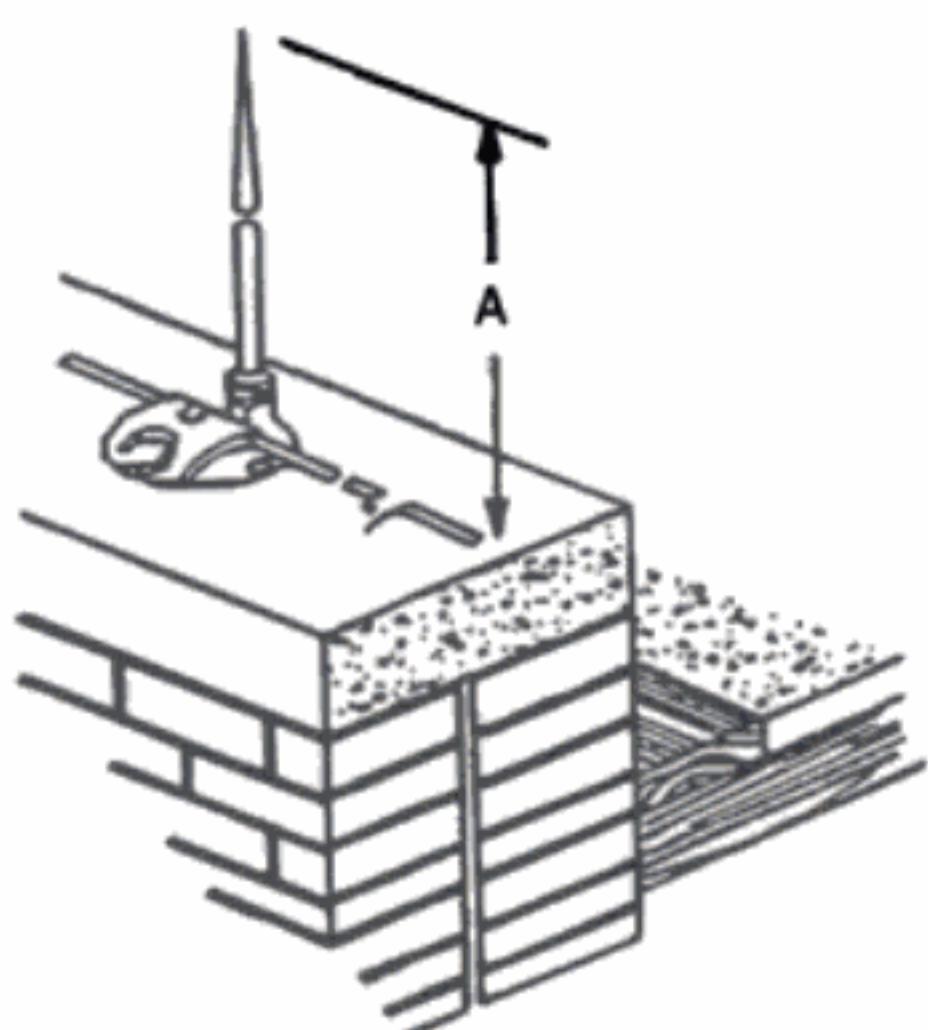
Edificio clase II. Es un edificio de las mismas características que los de clase I, pero con una altura superior a los 23.0 m.

Existen dos categorías más de edificios, que se deben considerar para la protección contra rayos y que son:



LOCALIZACIÓN DE PARARAYOS EN TECHO Y BAJADAS EN TIERRA

La punta del pararrayos debe quedar al menos 25.4 mm (10 pulg) sobre el nivel del objeto que se va a proteger. En caso de que el intervalo entre las varillas o pararrayos no sea mayor de 6 (20 pies) y al menos 610 mm (24 pulg) sobre el objeto a proteger y en caso de que el intervalo entre varillas no sea de más de 6 m (20 pies) pero no mayor de 7.6 (25 pies).



FORMAS DE CONEXIÓN Y LOCALIZACIÓN DE PARARRAYOS

A = Altura mínima del pararrayos.

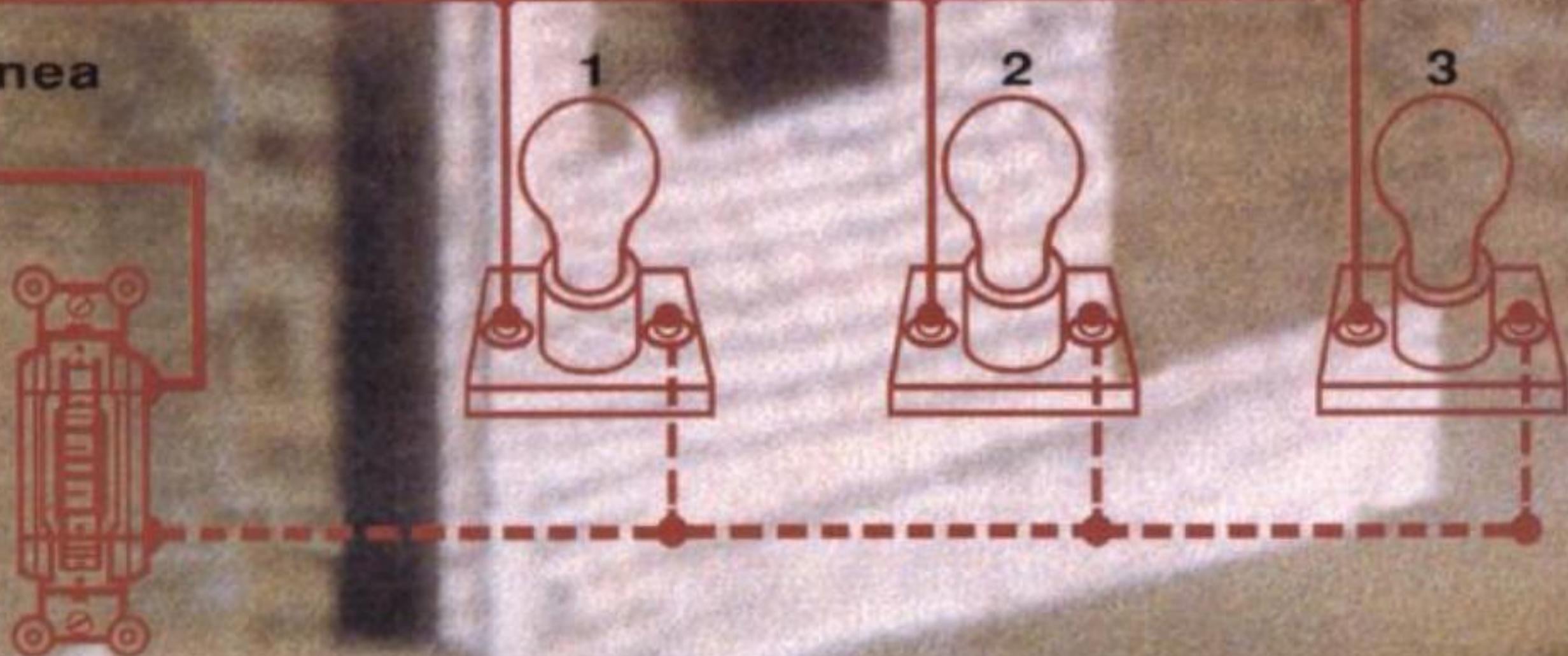
B = Altura total del pararrayos instalados.

C = Altura del soporte del pararrayos.

En esta nueva edición del *Manual práctico de instalaciones eléctricas* se han actualizado todos los capítulos, considerando la versión más reciente de las normas técnicas para instalaciones eléctricas, así como los nuevos enfoques que se han dado a la enseñanza de materias tecnológicas en las instituciones de enseñanza media y superior.

También se han incluido, a sugerencia de los lectores, dos nuevos capítulos: uno sobre la "Reparación y modificación de las instalaciones eléctricas", y otro, acerca de la "Conexión a tierra de las instalaciones eléctricas", temas con un enfoque práctico orientado a la solución de problemas específicos que se presentan comúnmente.

Línea



ÁREA: ING. ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

ISBN 968-18-6445-X



e-mail: limusa@noriega.com.mx • www.noriega.com.mx

Copyright material