

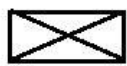
## 1.22 Nomenclatura y Simbología de Planos Eléctricos

La nomenclatura es un conjunto de reglas y símbolos para representar en el plano los elementos y componentes eléctricos que intervienen en una instalación.

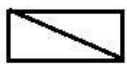
Los símbolos pueden ser letras, números, pequeños gráficos, y/o una combinación de ellos.

En la siguiente tabla se detallan los símbolos de bocas, interruptores y otros elementos utilizados en la confección del croquis o corte de planta.

### SIMBOLOS DE REFERENCIA EN EL CROQUIS



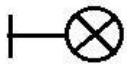
TP - Tablero Principal



TGS - Tablero General Seccional



Boca de techo IUG



Boca de pared IUG



Tomacorriente 2P + T - TUG



Tomacorriente 2P + T - TUE  
Uso especial



Interruptor de 1 efecto



Interruptor de 2 efectos



Interruptor de 3 efectos



Interruptor de combinación



Ventilador de techo



Montante

## Nomenclatura de circuitos y componentes eléctricos:

**Tabla 7**

### Tipos de circuitos AEA (tabla)

| Tipo de circuito    | Designación   | Sigla | máxima n° de bocas | máximo calibre de la protección (PIA) | Sección mínima del cable/linea (mm <sup>2</sup> ) |
|---------------------|---|-------|--------------------|---------------------------------------|---|
| uso general         | iluminación uso general   | IUG   | 15                 | 16 A                                  | 1,5   |
| uso general         | tomacorriente uso general   | TUG   | 15                 | 20 A                                  | 2,5   |
| uso especial        | iluminación uso especial  | IUE   | 12                 | 32 A                                  | 2,5   |
| uso especial        | tomacorriente uso especial  | TUE   | 12                 | 32 A                                  | 2,5   |
| uso específico      | alimentación a fuentes de muy baja tensión funcional                                    | MBTF  | 15                 | 20 A                                  | 1,5   |
| uso específico      | alimentación pequeños motores   | APM   | 15                 | 25 A                                  | 2,5   |
| uso específico      | alimentación de tensión estabilizada  | ATE   | 15                 | responsabilidad del proyectista       | 2,5   |
| uso específico      | circuitos de muy baja tensión sin puesta a tierra                                       | MBTS  | sin limite         | responsabilidad del proyectista       | 2,5   |
| uso específico      | iluminación trifásica específica(prohibido en viviendas)                                | ITE   | 12 por fase        | responsabilidad del proyectista       | 2,5   |
| uso específico      | alimentación de carga única   | ACU   | no corresponde     | responsabilidad del proyectista       | 2,5   |
| uso específico      | otros circuitos específicos   | OCE   | sin limite         | responsabilidad del proyectista       | 2,5   |
| línea principal     | línea que une el medidor con el tablero principal                                       | LP    | no corresponde     | responsabilidad del proyectista       | 4,0   |
| circuito seccional  | línea que une al TP con el tablero seccional general (TSG) y/o tablero seccional (TS)   | CS    | no corresponde     | responsabilidad del proyectista       | 2,5   |
| cable de protección | cable de puesta a tierra que protege al usuario de la instalación                       | PE    | no corresponde     | no corresponde                        | 2,5   |
| cable PAT           | cable que conecta la jabalina con la bornera que conecta todos los PE de la instalación | PAT   | no corresponde     | no corresponde                        | 4,0(monofásico)/<br>6,0(trifásico)                |

### 1.23 Esquema Unifilar o Diagrama Unifilar

Consiste en la representación de la instalación eléctrica real sobre el plano del papel. Para ello se utiliza los símbolos normalizados de los componentes eléctricos vistos anteriormente, y se los ubica en un orden decreciente de la potencia, es decir desde el ingreso de la energía al local o vivienda hasta los circuitos finales con sus tomacorrientes y /o cargas fijas si las hubiere.

Se parte del medidor y aguas abajo se encuentran las protecciones automáticas y diferenciales según los circuitos existentes, se indica sus valores de calibración y las secciones de los conductores hasta llegar a los tomacorrientes y cargas o receptores que pueden ser lámparas, motores, alarma, etc.

También se lo denomina cuadro eléctrico. A continuación, un ejemplo de unifilar.

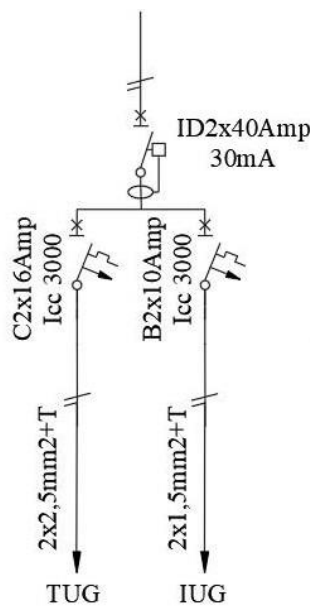


Figura N° 12

Veamos otros ejemplos de unifilares de tableros:

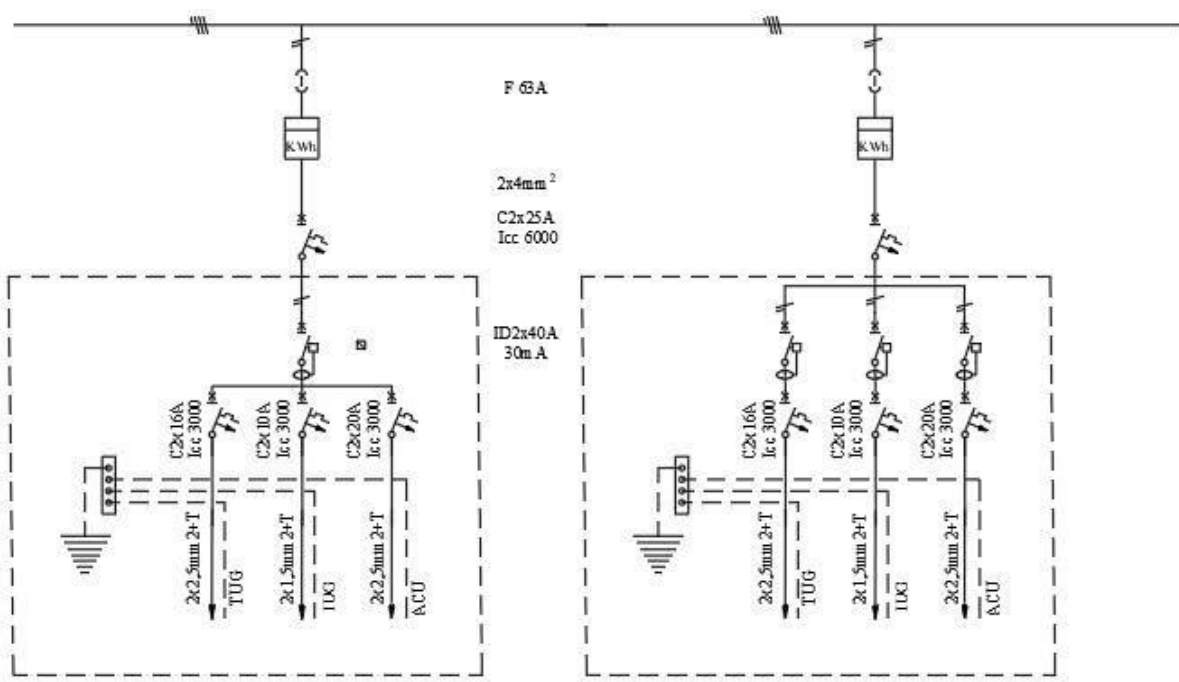


Figura N° 13

## 1.24 Croquización

La croquización pretende que el instalador electricista Categoría III logre representar el local donde realizará una instalación eléctrica. Para ello debe representar en una hoja A4, por ejemplo, una vista o corte de la planta del local donde realizará dicho trabajo, y que deberá presentar junto con el certificado de instalación apta.

El croquis lo realizará con líneas rectas tal como está indicado en la GUÍA AEA 770 - Instalaciones eléctricas en viviendas unifamiliares hasta 10 kW señalizando las puertas y las ventanas. Si bien el croquis no es necesario que sea a escala real, debe conservar una proporción entre sus medidas de los lados, y largo y ancho de la planta. Para ello deberá colocar las cotas con las medidas reales sobre el plano. Como recomendación, las rectas de las caras de las habitaciones van de color negro más oscuro y trazo grueso, mientras que las cotas de color negro más claro y trazo fino como indica la reglamentación pueden copiar el plano de un plano de arquitectura o de un plano catastral. Y si no existe deberá tomar las medidas reales del local y representarla en el papel.

Es importante ubicar a la derecha en el ángulo inferior un pequeño rótulo con los datos del local o vivienda (nombre del titular, dirección del local, y nombre del electricista responsable con su número de habilitación. Indicar “croquis sin escala”.

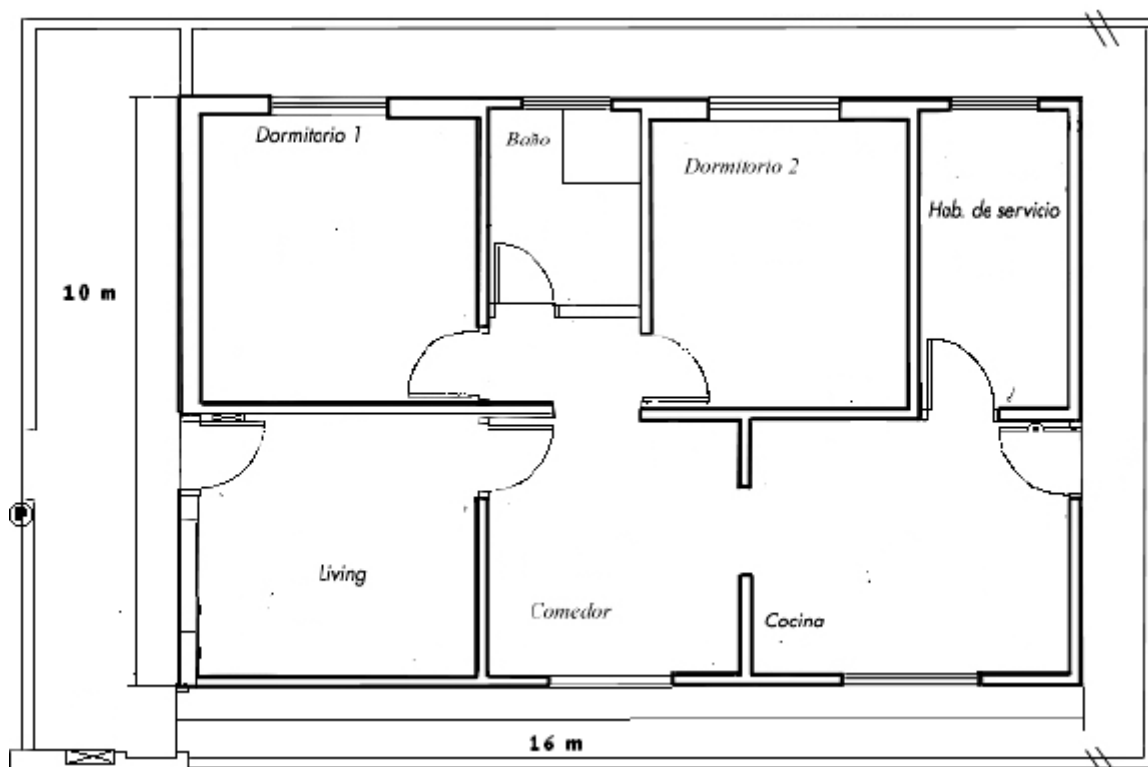


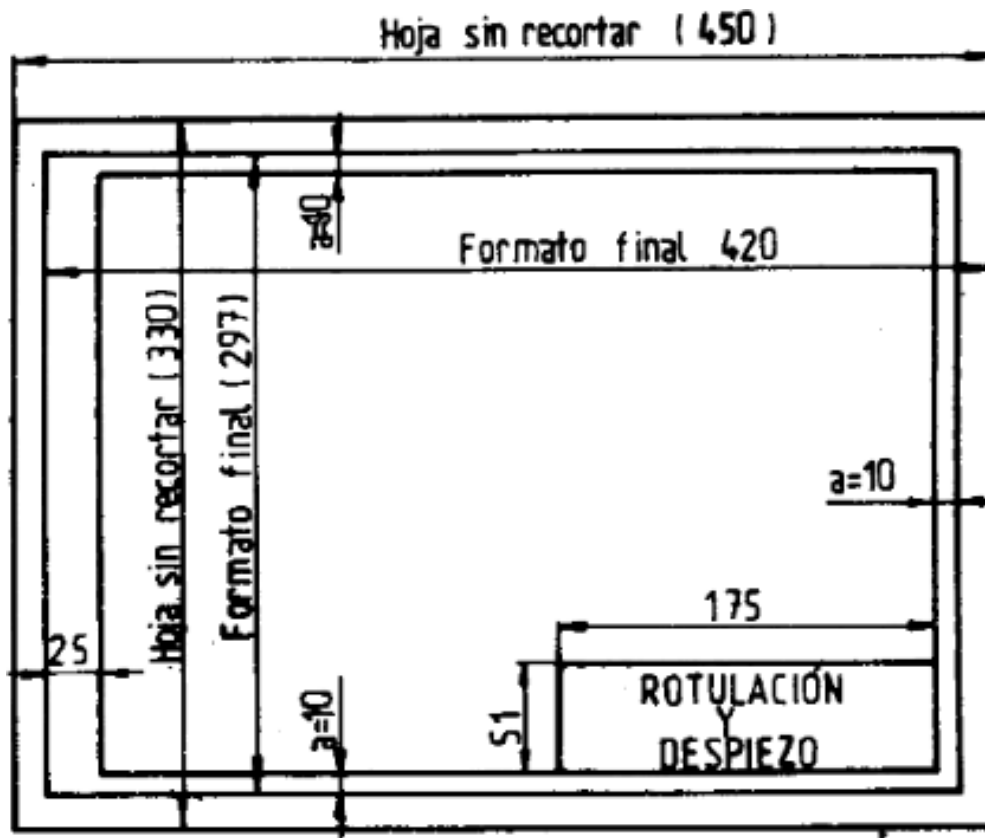
Figura N° 14

| Designación | Medidas (mm) |
|-------------|--------------|
|-------------|--------------|

| Designación | Medidas (mm) |
|-------------|--------------|
| A0          | 841X1189     |
| A1          | 594X841      |
| A2          | 420X594      |
| A3          | 297X420      |
| A4          | 210X297      |

**Tabla N 14**

### Ejemplo de formato A3 con las medidas de rótulo.



*Figura N° 15*

A partir de aquí se sugiere seguir con la GUÍA AEA 770 - Instalaciones eléctricas en viviendas unifamiliares hasta 10 kW para aprender a representar las bocas y cañerías sobre el croquis.

## MÓDULO III

### MATERIALES Y ELEMENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

#### Componentes Eléctricos en Instalaciones.

##### 3.1. Conductores y Cables Eléctricos

De acuerdo con la reglamentación de la AEA, un conductor está recubierto con aislación básica, mientras cable se denomina al conductor aislado y con una cubierta aislante.

Los cables son destinados a conducir la energía eléctrica, generalmente en las condiciones más desfavorables y con las menores pérdidas posibles.

Los conductores pueden ser cobre o aluminio. A igualdad de intensidad de corriente la resistividad del cobre es 18,454 Ohm.mm<sup>2</sup>/km, mientras que la del aluminio 30,287 Ohm.mm<sup>2</sup>/km; ambos a 40°C. Es decir, se requiere un 60 % más de sección del conductor de aluminio respecto del cobre.

Los conductores en general deben cumplir con las siguientes condiciones:

*Figura N° 96*

Temperatura de los aislantes más usados:

| Aislante  | °C en régimen | °C sobrecarga | °C en CC |
|-----------|---------------|---------------|----------|
| PVC       | 70            | 100           | 160      |
| XLPE/LSOH | 90            | 130           | 250      |
| SI        | 90            | 180           | 250      |

TABLA 22

Los cables más utilizados en las instalaciones son:

3.1-1. IRAM-NM 247-3

Cables aislados con policloruro de vinilo (PVC) para tensiones nominales hasta 450/750 V, inclusive. Parte 3. Cables unipolares (sin envoltura) para instalaciones fijas (IEC 60227-3, Mod.). La reglamentación permite su uso en cañerías.

3.1-2. IRAM 2178-1

Cables aislados con dieléctricos sólidos extruidos para tensiones nominales desde 1 kV ( $U_m = 1,2$  kV) hasta 33 kV ( $U_m = 36$  kV). Parte 1 - Cables de potencia y de control, señalización y comando para tensiones nominales de 0,6/1 kV ( $U_m = 1,2$  kV). Su uso permitido es en bandejas, en instalaciones subterráneas.

3.1-3. IRAM 62266/7

Cables de potencia y de control y comando con aislación extruida, de baja emisión de humos y libres de halógenos (LSOH), para una tensión nominal de 1,1kV. Cables unipolares de cobre, para instalaciones eléctricas fijas interiores, aislados con materiales de baja emisión de humos y libre de halógenos (LSOH), para tensiones nominales hasta 450/750 V, inclusive. Su uso es para lugares de alto tránsito de personas.

3.1-4. IRAM 2004/11

Conductores eléctricos de cobre, desnudos, para líneas aéreas de energía. Alambres de cobre recocido. Para conductores eléctricos. Se usan para hacer puestas a tierra y bajadas de pararrayos.

3.1-5. IRAM 247-5

Cables aislados con policloruro de vinilo (PVC) para tensiones nominales hasta 450/750 V, inclusive. Parte 5. Cables flexibles (cordones) (IEC 60227-5, Mod.). Su uso está reservado para instalaciones móviles, un artefacto de iluminación, un equipo electrodoméstico, etc. No está permitido su uso en instalaciones fijas (cañerías, bandejas, ductos subterráneos, etc.).

3.1-6. IRAM 63001

Cables para acometida aérea con neutro concéntrico aislados con polietileno reticulado (XLPE) para tensiones nominales hasta  $U_o/U = 0,6/1,1$ kV.

3.1-7. IRAM 2263

Cables preensamblados con conductores de aluminio aislados con polietileno reticulado para líneas aéreas de hasta 1,1 kV. Se utiliza en sistemas de distribución de baja tensión.

### 3.1-8. IRAM-NM 274

Cables flexibles aislados con caucho de siliconas, unipolares sin envoltura y multipolares con envoltura, resistentes al calor, para tensiones nominales hasta 450/750 V. Utilizado para altas temperaturas como circuitos de dicroicas, estufas eléctricas, etc.

### 3.1-10. Sección nominal de los conductores

La sección nominal de los conductores deberá calcularse en función de su intensidad de corriente máxima admisible y caída de tensión con la verificación final de su solicitud térmica al cortocircuito de acuerdo con la reglamentación de la AEA.

A continuación, se presenta la tabla de intensidad de corriente admisible (A) para temperatura ambiente de 40°C de cálculo. Es para conductores embutidos en cañerías, cablecanales, bandejas, en interior. Para cables enterrados la reglamentación tiene otra tabla.

***Corriente admisible para cable unipolar IRAM NM 247-3***  
***(método de instalación =embutido dentro de cañería)***

| <i>Cobre(mm<sup>2</sup>)</i> | <i>Monofásico</i> | <i>trifásico</i> |
|------------------------------|-------------------|------------------|
| <i>1,0</i>                   | <i>11</i>         | <i>10</i>        |
| 1,5                          | 15                | 14               |
| 2,5                          | 21                | 18               |
| 4                            | 28                | 25               |
| 6                            | 36                | 32               |
| 10                           | 50                | 44               |
| 16                           | 66                | 59               |
| 25                           | 88                | 77               |
| 35                           | 109               | 96               |
| 50                           | 131               | 117              |
| 70                           | 167               | 149              |
| 95                           | 202               | 180              |
| 120                          | 234               | 208              |

**Tabla N° 23**



**Corriente admisible para cable unipolar IRAM 2178**  
(método de instalación = directamente enterrado)

| Cobre(mm <sup>2</sup> ) | Monofásico | trifásico |
|-------------------------|------------|-----------|
| 1,5                     | 29         | 25        |
| 2,5                     | 39         | 34        |
| 4                       | 51         | 44        |
| 6                       | 65         | 55        |
| 10                      | 88         | 74        |
| 16                      | 112        | 95        |
| 25                      | 144        | 123       |
| 35                      | 173        | 147       |
| 50                      | 207        | 173       |
| 70                      | 254        | 211       |
| 95                      | 306        | 254       |
| 120                     | 350        | 290       |

Una vez seleccionada la sección del conductor, se debe verificar la caída de tensión según se detalla:

- Circuito De Alumbrado,  $\Delta V = 3\%$ .
- Circuito De Fuerza Motriz,  $\Delta V = 5\%$  (En régimen);  $\Delta V = 10$  a  $15\%$  (En arranque).

Con el valor calculado, se asegura que el conductor no corra riesgo de incendio.

Independientemente del resultado del cálculo las secciones no podrán ser menores a las siguientes, que se considerarán **secciones mínimas admisibles** de la tabla siguiente.

| Descripción  | Sección mínima admisible (mm <sup>2</sup> ) |
|--|---|
| Línea principal  | 4   |
| Circuitos seccionales  | 2,5   |
| Circuitos terminales para iluminación de usos generales (con conexión fija o a través de tomacorrientes) | 1,5   |
| Circuitos terminales para tomacorrientes de uso general  | 2,5   |
| Circuitos terminales para iluminación de usos generales que incluyen tomacorrientes de usos generales    | 2,5   |
| Líneas de circuitos para usos especiales   | 2,5   |

|  |     |
|--|-----|
| Líneas de circuitos para uso específico (excepto MBTF)                 | 2,5 |
| Líneas de circuito para uso específico (solo para alimentación a MBTF) | 1,5 |
| Alimentación a interruptores de efecto                                 | 1   |
| Retornos de los interruptores de efecto                                | 1   |
| Conductor de protección  | 2,5 |

**Tabla N° 24**

### 3.2. Canalizaciones y accesorios

Las canalizaciones eléctricas o simplemente tubos en instalaciones eléctricas y sus accesorios son los elementos que se encargan de contener los conductores eléctricos. La función de las canalizaciones eléctricas son proteger a los conductores, ya sea de daños mecánicos, químicos, altas temperatura y humedad; también, distribuirlo de forma uniforme, acomodando el cableado eléctrico en la instalación.

Las canalizaciones eléctricas están fabricadas para adaptarse a cualquier ambiente donde se requiera llevar un cableado eléctrico. Es por eso, que se pueden encontrar empotradas (techos, suelo o paredes), en superficies, al aire libre, zonas vibratorias, zonas húmedas o lugares subterráneos.

Pueden ser realizadas por diferentes materiales: chapa de acero, acero inoxidable, PVC, aluminio, acero galvanizado.

#### 3.2.1 Elementos aislantes

| <b>Norma</b>   | <b>Descripción</b>   | <b>Ilustración</b> |
|--|--|--------------------|
| IRAM 62386-21  | Sistemas de caños y accesorios para instalaciones eléctricas de baja tensión y complementarias - sistemas de caños rígidos           |                    |
| IRAM 62386-23  | Sistemas de caños y accesorios para instalaciones eléctricas de baja tensión y complementarias - sistemas de caños flexibles.        |                    |
| IRAM 62386-22<br>Nota: el caño corrugado plástico de color naranja es propagante de la llama, por lo cual no está permitido para instalaciones eléctricas. | Sistemas de caños y accesorios para instalaciones eléctricas de baja tensión y complementarias - sistemas de caños curvables.        |                    |
| IRAM 62670   | Accesorios para instalaciones eléctricas fijas de baja tensión (domésticas y similares).<br>Requisitos generales para sus envolturas |                    |
| IRAM 62084-1   | Sistemas de cablecanal y de conductos perfilados para instalaciones eléctricas de baja tensión y complementarias                     |                    |

**Tabla 24**

### 3.2.2 Elementos metálicos

| Norma               | Descripción  |
|---------------------|--|
| IRAM 62224          | Accesorios para instalaciones eléctricas fijas, domésticas y similares. Cajas metálicas para embutir, lisas, "Tipo Liviano".   |
| IRAM 62005          | Accesorios para instalaciones eléctricas fijas, domésticas y similares. Cajas metálicas para embutir, lisas "Tipo semipesado". |
| IRAM-IAS U 500 2224 | Caños y accesorios de acero al carbono, roscados y lisos para instalaciones eléctricas. Tipo liviano.                          |
| IRAM-IAS U 500 2005 | Caños y accesorios de acero al carbono, roscados, para instalaciones eléctricas. Tipo semipesado.                              |
| IRAM-IAS U 500 2100 | Tubos de acero cincado para instalaciones eléctricas. Tipo pesado.   |
| IEC 61537           | Gestión de cables: sistemas de bandejas de cables y sistemas de escalera de cables   |

Tabla 25

### 3.2.3 Conectores

| Norma                                | Descripción   |
|--------------------------------------|---|
| IRAM 2071                            | Tomacorrientes bipolares con toma de tierra para uso en instalaciones fijas domiciliarias, de 10 A y 20 A, 250 V de corriente alterna.  |
| IRAM 2071<br>e IRAM<br>608841 -<br>1 | Tomacorriente bipolar con tierra bajo hasta 10 A bajo norma con pantalla de protección a la inserción de cuerpos extraños - apto para clasificación BA2, niños - y colocados desde la altura del zócalo hasta 0,90 m. no se puede insertar nada si no se empuja simultáneamente los dos polos |
| IRAM 2073                            | Fichas bipolares con toma de tierra para usos domiciliarios y similares, de 10 A y 20 A, 250 V de corriente alterna.  |
| IRAM 2063                            | Fichas bipolares sin toma de tierra para usos domiciliarios y similares, de 10 A, 250 V de corriente alterna.<br>Fichas y Tomacorrientes Domiciliarios  |
| IRAM-IEC 60309-<br>1/2               | Fichas, tomacorrientes y conectores para uso industrial. 100V-130V , macho y hembra Amarillos   |
|                                      | Fichas, tomacorrientes y conectores para uso industrial. 200V-250V , macho y hembra- Azul   |

|                        |  |
|------------------------|--|
| IRAM-IEC 60309-<br>1/2 | Fichas, tomacorrientes y conectores para uso industrial. 380V-480V , macho y hembra- Rojo  |
|                        | Fichas, tomacorrientes y conectores para uso industrial. 500V-690V , macho y hembra- Negro   |
| IEC 61984              | IEC 61984: 2008 se aplica a conectores con tensiones nominales superiores a 50 V y hasta 1000 V a.c. y d.c. y corrientes nominales de hasta 125 A por contacto. Uso: inversores on grid- |

Tabla 26

### 3.2-4. Tableros eléctricos.

Constituyen uno de los componentes más importantes de las instalaciones eléctricas y por ende están siempre presentes en ellas, independientemente de su nivel de tensión, su tipo o tamaño. Están destinados a cumplir con algunas de las siguientes funciones: medición, control, maniobra y protección.

Los tableros adquieren las más variadas formas y dimensiones de acuerdo con la función específica que les toque desempeñar, como pueden ser aquellos que se emplean en los distintos tipos de inmuebles (viviendas, sanatorios, escuelas, estadios deportivos, etc.) o bien en industrias.

Las normas que trata o rigen el tema son:

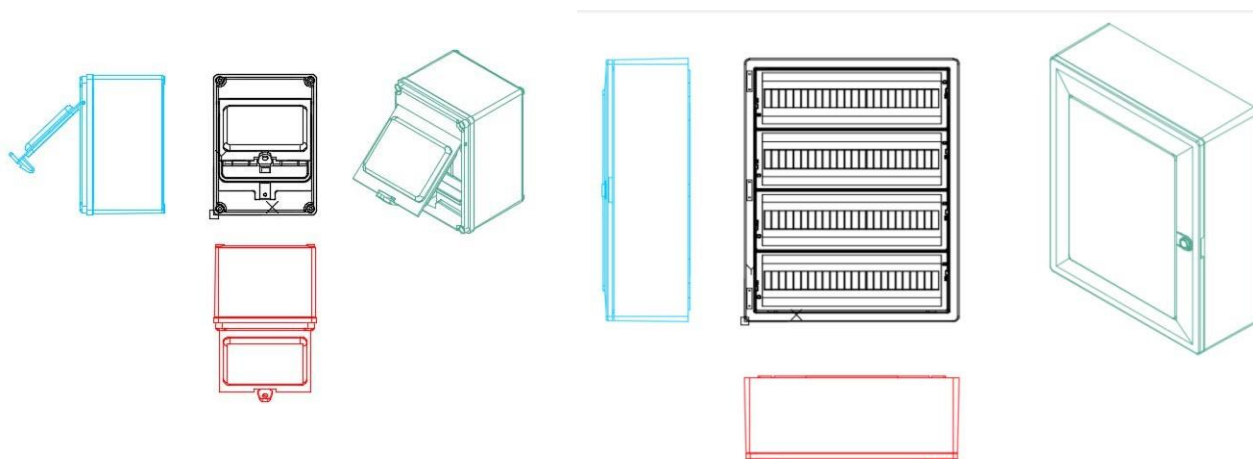
**IRAM 2181-1** Conjuntos de equipos de maniobra y comando de baja tensión. Tableros. De serie y derivados de serie

**AEA 90364 - 7 - 770** AEA 90364-7-770 Viviendas unifamiliares (hasta 63A - clasificaciones BA2 y BD1)

**IEC 61439** Conjuntos de equipos de conmutación y equipos de control de baja tensión - Parte 1: Reglas generales

Desde el punto de vista constructivo propiamente dicho los gabinetes se pueden fabricar empleando chapa de acero laminada o bien material plástico.

Se debe dimensionar contando la cantidad de polos necesarios y está por 2; es decir el doble para reserva de futuras ampliaciones y pasillo técnico



Tablero 4 polos DIN

Tablero 96 polos DIN

Figura 108

### **Recomendaciones**

#### **a) Ubicación**

- Deben estar alejados -30-50 centímetros -de instalaciones de: agua, gas, teléfono, etc.
- Tener espacio libre de apertura de puerta en el frente de este.
- Si son de acceso posterior, dejar atrás de él un espacio de 1m libre.
- Nivel de lux  $\geq 100$ .
- No debe existir en la cercanía, almacenamiento de combustible o materiales inflamables. (pequeños locales comerciales, industriales)
- La puerta deberá identificarse con Tablero Eléctrico Principal: Peligro, riesgo eléctrico y será de material resistente al fuego.

#### **b) Material**

De plástico que tengan:

- Rigidez mecánica.
- No inflamable (Vo - el fuego se extingue en 10seg sin goteo).
- No higroscópico.
- Rigidez dieléctrica.
- Grado de Protección Mínima IP41 o sea (4) protegido contra objetos de  $\varnothing$  mayor a 1mm (1) protegido contra goteo en forma vertical (condensación). Para uso en interiores.

#### **c) Consideraciones generales**

- El acceso a las partes bajo tensión será sólo posible luego de remover la contratapa o cubierta mediante una herramienta.
- Las palancas de protección y mando deben estar ubicadas a una altura del piso entre 1,10 a 1,80m.
- Ningún componente eléctrico debe montarse sobre la cara posterior o laterales del tablero.
- Los tableros que tengan más de tres circuitos de salida deberán contar con un juego de barras o puentes aislados (peine) que permitan conectar o remover cada uno de los elementos de protección o mando sin afectar al otro.
- Posición de las fases de alimentación, de izquierda a derecha, L1, L2, L3.
- En los tableros no debe haber empalmes para otros circuitos como si fuera una caja de paso. Dado el caso, se debe utilizarse bornera sobre riel DIN.

- Es fundamental usar terminales correspondientes y el torque adecuado para garantizar la firmeza del conexionado de los conductores a todos los bornes.
- Dispondrán de placa colectora o borneras de puesta a tierra, con el número de bornes suficientes al número de circuitos de salida, donde se conectarán los conductores de protección (verde amarillo).

### 3.3. Protecciones <sup>1</sup>

#### 3.4-1. Fusibles

Son elementos de protección, constituidos por un alambre o una lámina metálica, dimensionado para fundirse a partir de determinada intensidad de corriente.

La función de los fusibles es proteger los cables y conductores de la corriente de sobrecarga y cortocircuito, como así también a componentes de maniobras y motores.

**Clases de servicios:** de acuerdo con su función, los fusibles se subdividen en clases de servicios, que se identifican con 2 letras

La primera señala, la clase de funcionamiento:

A - Fusible de uso parcial.

G - Fusible de uso general.

---

<sup>1</sup> Fuente consultada: Energía y electricidad. Agencia Córdoba Empleo - 2014

La segunda letra, el objeto a proteger:

G - Protección de cables y conductores.

M - Protección de aparatos de maniobras.

R - Protección de semiconductores.

L - Protección de cable y conductores (según DIN -VDE).

B - Protección de instalaciones mineras.

Tr - Protección de transformadores.

C - Capacitores.

Los fusibles de uso general gl/gG, desconectan con seguridad, tanto por sobrecarga (1.6 In), como por cortocircuito (2.5 In en los rápidos y 8 In en los retardados).

Los cartuchos tipos diazed, con cuerpo de porcelana y parte metálica en bronce pueden tener una tensión asignada desde 400 VAC hasta 750 VAC y de corriente asignada normalizada, de 2-

4-6-10-13-16-20-25-32-35-40-50-63-80-100 A.

Mientras que los fusibles NH de uso industrial, según su tamaño es el alcance de la intensidad asignada normalizada.

| Fusibles tipo gL/ gG | Tamaño y modelo | Alcance de intensidad asignada.                                   |
|----------------------|-----------------|---|
|                      | NH 000          | De 10- 16-20- 25- 36 - 40- 50- 63- 80- 100 A                      |
|                      | NH 00           | De 80 - 100- 125- 160 A   |
|                      | NH 1            | De 36- 40- 50- 63- 80- 100- 125- 160- 200- 224- 250 A             |
|                      | NH 2            | De 50- 63- 80- 100- 125- 160- 200- 224- 250- 300- 315- 355- 400 A |
|                      | NH 3            | De 200- 224-250- 300- 315- 355- 400- 500- 630 A                   |
|                      | NH 4            | De 630- 800- 1000- 1250 A   |

**Tabla 28**

Para una buena selección del fusible se debe cumplir:

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

Los fusibles gL/gG cumplen:

$$I_2 \leq 1,45 I_n$$

**Referencias:**

$I_B$  = Corriente de servicio de circuito.

$I_n$  = Corriente de protección del fusible.

$I_z$  = Corriente admisible del cable o de la línea.

$I_2$  = Corriente de destrucción del fusible.

Para la coordinación de fusible con fusible se debe cumplir:

$$I_{nfa} > 1,6 I_{nfp}$$

Aunque lo que se recomienda es:

$$I_{nfa} > 2 I_{nfp}$$

Siendo:

- $I_{nfa}$  = la corriente nominal del fusible antepuesto.
- $I_{nfp}$  = la corriente nominal del fusible pospuesto.

Para la coordinación de fusible antepuesto con interruptor automático pospuesto se debe cumplir con:

$$I_{nf} < 1,2 I_{nfL}$$

Siendo:

- $I_{nf}$  = la corriente nominal del fusible.
- $I_{nfL}$  = la corriente nominal del interruptor automático.

Podemos observar las curvas características tiempo/corriente de los fusibles en el siguiente cuadro:

*Fusibles Diazed y Neozed respectivamente*

*Figura 116*

**Capacidad de ruptura:** esta capacidad es la corriente máxima de cortocircuito que puede dominar o manejar el fusible.

La capacidad de ruptura asignada en corriente alterna llega a los 50 kA en los fusibles Neozed y Diazed y a 120 kA en los NH.

**IMPORTANTE:**

**El fusible no se puede ni se debe reparar.**

**Por seguridad, se debe maniobrar con la pinza saca fusible.**

El fusible debe resistir una hora, una intensidad igual a 1,3 el valor nominal y fundirse en menos de media hora con una intensidad igual a 1,6 veces la de su nominal. La intensidad nominal del fusible será como máxima, igual al valor de la intensidad máxima de servicio del conductor protegido.

### 3.4-2. Interruptores Automáticos

Los interruptores automáticos denominados por la reglamentación PIA (pequeños interruptores), se utilizan para proteger contra los efectos de sobrecarga y cortocircuito a los cables y conductores que conforman una red de distribución de energía eléctrica. Estos responden a la Norma IEC 60898, que presta especial atención a la aplicación doméstica o comercial de los PIA y a su operación por personal no idóneo, BA1. Por este motivo, no se permite la regulación de ninguna protección en ellos.

Los circuitos monofásicos se deben proteger con PIA de dos polos, deben cortar neutro y fase por seguridad de las personas. Los circuitos trifásicos con neutro se deben proteger con PIA de 4 polos también por seguridad.

### Principio de funcionamiento

Los interruptores automáticos poseen dos protecciones conectadas en serie, un disparador



térmico bimetálico, que actúa retardado ante sobrecargas, y un disparador magnético (bobina) que reacciona sin retardo ante cortocircuitos.

Poseen una cámara apaga chispas, con la cual se logra una rápida extinción del arco. La vida útil en promedio es de 20.000 maniobras, y el poder de ruptura alcanza hasta 15 kA en algunos modelos, los valores más usados son 3 kA, 4.5 kA, 6 kA y 10 kA.

Se los fabrica con distintas curvas de actuación, según la carga, y esto hace que se distingan por clase, pudiendo ser clase Z, clase B, clase C y clase D.

La curva tipo A no se encuentra normalizada, solo pertenece a un fabricante.

Comercialmente se consiguen de 1 polo, 2, 3 y 4 polos. De corrientes 1A, 2A, 4A, 6 A, 10 A, 16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A, 50 A y 63 A.

Usos

El uso de los interruptores termomagnéticos se determina además por la cantidad de polos

- 2 y 4 polos: Protección primaria (tablero principal) y secundaria (tableros aguas abajo)
- 3 Polos: motores
- 1 polo: interruptor de efecto
- 1 polo +neutro: protección terciaria a bornes de una maquina (monofásico)

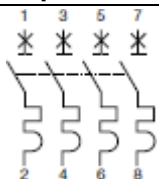
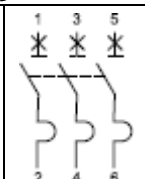

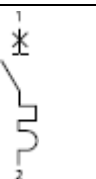
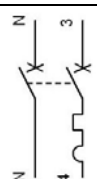
| Ancho de interruptores bajo norma IEC 60898 |   |  |   |   |   |
|---|---|--|---|---|---|
| Cantidad de polos                           |  |  |  |  |  |
|   | Ancho DIN en pasos de 9 mm  | 8  | 6   | 4   | 2   |

Tabla 29

Uso:

La utilización de los interruptores termomagnético es de uso obligatorio en las instalaciones de acuerdo a reglamentación AEA

**Características normativas de un PIA (Pequeño Interruptor Automático).**

- La corriente nominal.
- La tensión nominal.
- Poder de corte o cortocircuito.

- Posición de contacto
- Norma de fabricación
- Sellos: IRAM o equivalente, seguridad eléctrica
- La clase de limitación.
- El tipo de protección.

A continuación, vamos a tratar de interpretar la curva de desconexión recordando que es para el universo de los interruptores termomagnéticos (todas las marcas).

### Curvas de desconexión

- Clase Z de 2 a 3 veces  $I_n$  (Ideal para proteger circuitos electrónicos como un fusible NH gR)
- Clase B de 3 a 5 veces  $I_n$  (ideal cuando no hay arranque de motores o bobinados)
- Clase C de 5 a 10 veces  $I_n$  (La más usada en hogar e industria)
- Clase D de 10 a 20 veces  $I_n$  (equipos electrónicos con rectificadores de entrada y transformadores)
- Clase K de 8 a 12 veces  $I_n$  (Motores de mucha inercia y transformadores)
- Clase S de 13 a 17 veces  $I_n$  (Motores de mucha inercia y transformadores)

Para una buena selección del interruptor automático se debe cumplir:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \text{ y además } I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$$

Donde,

- $I_B$  = Corriente de servicio, es la intensidad de la corriente determinada por la carga en funcionamiento normal.
- $I_n$  = Corriente asignada, es la intensidad de la corriente para la que se diseñó el interruptor automático.
- $I_Z$  = Corriente admisible, es la intensidad de la corriente de carga permanente de un conductor sin que se exceda la temperatura límite de aislamiento.
- $1,45 I_Z$  = Corriente de sobrecarga máxima, con limitación de tiempo para la cual, el sobrepasar momentáneamente la temperatura límite permanente, no origine reducción de las propiedades de aislamiento.
- $I_2$  = Corriente para la cual se produce la desconexión antes de una hora. Los interruptores termomagnéticos tienen sus características de disparo térmico por sobrecarga ajustada a  $I_2 = 1,45 \cdot I_n$ .

**Selectividad:** significa que en caso de una falla sólo reaccionará el elemento de protección más cercano, en el sentido de la corriente, al punto de anomalía. De esta manera los demás circuitos conectados en paralelo seguirán administrando energía.

En resumen, en el esquema de la figura 122, ante una falla en el circuito 4 actuará el interruptor Q6 permaneciendo en servicio los interruptores Q1 y Q3 suministrando así energía a los circuitos 1,2, 3, y 5.

Para la coordinación de interruptores automáticos se debe cumplir con:  $I_{na} > 2 I_{np}$

Siendo:

- $I_{na}$ = la corriente nominal del interruptor antepuesto.
- $I_{np}$ = la corriente nominal del interruptor pospuesto.

### 3.4-3. Interruptor Diferencial

Los interruptores diferenciales destinados a proteger la vida de las personas están diseñados para funcionar automáticamente cuando la corriente de fuga excede de 30mA y en un tiempo menor de 0,200 segundos, es decir menor a 200 milisegundos:

Estos no poseen ningún tipo de protección contra sobrecargas o cortocircuitos entre fase y neutro o entre fases (interruptor tetrapolar).

Sirven para detectar las corrientes de defectos a tierra, que eventualmente pudieron producirse en algún punto de la instalación cortando automáticamente, dentro del tiempo compatible con la seguridad humana.

El diferencial monofásico consta de un toroide (conductor magnético) que tiene dos bobinas por las cuales circula la corriente de fase (entra) y la del neutro (retorno) y una tercera bobina detectora conectada al disparador. Si la corriente que entra por la fase es igual a la que regresa por el neutro, la diferencia de los valores iguales es cero, por lo que la bobina detectora no manda la orden de disparo, ya que la tensión inducida en la misma es cero., debido a que el campo magnético del toroide es cero.

Si por el contrario la corriente que circula por la bobina de neutro tiene una diferencia de, al menos, 30 mA (corriente que luego va a tierra), esta diferencia genera un campo magnético dentro del toroide que induce una tensión en la bobina detectora que produce el disparo del interruptor diferencial.

Esta diferencia de corriente ocurre cuando una persona toca el conductor vivo (contacto directo),

cuando toca un artefacto cuyo aislamiento está defectuoso (contacto indirecto) o por una pérdida en la instalación.

### **Esquema de principio de funcionamiento.**

#### *Protección adicional en contacto directo de partes activas.*

Los diferenciales tetrapolares son similares a los monofásicos con la única diferencia que el toroide posee 5 bobinas (3 de fases + 1 neutro + 1 bobina detectora). En condiciones normales la suma vectorial de las corrientes de las tres fases es igual y opuesta a la corriente que circula

por el neutro, por lo que la suma vectorial en el campo magnético del toroide es cero, en la bobina detectora no hay tensión y no se produce el disparo.

Cuando por una fuga a tierra esta suma vectorial tiene un valor igual o superior a 30 mA el campo magnético generado por el toroide induce una tensión que dispara el interruptor diferencial tetrapolar.

Para comprobar el funcionamiento del interruptor diferencial, se dispone de un botón de prueba que simula una falla de 30 mA comprobando todo el mecanismo. El botón de prueba deberá ser accionado periódicamente, por ejemplo cada dos o tres meses.

Con el pulsador de prueba solo se verifica el funcionamiento mecánico, pero no la corriente diferencial  $I_{\Delta n}$  ni el tiempo de disparo.

**Sensibilidad ( $I_{\Delta n}$ ):** Interrumpen automáticamente un circuito en caso de defecto de aislamiento entre conductores activos y tierra, igual o superior a 10 mA (personas en piscinas), 30 mA (personas con piel seca), 100 mA a 300 mA máquinas industriales (como ascensores, compresores, etc.) 1.000 mA a 3.000 mA en tableros principales.

Cuando hay varios tableros en cascada se debe coordinar la sensibilidad de los diferenciales.

No tiene capacidad de seccionamiento, por lo tanto, no reemplazan a un PIA o fusible. El valor de intensidad de corriente nominal del diferencial debe ser superior al del PIA.

Por ejemplo, si tenemos un circuito con un PIA de 20 A nominales, el diferencial elegido debe ser de 25 A de  $I_n$  y 30 mA de  $I_{\Delta n}$ .

Eliminar o anular el interruptor diferencial es violatorio a la reglamentación de la AEA, y la ley de Seguridad Eléctrica de la Provincia de Córdoba

### **Tipo de corriente**

Los interruptores diferenciales habituales o estándar tipo AC están diseñados para funcionar únicamente con corriente alterna.

## Clases de interruptores diferenciales

- **Clase AC:** para corrientes senoidales que ocurren repentinamente o aumentan lentamente en magnitud
- **Clase A-Ai:** Se diferencia de los AC en que utilizan un toroide mejorado e incluye un bloque electrónico de detección de corriente rectificado o pulsante, esto lo hace apto para disparar tanto con corriente de defecto alternas sinusoidales como con corriente pulsantes. Este tipo de corriente lo producen los aparatos electrodomésticos o industriales con componentes electrónicos, en caso de fallas de aislamiento de dichos aparatos.
- **Clase B:** son utilizados para proteger frente a corrientes de fuga alternas y pulsantes suaves hasta 1 kHz. Adecuado para la protección diferencial y evitar desconexiones intempestivas por variadores de frecuencia, variadores de velocidad, onduladores y cargadores de baterías trifásicos. Es simbolizado con un rectángulo en el que se indica una onda sinusoidal y que está por encima de una segunda oscilación, además de un segundo rectángulo en el que una línea está por encima de una línea discontinua.

Existen además otras categorías

- **Clase B+:** son utilizados para proteger frente a corrientes de fuga alternas y pulsantes suaves hasta 20 kHz. Adecuado para la protección diferencial y evitar desconexiones intempestivas por variadores de alta frecuencia. Es simbolizado con un rectángulo en el que se indica una onda sinusoidal y que está por encima de una segunda oscilación, un segundo rectángulo en el que una línea está por encima de una línea discontinua, además de un tercer rectángulo en el que viene indicado kHz. Uso: instalaciones móviles
- **Clase F:** son utilizados para proteger frente a corrientes de fuga alternas y pulsantes, así como frecuencias mezcladas por fugas en la red eléctrica. Adecuado para la protección diferencial y evitar desconexiones intempestivas por variadores de alta frecuencia; en caso de disparo, es de efecto retardado. Suele ser también denominado interruptor diferencial superinmunizado. Es simbolizado con un rectángulo en el que se indica una onda sinusoidal que supera una segunda oscilación, además de un segundo rectángulo con numerosas ondas sinusoidales.
- **CLASE A SUPERINMUNIZADOS:** Se diferencian de la clase A estándares en que poseen un toroide mejorado y un bloque de filtrado electrónico muy enriquecido.

El filtrado electrónico se realiza para evitar:

a) *Disparos intempestivos en redes BT.*

En redes de alto contenido de armónicos y debido a las corrientes de fugas capacitivas

permanentes (alta frecuencia) que estos armónicos producen en toda la red, se producen disparos intempestivos en los diferenciales tipo estándar clase AC. La alternación o filtrado de estas frecuencias superiores a los 50 Hz, pero menores a 1 KHz hacen que el diferencial no se dispare.

*b) Riesgo de no disparo o cegado del diferencial.*

Otro problema que trae aparejado las armónicas de alta frecuencia es que bloquean al relé de disparo, ya que la fuerza magnética creada por esta corriente de alta frecuencia varía de sentido con una rapidez tan alta que el mecanismo de disparo no la puede seguir debido a su propia inercia mecánica e histéresis magnética, quedando entonces pegada la paleta. De esta forma el equipo no puede responder ante defectos de alta frecuencia y tampoco a fallas simultáneas de corriente de 50 Hz que son peligrosas. Al colocarse el filtro de altas frecuencias se evita que estas lleguen al mecanismo de disparo.

*Figura 126*

### **Poder de Corte**

Las corrientes de defecto son bajas y en ocasiones pueden alcanzar valores de corriente de corto circuito, Por ejemplo, cuando una fase es conectada directamente a tierra. Por ello a pesar de que el interruptor diferencial no es un interruptor de potencia propiamente dicho y no posee capacidad de ruptura, debe tener el poder de corte suficiente como para poder interrumpir dicha corriente. El poder de corte de los interruptores diferenciales es:  $I_m = I_{\Delta m} = 500-1000$  Amper

### **Selectividad**

Normalmente, los interruptores diferenciales tienen unas características de desconexión instantáneas. Esto significa que los interruptores diferenciales no pueden conectarse en serie para conseguir la desconexión selectiva en el caso de corriente de fallas.

### **Pautas para tener en cuenta:**

- No se puede prescindir de la puesta a tierra de los aparatos, ya que es una protección complementaria a la del interruptor diferencial. De esta manera el interruptor desconectará a la carga antes que alguna persona sufra la desagradable experiencia de recibir la descarga.
- El interruptor diferencial puede ser utilizado en circuito alterno de 110 V.
- En circuitos con alto contenido de armónicas usar interruptores diferenciales súper inmunizados.

**Interruptor diferencial electrónico:** no permitido su uso para protección de las personas con una sensibilidad de 30 mA o menor, debido a alguna o varias de las siguientes causas:

- Cuando se corta el neutro deja pasar la fase.
- Con baja tensión no actúa y puede pasar fase y neutro.

#### 3.4-4 Dispositivo de protección de falla de arco - AFDD

Se habla de un fallo de arco si, debido a un defecto, se genera un arco voltaico anómalo en una instalación eléctrica o cable. Si el origen del arco se debe a contactos sueltos, se trata de arcos producidos en serie, si es debido a un fallo en el aislamiento es en paralelo. Estos, no necesariamente debe tener consecuencias serias, pero puede iniciar un incendio y tener consecuencias graves para las personas, la instalación, el edificio y los equipamientos.

- Cubre algunos huecos en la protección
- Desconexión fiable de los circuitos eléctricos en caso de originarse un fallo de arco peligroso
- Protección para las personas, los equipos y la propiedad
- Amplia protección contra incendios tanto en instalaciones nuevas como en instalaciones ya existentes
- La protección de arco eléctrico está recomendada bajo norma IEC 60364-4-42 / DIN VDE 0100-600

Las viviendas construidas con material combustible podrán utilizar canalizaciones de material aislante siempre que instalen dispositivos de AFDD. Estos pueden ir instalados tanto en el tablero principal como en los tableros seccionales, tal como lo exige la reglamentación AEA 90364-7-770

Se conecta en serie con la protección principal o en serie con las secundarias

#### *Causas más frecuentes de fallos de arco*

- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| • Curvatura del cable / descanso               | • La pérdida de neutro              |
| • Desgaste del cable debido al uso frecuente   | • Radios de curvatura no permitidos |
| • Daño de línea por perforación o construcción | • Conexiones de tornillo flojas     |
| • Pelado defectuoso                            | • Enchufes defectuosos              |
| • Sobretensiones transitorias                  | • Los animales pequeños             |
|  | • Manejo inadecuado                 |
|  | • Error en la manipulación          |

### 3.4-5. Protectores de Sobretensión

Los protectores de sobretensión protegen a las instalaciones contra las sobretensiones transitorias originas por rayos o por maniobras o defecto en las líneas de distribución.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones se basan en un varistor (resistencia variable en función de la tensión aplicada) conectado entre cada fase, neutro y tierra. Cuando se produce una sobretensión, el varistor reduce su resistencia interna y desvía la sobretensión a tierra. Posteriormente vuelve a su estado normal de funcionamiento, donde su resistencia es muy alta. Si el protector ha sufrido una sobrecarga superior a la que puede soportar, es posible que salga de servicio e indica su cambio de estado con algún indicador luminoso, por lo cual debe ser reemplazado.

El valor de tensión de trabajo se lo elije como mínimo un 40% de la tensión de fase. Comercialmente viene bipolares y tetrapolares. De valor de tensión de trabajo 275 VAC, 300 VAC, 420 VAC, etc.

Se debe instalar un protector por tablero y debe estar protegido por un PIA. Se recomienda instalarlo aguas arriba del interruptor diferencial.

Protegen en modo común (polos respecto a tierra) y en modo diferencial (entre fases, y fase y neutro). Para su correcto funcionamiento requiere de una buena puesta a tierra.

- En régimen de neutro T-T en el tablero principal se instala un protector de sobretensión clase 2.
- En tableros seccionales o tableros de equipos se instala un protector de sobretensión clase 3.

Los valores comerciales de 2 polos y de 4 polos son: 24 kA, 36 ka, 56 kA, etc.

### 3.4-6. Puesta a Tierra

“Conjunto de elementos, unidos eléctricamente a la masa de tierra, con la finalidad de proteger personas, animales y bienes de los efectos dañinos de la corriente eléctrica, o de fijar un potencial de referencia o de conducir a tierra las corrientes de rayos u otras descargas eléctricas atmosféricas”. IRAM 2281-1 Puesta a tierra de sistemas eléctricos. Consideraciones generales - 1996

La puesta a tierra de una instalación comprende toda unión conductora ejecutada en forma directa, sin fusible ni protección alguna, y de sección suficiente entre las partes metálicas no activas de la instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el terreno, con el fin de permitir el paso de corrientes de falla o descargas atmosféricas, evitando así tensiones peligrosas entre la instalación y superficies próximas del terreno.



**Puesta a tierra de protección:** es la puesta a tierra de uno o más puntos de una red, de una instalación o de un equipo o material por razones de seguridad eléctrica. Es decir, consiste en la puesta a tierra de elementos conductores que no pertenecen a la instalación eléctrica. Brinda la protección necesaria contra los contactos indirectos (permite derivar las corrientes de falla peligrosas para personas y/o mascotas).

**Puesta a tierra de servicio o funcional:** es la puesta a tierra de uno o más puntos de una red, de una instalación o de un equipo o material por razones *distintas* a las de seguridad eléctrica. Sirve para mantener el potencial de tierra de los circuitos de alimentación, como los centros de estrella de transformadores y generadores.

**Puesta a tierra de referencia:** es la destinada a brindar un potencial constante, el que puede emplearse para tener una referencia a tierra de algunos equipos garantizando así su funcionamiento correcto y seguro.

**Puesta a tierra de pararrayos:** es la encargada de llevar a tierra las sobretensiones producidas por las descargas atmosféricas sobre los descargadores y los pararrayos.

**Electrodos de puesta a tierra:** Los electrodos de puesta a tierra o dispersores estarán constituidos por lanzas o jabalinas, flejes, cables o alambre de cobre, acero plaqueado con cobre con una sección eléctricamente equivalente a por lo menos 1,5 veces la sección del conductor de conexión a tierra. Se instalarán en el suelo desde una profundidad de 0,50 m y por lo menos a 1 m de distancia del poste y se deberán colocar preferentemente en dirección de la línea. Los dispersores de puesta a tierra independientes deberán estar separados entre, sí por 6 m como mínimo.

#### **Función:**

- ✓ Derivar a tierra las corrientes de cualquier naturaleza que se pueden originar, ya sea debidas a descargas atmosféricas (corrientes de alta frecuencia, puesta a tierra de pararrayos) o se trate de corrientes de falla por contacto accidental con conductores de mayor tensión (corrientes de defecto a frecuencia industrial, puesta a tierra de referencia).
- ✓ Limitar la tensión ante condiciones de operación normales, de manera que cualquier equipo conectado al sistema, sólo esté sujeto a un cierto nivel de tensión relativo a tierra.
- ✓ Facilitar la operación de los dispositivos de protección, tales como fusibles, interruptores automáticos, con actuación termomagnética o electrónica, interruptores diferenciales o similares cuando hay un defecto simple que derive corriente a tierra, puesta a tierra de protección.

## OBJETIVOS

El objetivo es lograr una resistencia de puesta a tierra adecuada al uso de la instalación y que esté por debajo del valor normativo (40 Ohm).

- ✓ Limitar las diferencias de potencial que en un momento dado pueden presentarse entre las partes metálicas no activas y tierra.
- ✓ Limitar las sobretensiones internas que pueden aparecer en la red eléctrica en determinadas condiciones de servicio.
- ✓ Limitar las tensiones de paso en instalaciones de tensión superior a 1 kV.

Está formada por un electrodo (**IRAM 2309**) o varios, un tomacable (**IRAM 2343**), y una tapa de inspección.

### Tipos de Electroodos Utilizables:

#### a) Conductores:

- Colocados horizontalmente.
- Colocación en anillo.
- Colocación radial.

#### b) Jabalina:

- Jabalina sencilla, de acero recubierta de cobre de 1500 mm hasta 3000mm de longitud y de 14 o 19 mm de diámetro. (**IRAM 2309**)
- Jabalinas acopladas, mediante manguitos de empalme para conseguir mayor profundidad.

#### c) Placas:

Placas cuadradas o rectangulares de cobre o acero galvanizado. Enterradas verticalmente de superficie mayor a 0,5 m<sup>2</sup>.

#### d) Jabalinas electroquímicas:

La ventaja de este sistema de electrodos dinámicos permite llevar la resistencia de tierra a valores muy bajos. A esto debe sumársele la estabilidad (sin control alguno pueden garantizar su valor de resistencia hasta dos años).

El valor de puesta a tierra solicitado por la reglamentación de la AEA es máximo 40 Ohm, dependiendo de la resistividad del suelo se puede lograr ese valor de resistencia de puesta a tierra con una o varias jabalinas como se indica en la figura.

### **3.4. Protección Contra Sobrecargas**

Un motor está en sobrecarga cuando la corriente que la circula es mayor que el valor nominal de su corriente.

El daño que puede producir está ligado al valor de la corriente de más que circula y al tiempo de duración de dicho evento.

Para evitar daños debe colocarse un dispositivo de protección que determina la sobrecarga y automáticamente abra el circuito de alimentación.

El aparato de protección debe tener características técnicas que a continuación detallamos.

#### **Relé de Sobrecarga**

El relé de sobrecarga es el encargado de proteger al motor ya que él mide la corriente que el motor toma de la red.

Si la corriente del motor sobrepasa a valores admitidos, el relé de sobrecarga acciona en contacto auxiliar (abre) y desconecta la bobina del contactor, interrumpiendo éste la corriente del motor.

El sistema de detección o mediciones puede ser térmico, basado en bimetálicos o electrónicos.

El relé de sobrecarga tiene el inconveniente de no proteger al motor cuando la temperatura de este es por causas ajenas a la corriente que toma, por ejemplo, falta de agua en bombas sumergidas, ya que ésta es la encargada de refrigerarla.

El relé de sobrecarga térmica, por cada polo o fase existen dos láminas metálicas yuxtapuestas denominadas bimetálicas sobre las cuales se arrolla el calefactor por el cual pasa la corriente

que circula por el motor. Al ser de distintos materiales, cuando se eleva la temperatura se deforman de distinta manera provocando que se flexione el conjunto. Aprovechándose esa deflexión para producir el disparo del relé.

El sistema de disparo consiste en dos reglitas R1 y R2 móviles que apoyan a ambos lados de los bimetálicos. Una leva E pivotea en la reglita R1 y a través de una perforación que posee la reglita R2 la arrastra con una saliente que entra en dicha perforación. Esta leva es la encargada de disparar el dispositivo.

Cuando las corrientes de las tres fases no sobrepasan el valor normal las reglas no se mueven y el dispositivo no dispara. Posición 1.

Cuando las corrientes de las fases sobrepasan el valor normal, las reglitas son desplazadas por los bimetálicos produciéndose el disparo del dispositivo. Posición 2.

Si se presenta una falta de una fase del motor aumentará la corriente en las dos fases que poseen

alimentación. El bimetalico correspondiente a la fase que falta permanece fría y fija trabando la reglita 2 que permanece fija, mientras que los bimetalicos de las dos restantes fases se calentarán desplazando la reglita 2 arrastrando la leva E que producirá el disparo del dispositivo. Posición 3.

Para compensar la temperatura ambiente que puede variar entre  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $+60^{\circ}\text{C}$  los relés de sobrecarga disponen de un bimetalico adicional compensador que evita que los bimetalicos anteriormente descriptos deflexionen entre ambas temperaturas.

El relé debe ajustarse al valor real de consume que toma el motor que no siempre coincide con la indicación de la placa de característica del motor.

**Clase de disparo:** se llama clase de disparo al tiempo que tarda en segundos, en actuar un relé de sobrecargas por el que circula una corriente 7,2 veces mayor que el valor gustado.

Clase 10 significa que el relé tardará hasta diez segundos en actuar con una corriente 7,2 veces mayor a su valor ajustado, es decir permite que el motor tarde 10 segundos en arrancar, es lo que se conoce como arranque normal.

Los relés de sobrecarga pueden ser de clase 5 - 10 - 15 - 20 - 25 - 30.

| Clase de disparo norma 60947-4 |                 |                 |                    |                             |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------------------|
| CLASE                          | 1,05 Ir         | 1,2 Ir          | 1,5 Ir             | 7,2 Ir                      |
| 10                             | $> 2 \text{ h}$ | $< 2 \text{ h}$ | $< 2 \text{ min}$  | $4 < T_p \leq 10 \text{ s}$ |
| 20                             | $> 2 \text{ h}$ | $< 2 \text{ h}$ | $< 8 \text{ min}$  | $6 < T_p \leq 20 \text{ s}$ |
| 30                             | $> 2 \text{ h}$ | $< 2 \text{ h}$ | $< 12 \text{ min}$ | $9 < T_p \leq 30 \text{ s}$ |

**Tabla 34**

### **Contactos Auxiliares**

Los relés de sobrecarga disponen de dos contactos auxiliares galvánicamente separados, uno NC (normal cerrado) y el otro NA (normal abierto). El primero se usa para desconectar la bobina del contactor al actuar el relé térmico y el segundo para señalización óptica o acústica si ha saltado o disparado el relé térmico.

### **Pulsador de Prueba**

Un botón Rojo o (STOP) permite acciones sobre el contacto normalmente cerrado y así probar si el conjunto está perfectamente cableado. Además, puede usarse como pulsador de desconexión.

### **Botón de Reposición Automática o Bloqueo de Reconexión**

Los relevos térmicos una vez que se disparó tiene dos posibilidades de reposición: AUTOMÁTICA, es decir una vez que se enfriaron los bimetálicos el dispositivo de disparo se vuelve a condición de conectado (colocar palanca o botón en A).

MANUAL, en este caso una vez enfriado los bimetálicos el dispositivo no vuelve con lo cual hay que resetearlo con el botón azul, para que quede en condiciones de conectado (actuar) (colocar palanca o Botón en M).

Cuando el motor es accionado vía pulsador es práctico que el relé vuelva solo a su posición de conectado automáticamente.

**Botón test:** al accionarse dispara el relé térmico por sobrecarga. Si el mismo está en manual hay que resetearlo para que vuelva a la condición conectado, en cambio si está en automático una vez dejado de accionar vuelve a la condición conectado.

**Guardamotor magnetotérmico:** es un interruptor automático que reúne todas las características de un arrancador directo; maniobra y protección del motor, protección del circuito, comando y seccionamiento.

Cuenta con un disparador de sobrecarga cuyas características y funcionamiento es igual a los de un relé de sobrecarga, incluyendo la sensibilidad por falta de fase, la compensación de temperatura ambiente y la posibilidad de regulación.

Además, contiene un disparador magnético que protege los efectos de un cortocircuito separando el circuito afectado de la instalación, este es similar a los de las llaves termomagnéticas.

Tiene un poder de corte o capacidad de ruptura de 50 kA a 100 kA, por lo cual lo hace resistente a todos los cortocircuitos que pueden ocurrir en casi todos los puntos de la instalación. En caso de que la corriente de cortocircuito presunta supera la capacidad de ruptura asignada del guardamotor, se debe proveer fusibles de protección de respaldo (Back- Up).

Un guardamotor reemplaza a una combinación contactor - relé de sobrecarga - terna de fusibles, pero su capacidad de ruptura y capacidad de limitación no son tan elevadas como la de los fusibles, y su frecuencia de maniobras y vida útil no alcanza a la de un contactor. Los guardamotores responden a las curvas K-MA: hasta un segundo de arranque y corriente  $I_{AK}$  entre 12 y 20  $I_n$ .

El accionamiento se hace en forma manual y las curvas características de disparo son las siguientes:

Una solución práctica es combinar un contactor con un guardamotor aprovechando así las virtudes de ambos aparatos.

El valor de corriente de sobrecarga debe ajustarse a la corriente de servicio del motor y el disparador por cortocircuito está ajustado 13 veces la corriente asignada del guardamotor, es decir, el valor máximo de regulación. Este valor permite el arranque sin problemas del motor.

Mediante un bloque de contactos auxiliares de aviso de falla es posible señalar una avería a distancia y a través del comando producimos el disparo del contactor. TELEMECANIQUE posee un guardamotor magnético y relé térmicos, constituyen arrancadores de alta performance.

### **Asociación de Aparatos**

Las cuatro funciones de base que debe cumplir una salida motora (seccionamiento, protección contra cortocircuito, protección contra sobrecarga y conmutación), deben ser aseguradas de tal manera que en el o los aparatos a asociar se tengan en cuenta la potencia del receptor a comandar, la coordinación de protecciones (en caso de cortocircuito) y la categoría de empleo.

### **Coordinación de Protecciones**

El concepto de coordinación de protecciones es aplicado para la protección de todos los elementos situados en una salida motor: aparatos de maniobra y protección, cables de salida y receptores.

La coordinación de las protecciones es el arte de asociar un dispositivo de protección contra cortocircuitos, con un contactor y un dispositivo de protección contra sobrecarga. Tiene por objetivo interrumpir a tiempo y sin peligro para las personas e instalaciones una corriente de sobrecarga (1 a 10 veces la  $I_n$  del motor) o una corriente de cortocircuito.

Tres tipos de coordinación son definidos por la norma IEC 609 7, dependiendo del grado de deterioro para los aparatos después de un cortocircuito. Las diferentes coordinaciones se establecen para una tensión nominal dada y una corriente de cortocircuito  $I_q$ , elegida por cada fabricante.

**Coordinación tipo 1:** En condición de cortocircuito, el material no debe causar daños a personas e instalaciones. No debe existir proyección de materiales encendidos fuera del arrancador. Son aceptados daños en el contactor y el relé de sobrecarga; el arrancador puede quedar inoperativo. El relé de cortocircuito del interruptor deberá ser reseteado.

**Coordinación tipo 2:** En condición de cortocircuito el material no deberá ocasionar daños a las personas e instalaciones. No debe existir proyección de materiales encendidos fuera del arrancador. El relé de sobrecarga no deberá sufrir ningún daño. Los contactos del contactor podrán sufrir alguna pequeña soldadura fácilmente separable, en cuyo caso no se reemplazan componentes. El reseteado del interruptor o cambio de fusibles es similar al caso anterior.

**Coordinación total:** En condición de cortocircuito, el material no debe causar daños a las personas e instalaciones. No debe existir proyección de materiales encendidos fuera del

arrancador. Según la norma IEC 610947-6- , en caso de cortocircuito ningún daño ni riesgo de soldadura es aceptado sobre todos los aparatos que componen la salida. Esta norma valida el concepto de "continuidad de servicio", minimizando los tiempos de mantenimiento.

### **Asociaciones Típicas**

Para cumplir con las funciones de una salida y la coordinación deseada existen varias alternativas. Mencionamos aquí solamente las que garantizan la seguridad durante la explotación para personas e instalaciones; omitiendo las que utilizan fusibles.

La asociación de varios productos para realizar una coordinación tipo 1, 2 o total debe ser informada por cada fabricante, puesto que las características eléctricas propias de cada producto deben ser validadas en la asociación mediante ensayos. Schneider suministra estas informaciones a todos los usuarios que las solicitan.

### **3.5. Grados De Protección IP Según Norma IRAM 2444 E IEC 60529 E Ik Según IEC 62262**

El grado de protección IP especifica los diferentes grados de protección que aporta la envolvente o gabinete a los componentes que resguarda en su interior contra diversas influencias externas y/o contactos directos.

La nomenclatura internacional establece:

EN 62262 es una norma europea, equivalente a la norma internacional IEC 62262 (2002), que se refiere a las calificaciones de los grados de protección IK. Esta es una clasificación numérica internacional para los grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos.

## **MÓDULO IV**

### **DISEÑO, CÁLCULO Y EJECUCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS FIJAS**

#### **1.1. Construcción de Instalaciones. Normas y Reglamentaciones**

El Reglamento de la Asociación Electrotécnica Argentina dispone el esquema general que se muestra en la página siguiente, al que deben ajustarse las instalaciones eléctricas en inmuebles. En él se usan las siguientes abreviaturas:

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>RDD:</b>      | Red de distribución de la Distribuidora                          |
| <b>LAD:</b>      | Línea de alimentación de la Distribuidora                        |
| <b>DPLA:</b>     | Dispositivo de protección de la alimentación de la distribuidora |
| <b>LAD:</b>      | Línea de alimentación de la Distribuidora                        |
| <b>M:</b>        | Medidor de energía   |
| <b>LP:</b>       | Línea principal de la distribuidora                              |
| <b>TP:</b>       | Tablero principal  |
| <b>CS:</b>       | Circuito seccional o de distribución                             |
| <b>TSG:</b>      | Tablero seccional general  |
| <b>TS o TSi:</b> | Tablero seccional o Tablero seccional N° i                       |
| <b>CT:</b>       | Circuito terminal  |

Para el cálculo de la instalación el citado Reglamento prevé una serie de reglas, entre las que se puede citar:

- El "*Grado de Electrificación*".
- El "*Número de Circuitos Necesarios*".
- Los "*Puntos Mínimos de Utilización*".

### Clasificación de los circuitos

- a) **Circuitos para usos generales:** Son circuitos monofásicos que alimentan bocas de salida para iluminación y bocas de salida para tomacorrientes. Se utilizan esencialmente en las superficies cubiertas, aunque pueden incorporar bocas en el exterior de éstas, siempre y cuando estén ubicadas en espacios semicubiertos. En estos casos, el grado de protección mínimo para los artefactos conectados en esas bocas deber ser IP44. Estos circuitos deberán tener protecciones para una intensidad no mayor de 16 A y el número máximo de bocas por circuito será de 15 (quince).

Los circuitos para usos generales pueden ser:

- I. Circuitos de iluminación para uso general (sigla *IUG*), para artefactos de iluminación, de ventilación y combinaciones. En el caso de tener otras cargas unitarias con corrientes permanentes no mayores a 10 A, según normas IRAM 2071 "Tomacorrientes bipolares con toma de tierra para uso en instalaciones



fijas domiciliarias, o de 16 A según IRAM-IEC 60309 -1 y 2 “Fichas y conectores para uso industrial”, se convierte en circuito de iluminación de uso general con tomacorriente derivado. Debe tener protecciones en ambos polos no mayor de 16 A y 15 bocas de salida como máximo.

- II. Circuitos de tomacorrientes para uso general (sigla **TUG**) en cuyas bocas de salida podrán conectarse cargas unitarias de no más de 10 A por medio de tomacorrientes de 2 polos más borne de protección eléctrica (2P+T). Protecciones en ambos polos de corriente no mayor de 20 A con un número máximo de 15 bocas.

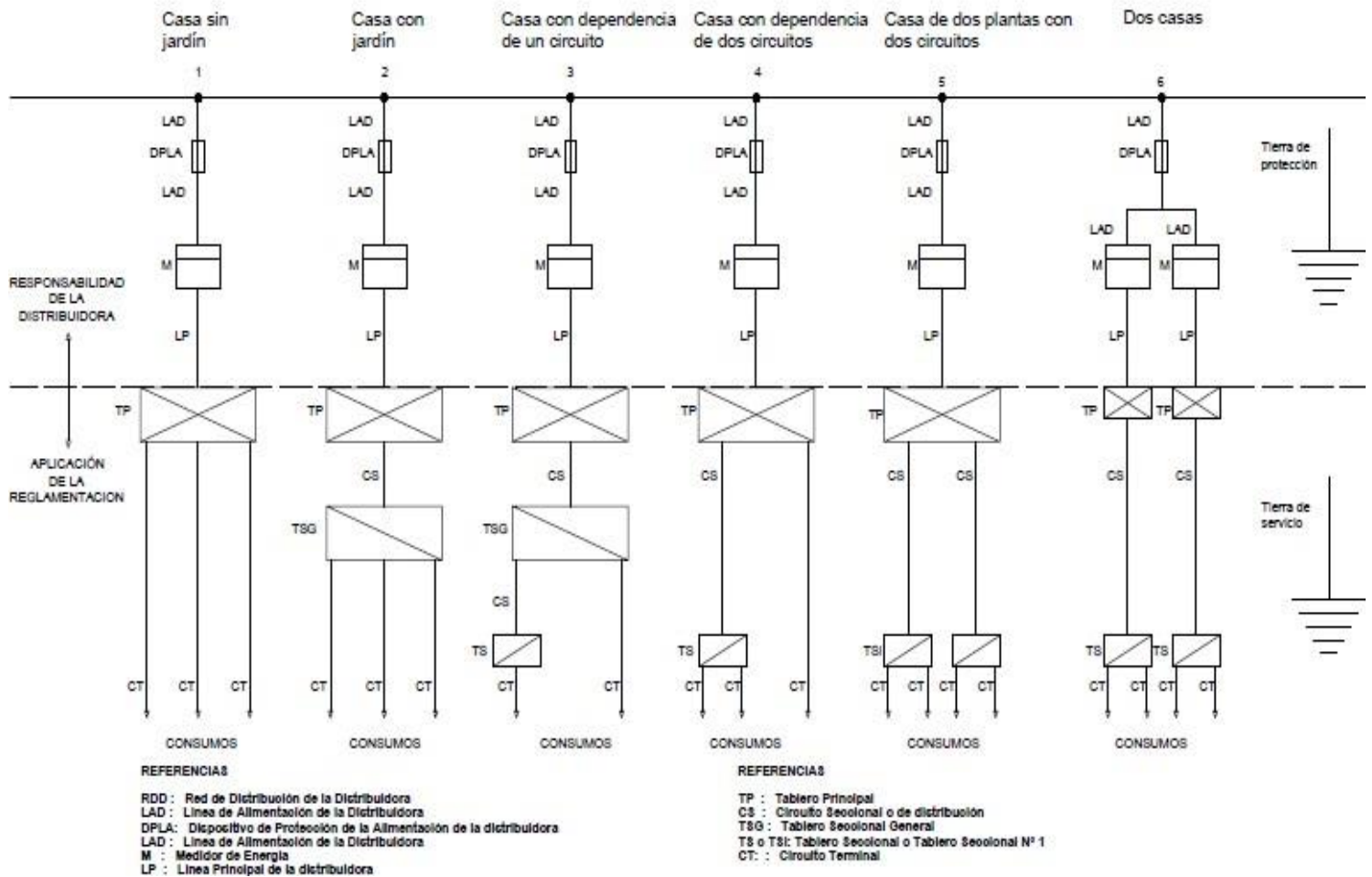
**b) Circuitos para usos especiales:** son circuitos monofásicos que alimentan cargas que no se pueden manejar por medio de los circuitos de uso general, ya sea porque se trata de consumos unitarios mayores que los admitidos, o de consumos a la intemperie. Estos circuitos deberán tener protecciones para una intensidad no mayor de 32 A.

Los circuitos para usos especiales pueden ser:

- I. Circuitos de iluminación de uso especial (sigla **IUE**), solamente para artefactos de iluminación de parques y jardines o en espacios semicubiertos, máximo 12 bocas.
- II. Circuitos de tomacorrientes de uso especial (sigla **TUE**), donde se puedan conectar cargas unitarias de hasta 20 A (por ejemplo: electrificación de parques y jardines). Máximo 15 bocas.

**c) Circuitos para usos específicos:** son circuitos monofásicos o trifásicos que alimentan cargas no comprendidas en las definiciones anteriores, tales como circuitos de alimentación de fuentes de muy baja tensión, circuitos de alimentación de unidades evaporadoras de un sistema de climatización central, circuitos para cargas unitarias como bombas elevadoras de agua, aire acondicionado, etcétera.

## Esquemas típicos de distribución de energía eléctrica en inmuebles



## ESQUEMAS TIPICOS DE DISTRIBUCION ELECTRICA EN INMUEBLES

### REFERENCIAS:

M: medidor de energía.

LP: línea principal de la distribuidora. (cableado que sale del medidor y conecta al TP)

TP: tablero principal o tablero principal del usuario. (es el gabinete donde se encuentra la protección principal de la instalación del usuario y recibe los cables del medidor y dependerá su salida en función de la configuración del inmueble en cuestión, ya que la distancia entre M y TP no debe ser mayor a 2m)

CS: circuito seccional o de distribución. (en caso de existir esta línea es la que va desde el TP hasta el TSG o TS según corresponda)

TSG: tablero seccional general. (este tablero se encuentra en el interior del inmueble y recibe los cables desde el TP y a su salida alimenta a los CT u otros TS)

TS o TSi: tablero seccional o tablero seccional N°1.

CT: circuito terminal. (cableado que alimenta a cada tipo circuito hasta su boca o punto de utilización)

1\_Casa sin jardín= M>LP>TP>CT

2\_Casa con jardín= M>LP>TP>CS>TSG>CT

3\_Casa con dependencia de un circuito= M>LP>TP>CS>TSG>1(CS>TS>CT)/2(CT)

4\_Casa con dependencia de dos circuitos= M>LP>TP>1(CS>TS>CT/CT)/2(CT)

5\_Casa de dos plantas con dos circuitos= M>LP>TP>1(CS>TS1>CT/CT)/2(CS>TS2>CT/CT)

La siguiente tabla resume los tipos de circuitos admitidos por el Reglamento de la A.E.A.

| Tipo de circuito | Designación                  | Sigla | Máxima cantidad de bocas | Máximo calibre de protección    |
|------------------|------------------------------|-------|--------------------------|---------------------------------|
| Uso general      | Iluminación de uso general   | IUG   | 15                       | 16 A                            |
|                  | Tomacorriente de uso general | TUG   | 15                       | 20 A                            |
| Uso especial     | Tomacorriente uso especial   | TUE   | 15                       | 32 A                            |
| Uso específico   | Consultar AEA 90364-7-771    |       |                          | Responsabilidad del proyectista |

**Tabla N° 41**

### Grados de Electrificación

De acuerdo con los consumos previstos y a la demanda de potencia máxima simultánea, la reglamentación prevé cuatro grados de electrificación para una unidad de vivienda:

| Grado de electrificación | Viviendas  |
|--------------------------|--|
|                          | Superficie (Límite de aplicación)                  |
| Mínima                   | Hasta 60 m <sup>2</sup>                            |
| Media                    | Más de 60 m <sup>2</sup> hasta 130 m <sup>2</sup>  |
| Elevada                  | Más de 130 m <sup>2</sup> hasta 200 m <sup>2</sup> |
| Superior                 | Más de 200 m <sup>2</sup>                          |

**Tabla N°42**

### Número Mínimo de Circuitos necesarios en viviendas y en oficinas y locales comerciales

El número mínimo de circuitos que se deben prever en viviendas también está determinado por el grado de electrificación, según el siguiente detalle:

| Grado de electrificación | Cantidad mínima de circuitos | Tipo de circuitos |                               |                                 |                            |
|--------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
|                          |                              | Variante          | Iluminación uso general (IUG) | Tomacorriente uso general (TUG) | Circuito de libre elección |
| Mínimo                   | 2                            | Única             | 1                             | 1                               | ---                        |
| Medio                    | 3                            | a)                | 2                             | 1                               | ---                        |
|                          |                              | b)                | 1                             | 2                               | ---                        |
| Elevado                  | 5                            | a)                | 2                             | 3                               | ---                        |
|                          |                              | b)                | 3                             | 2                               | ---                        |
| Superior                 | 6                            | a)                | 2                             | 3                               | 1                          |
|                          |                              | b)                | 3                             | 2                               | 1                          |

**Tabla N° 43**

Se permite que las líneas de los circuitos de alumbrado y toma corrientes estén alojadas en una misma cañería, pero no deben alimentar una misma boca de salida. Por lo tanto, en bocas de salida mixtas (interruptor y toma corriente) cada una de ellas debe estar conectada al circuito de alimentación correspondiente.

Se consideran casos especiales, y deberán estar en cañerías independientes, aquellos con cargas individuales superiores a 8 A en 220 V c a. (Ej. los de aire acondicionado). Se deben proyectar todos los tomacorrientes necesarios para los lugares de empleo de equipos.

Dentro de cada cañería se pueden colocar hasta tres líneas de circuitos de uso general siempre que pertenezcan a la misma fase y que la suma de sus cargas no supere los 20 A y el número de bocas de salida las 15.

### Puntos Mínimos de Utilización en Viviendas - AEA 770

Según el grado de electrificación se deben prever como mínimo los siguientes puntos de utilización por ambiente:

| Ambiente   | Grado de electrificación | IUG  | TUG  |
|--|--------------------------|--|--|
| Sala de estar, comedor, comedor diario, escritorio, estudio, biblioteca o similares  | Mínimo                   | Una boca cada 18 m <sup>2</sup> de superficie o fracción (mínimo una)      | Una boca cada 6 m <sup>2</sup> de superficie o fracción (mínimo dos)       |
|  | Medio                    |  |  |
|  | Elevado                  |  |  |
|  | Superior                 |  |  |
| Dormitorio (Superficie menor a 10 m <sup>2</sup> )   | Mínimo                   | Una boca   | Dos bocas  |
|  | Medio                    |  |  |
|  | Elevado                  |  |  |
|  | Superior                 |  |  |
| Dormitorio (Superficie igual o mayor a 10 m <sup>2</sup> hasta 36 m <sup>2</sup> )   | Mínimo                   | Una boca   | Tres bocas   |
|  | Medio                    |  |  |
|  | Elevado                  |  |  |
|  | Superior                 |  |  |
| Dormitorio (Superficie mayor a 36 m <sup>2</sup> )   | Elevado                  | Dos bocas  | Tres bocas   |
|  | Superior                 |  |  |
| Cocina<br>* Los módulos de tomacorrientes se destinan a electrodomésticos de ubicación fija y pueden compartir una misma boca con los otros tomacorrientes | Mínimo                   | Una boca   | Tres bocas más dos módulos de tomacorrientes*                              |
|  | Medio                    | Dos bocas  | Tres bocas más dos módulos de tomacorrientes*                              |
|  | Elevado                  |  | Tres bocas más tres módulos de tomacorrientes*                             |
|  | Superior                 |  | Cuatro bocas más tres módulos de tomacorrientes*                           |
| Baño (para toilette ver 770.7.1 k)   | Mínimo                   | Una boca   | Una boca   |
|  | Medio                    |  |  |
|  | Elevado                  |  |  |
|  | Superior                 |  |  |
| Vestíbulo, garaje, hall, vestidor o similares  | Mínimo                   | Una boca   | Una boca   |
|  | Medio                    | Una boca cada 12 m <sup>2</sup> de superficie o fracción (mínimo una boca) | Una boca cada 12 m <sup>2</sup> de superficie o fracción (mínimo una boca) |
|  | Elevado                  |  |  |
|  | Superior                 |  |  |

|   |          |   |  |
|---|----------|---|--|
| Pasillos cubiertos  | Mínimo   | Una boca por cada 5 m de longitud o fracción (mínimo una boca)<br>Medio | ---  |
|   | Medio    |   | Una boca por cada 5 m de longitud o fracción (para pasillos de L > 2m) |
|   | Elevado  |   |  |
|   | Superior |   |  |
| Lavadero  | Mínimo   | Una boca  | Una boca   |
|   | Medio    |   | Dos bocas  |
|   | Elevado  |   |  |
|   | Superior |   |  |
| Balcones, galerías, atrios o similares espacios semicubiertos y pasillos descubiertos | Mínimo   | Una boca por cada 5 m de longitud o fracción                            | ---  |
|   | Medio    |   |  |
|   | Elevado  |   |  |
|   | superior |   |  |

### GRADO MINIMO:

- \_Sala, comedor, escritorio, estudio, similar: 1 boca IUG cada 18 m<sup>2</sup> / 1 boca TUG cada 6 m<sup>2</sup> (mínimo 2 bocas).
- \_Dormitorio menor a 10m<sup>2</sup>: 1 boca IUG/ 2 bocas TUG.
- \_Dormitorio mayor a 10m<sup>2</sup> y menor a 36m<sup>2</sup>: 1 boca IUG / 3 bocas TUG.
- \_Cocina: 1 boca IUG /3 bocas TUG.
- \_Baño: 1 boca de IUG / 1 boca TUG.
- \_Vestíbulo, garaje, hall, vestidor, similar: 1 boca IUG / 1 boca TUG.
- \_Pasillo cubierto: 1 boca IUG cada 5m<sup>2</sup> de longitud / no aplica TUG.
- \_Lavadero. 1 boca de IUG / 1 boca TUG.
- \_Balcones, galerías, espacio semicubierto/descubierto: 1 boca IUG cada 5m<sup>2</sup> / no aplica TUG.

### GRADO MEDIO:

- \_Sala, comedor, escritorio, estudio, similar: 1 boca IUG cada 18 m<sup>2</sup> / 1 boca TUG cada 6 m<sup>2</sup> (mínimo 2 bocas).
- \_Dormitorio menor a 10m<sup>2</sup>: 1 boca IUG/ 2 bocas TUG.
- \_Dormitorio mayor a 10m<sup>2</sup> y menor a 36m<sup>2</sup>: 1 boca IUG / 3 bocas TUG.
- \_Cocina: 2 bocas IUG /3 bocas TUG.
- \_Baño: 1 boca de IUG / 1 boca TUG.
- \_Vestíbulo, garaje, hall, vestidor, similar: 1 boca IUG cada 12 m<sup>2</sup> / 1 boca TUG cada 12 m<sup>2</sup>.
- \_Pasillo cubierto: 1 boca IUG cada 5m de longitud / 1 boca IUG cada 5 m de longitud.
- \_Lavadero. 1 boca de IUG / 2 bocas TUG.
- \_Balcones, galerías, espacio semicubierto-descubierto: 1 boca IUG cada 5m<sup>2</sup> / no aplica TUG.

### GRADO ELEVADO:

- \_Sala, comedor, escritorio, estudio, similar: 1 boca IUG cada 18 m<sup>2</sup> / 1 boca TUG cada 6 m<sup>2</sup> (mínimo 2 bocas).
- \_Dormitorio menor a 10m<sup>2</sup>: 1 boca IUG/ 2 bocas TUG.
- \_Dormitorio mayor a 10m<sup>2</sup> y menor a 36m<sup>2</sup>: 1 boca IUG / 3 bocas TUG.
- \_Dormitorio mayor a 36m<sup>2</sup>: 2 boca IUG/ 3 bocas TUG.
- \_Cocina: 2 bocas IUG /3 bocas TUG.
- \_Baño: 1 boca de IUG / 1 boca TUG.
- \_Vestíbulo, garaje, hall, vestidor, similar: 1 boca IUG cada 12 m<sup>2</sup> / 1 boca TUG cada 12 m<sup>2</sup>.
- \_Pasillo cubierto: 1 boca IUG cada 5m de longitud / 1 boca IUG cada 5 m de longitud.
- \_Lavadero. 1 boca de IUG / 2 bocas TUG.
- \_Balcones, galerías, espacio semicubierto-descubierto: 1 boca IUG cada 5m<sup>2</sup> / no aplica TUG.

### GRADO SUPERIOR:

- \_Sala, comedor, escritorio, estudio, similar: 1 boca IUG cada 18 m<sup>2</sup> / 1 boca TUG cada 6 m<sup>2</sup> (mínimo 2 bocas).
- \_Dormitorio menor a 10m<sup>2</sup>: 1 boca IUG/ 2 bocas TUG.
- \_Dormitorio mayor a 10m<sup>2</sup> y menor a 36m<sup>2</sup>: 1 boca IUG / 3 bocas TUG.
- \_Dormitorio mayor a 36m<sup>2</sup>: 2 boca IUG/ 3 bocas TUG.
- \_Cocina: 2 bocas IUG /4 bocas TUG.
- \_Baño: 1 boca de IUG / 1 boca TUG.

- \_Vestíbulo, garaje, hall, vestidor, similar: 1 boca IUG cada 12 m<sup>2</sup> / 1 boca TUG cada 12 m<sup>2</sup>.
- \_Pasillo cubierto: 1 boca IUG cada 5m de longitud / 1 boca IUG cada 5 m de longitud.
- \_Lavadero. 1 boca de IUG / 2 bocas TUG.
- \_Balcones, galerías, espacio semicubierto-descubierto: 1 boca IUG cada 5m<sup>2</sup> / no aplica TUG.

**Tabla N° 44**

**Grado de electrificación y Puntos mínimos de utilización en oficinas y locales comerciales - AEA 771:**

Según el grado de electrificación se deben prever como mínimo los siguientes puntos de utilización por ambiente:

| Grado de electrificación | Viviendas   |
|--------------------------|---|
|                          | Superficie (Límite de aplicación)                 |
| Mínima                   | Hasta 30 m <sup>2</sup>                           |
| Media                    | Más de 30 m <sup>2</sup> hasta 75 m <sup>2</sup>  |
| Elevada                  | Más de 75 m <sup>2</sup> hasta 150 m <sup>2</sup> |
| Superior                 | Más de 150 m <sup>2</sup>                         |

**Tabla de puntos mínimos de utilización para oficinas y locales**

| Ambiente   | Grado de electrificación | Puntos mínimos de utilización   |  |  |
|--|--------------------------|---|--|--|
|  |                          | IUG   | TUG  | TUE  |
| Salón general  | Mínimo                   | Una boca cada 9 m <sup>2</sup> de superficie o fracción (mínimo 1 boca) | Una boca cada 9 m <sup>2</sup> de superficie o fracción (mínimo 2 bocas) | - - -                                      |
|  | Medio                    |   |  |  |
|  | Elevado y superior       |   |  | Una boca cada 18 m de perímetro o fracción |
| Sala de reuniones, conferencias, microcines o usos similares | Mínimo y medio           | Una boca cada 9 m <sup>2</sup> de superficie o fracción (mínimo 1 boca) | Una boca cada 9 m <sup>2</sup> de superficie o fracción (mínimo 2 bocas) | - - -                                      |
|  | Elevado y superior       |   |  | Una boca                                   |
| Despacho privado   | Mínimo y medio           | Una boca  | Dos bocas  | - - -                                      |
|  | Elevado y superior       |   |  |  |
|  | Mínimo y medio           | Una boca  | Dos bocas  | - - -                                      |

|        |                    |  |   |   |
|--------|--------------------|--|---|---|
| Cocina | Elevado y superior | Dos bocas  | Tres bocas más un tomacorriente por cada electrodoméstico de ubicación fija | Una boca (puede estar dedicada a un electrodoméstico de ubicación fija) |
| Baño   | Mínimo y medio     | Una boca   | Una boca  | - - -   |
|        | Elevado y superior | Una boca cada 18 m <sup>2</sup> de superficie o fracción | Dos bocas (una de ellas libre)  |   |

|                       |                    |   |  |          |
|-----------------------|--------------------|---|--|----------|
| Vestíbulo o recepción | Mínimo y medio     | Una boca cada 9 m <sup>2</sup> de superficie o fracción (mínimo 1 boca) | Una boca cada 18 m <sup>2</sup> de superficie o fracción (mínimo 1 boca) | - - -    |
|                       | Elevado y superior |   |  | Una boca |
| Pasillo               | Mínimo y medio     | Una boca cada 5 m de longitud o fracción (Mínimo una boca)              | Una boca cada 5 m de longitud o fracción para pasillos de L>2 m          | - - -    |
|                       | Elevado y superior |   |  |          |

**Tabla N° 45**

### **Determinación de la potencia simultánea en cada unidad de vivienda**

Para su cálculo se debe efectuar el siguiente procedimiento:

- Cálculo de la cantidad de bocas de iluminación y de toma corrientes por cada ambiente.
- Determinación del número de circuitos necesarios.
- Cálculo de la carga probable según un coeficiente de simultaneidad.

### **Cálculo de la Carga de cada Circuito:**

La carga de cada circuito se determinará tomando como base los siguientes valores mínimos para los coeficientes de simultaneidad, establecidos de acuerdo con el tipo de circuito y uso:

| Circuito  | Valor mínimo de la potencia máxima simultánea   |
|---|---|
|   | Viviendas   |
| Iluminación para uso general sin tomacorrientes derivados | 2/3 de la que resulte al considerar todos los puntos de utilización previstos a razón de 60 VA cada uno |
| Iluminación para uso general con tomacorrientes derivados | 2200 VA por cada circuito   |
| Tomacorrientes para uso general                           | 2200 VA por cada circuito   |
| Tomacorrientes para uso especial                          | 3300 VA por cada circuito   |
| Circuitos de usos específicos (según necesidad)           | responsabilidad del proyectista.  |

**Tabla N° 46**

A los resultados obtenidos, se puede aplicar un coeficiente de simultaneidad, según la cantidad mínima de circuitos que posee el inmueble, según la siguiente tabla:

| Cantidad mínima de circuitos | Coeficiente de simultaneidad |
|------------------------------|------------------------------|
| 2                            | 1                            |
| 3                            | 0,8                          |
| 5                            | 0,7                          |
| 6                            | 0,6                          |



Si una vez aplicado el coeficiente de simultaneidad ocurriera que la potencia máxima simultánea así calculada correspondiera a un grado de electrificación inferior, se mantendrá el grado de electrificación anterior a la aplicación del coeficiente.

## 1.2. Componentes de una Instalación

**Generalidades:** Los componentes típicos de una instalación son:

- Acometida.
- Líneas de alimentación.
- Tablero principal.
- Líneas seccionales.
- Tableros seccionales.
- Líneas de circuitos.

### Acometidas

Se denomina acometida al punto de conexión del usuario con la empresa proveedora de electricidad; **la misma puede ser aérea o subterránea.**

La vinculación con la red pública se realiza en una caja denominada "caja de medición", que aloja un medidor de energía. A la salida de la caja de medición, **máximo 2 metros se debe instalar el tablero principal** de protecciones que aloja el interruptor automático principal de corte general de la instalación.

**De acuerdo con el tipo de edificación, las cajas y los medidores pueden estar en un pilar en las entradas, en las fachadas, en lugares comunes de los edificios o en lugares especiales de los mismos. Estas especificaciones son fijadas por la compañía proveedora del servicio.**

### Tableros - Generalidades

En los tableros eléctricos se centralizan los elementos que permiten energizar inteligentemente los circuitos de distribución, fuerza motriz e iluminación.

Están constituidos por cajas o gabinetes que contienen los dispositivos de conexión, comando, medición, protección, alarma y señalización, con sus soportes correspondientes.

## **Clasificación de los tableros**

### **Tablero Principal**

Es el centro de distribución de toda la instalación eléctrica de una residencia ya que:

- Recibe los cables que vienen del medidor.
- Aloja los dispositivos de protección.
- De él parten los circuitos terminales que alimentan a los siguientes tableros.

### **Tablero Seccional**

Es aquel al que acomete la línea seccional y del cual se derivan otras líneas seccionales o de circuito.

### **Tableros Principales - Requisitos**

Estará instalado en lugar seco, de fácil acceso y alejado de otras instalaciones como las de agua, gas, teléfono, etc. Para lugares húmedos o en intemperie, deberán adoptarse las previsiones indicadas por el Reglamento de la A.E.A. El tablero de distribución debe estar localizado en un lugar de fácil acceso y lo más próximo al medidor, a fin de evitar gastos innecesarios en los cables del circuito de distribución. Los locales en donde estén instalados no se destinarán al almacenamiento de combustible ni a elementos de fácil inflamabilidad. La iluminación mínima será de 100 lux. La puerta del local donde esté instalado llevará la identificación "**Tablero Eléctrico Principal**" y estará construida con materiales con una resistencia al fuego similar a las paredes del local (Dto. 351/79 reglamentario de la ley 19.587 de Seguridad e Higiene del Trabajo).

Sobre la acometida de la línea principal en el tablero, deberá instalarse un interruptor que actúe como elemento de maniobra principal, que podrá integrarse con interruptor automático con apertura por sobrecarga y cortocircuito.

### **Tableros Seccionales - Requisitos**

- Estarán ubicados en lugares de fácil localización dentro de la unidad habitacional o comercial y a una altura adecuada, para facilitar el accionamiento de los elementos de maniobra.
- Tendrán buen nivel de iluminación.
- No deben interponerse obstáculos en su acceso.

- Incluirán los siguientes elementos de protección:
  - Como interruptor general se utilizará un interruptor con apertura por corriente diferencial. Alternativamente se puede optar por colocar un interruptor automático o manual y un interruptor diferencial por cada una de las líneas derivadas.
  - Por cada una de las líneas derivadas se instalará un interruptor automático con apertura por sobrecarga y cortocircuito.

### **Características Constructivas**

Deberá ser de materiales plásticos que, además de rigidez mecánica, presente características de inflamabilidad, no higroscopicidad y propiedades dieléctricas adecuadas. Asimismo, se caracterizarán por las siguientes propiedades:

- No tendrán partes bajo tensión accesibles desde el exterior.
- El acceso a las partes bajo tensión sólo será posible luego de la remoción de tapas o mediante herramientas especiales.
- Las palancas o elementos de mando de los dispositivos de maniobra deberán ser fácilmente accionables.
- Los componentes eléctricos no podrán ser montados directamente sobre las caras posteriores o laterales. Los mismos deberán ser montados en riel DIN.
- Las partes de los tableros no deberán superar las temperaturas establecidas en la norma IEC 60670-24:2011
- Los tableros que tengan más de tres circuitos deberán contar con un peine de conexión o un juego de barras que permita efectuar el conexionado o remoción de cada uno de los elementos de maniobra, sin interferir con los restantes.
- Las barras deberán diseñarse para una corriente nominal no inferior a la de la línea de alimentación y para un valor de corriente de cortocircuito no inferior al valor eficaz de la corriente de falla máxima en el lugar de la instalación.
- La disposición de las barras deberá ser N. L1. L2. L3. del frente hacia atrás y de arriba hacia abajo.
- Las derivaciones de las barras deberán efectuarse mediante grapas, bornes o terminales apropiados.
- No podrán usarse los tableros como caja de paso o empalme de otros circuitos.

- Los conductores no podrán estar flojos ni sueltos en su recorrido dentro del tablero.
- Los tableros dispondrán de una placa colectora de puesta a tierra perfectamente identificada.
- Los tableros podrán ser diseñados para montaje sobre piso, sobre pared o de embutir.
- Las masas de los instrumentos, relevadores, medidores y transformadores de medición instalados en tableros deberán estar puestas a tierra.

### **Condiciones Para Cumplir por los Elementos de Protección y Maniobra**

Las condiciones principales para cumplir serán:

- El interruptor manual de seccionamiento deberá permitir su enclavamiento con candado de manera tal que no permita su maniobra de cierre.
- El interruptor automático deberá tener la posibilidad de ser bloqueado en la posición de abierto.
- En el caso de instalaciones monofásicas, se deberá instalar dispositivos de protección y maniobra bipolares.
- Los interruptores deberán interrumpir el conductor neutro en instalaciones trifásicas. No obstante.
- Las instalaciones monofásicas también deben producir el seccionamiento del neutro simultáneamente con el de fase.
- Los motores de corriente alternada (monofásica o trifásica) deberán tener como mínimo un dispositivo de maniobra y protección que permita el arranque y detención del motor mediante el cierre o apertura de todas las fases o polos en forma simultánea, así como la protección de la línea de alimentación contra sobrecargas y cortocircuitos. En el caso de motores trifásicos, además de la protección indicada, debe utilizarse un dispositivo de protección que interrumpa el circuito de alimentación cuando esté ausente la tensión de una fase.

### 1.3. Reglas y Criterios para la Construcción de una Instalación

#### Planeamiento de una Instalación Eléctrica - Conceptos Generales

Cualquier proyecto de diseño de una instalación eléctrica, ya sea de tipo residencial, comercial o industrial, debe partir de la base de una cuidadosa planificación que incluya principalmente:

- Verificar la conformidad de la instalación con los códigos, normas y estándares aplicables.
- Estudiar las necesidades eléctricas de la edificación.
- Determinar las características del suministro de energía para el sistema completo.
- Llevar a escala los detalles de toda la instalación verificando las limitaciones del presupuesto asignado a la obra.

El diseño propiamente dicho de una instalación eléctrica busca determinar la disposición de los conductores y equipos que transfieren la energía eléctrica desde la fuente de potencia hasta las cargas de la manera más segura y eficiente posible, que se pueden resumir en los siguientes pasos básicos:

1. Seleccionar los conceptos y configuraciones básicas de cableado que suministrarán potencia eléctrica a cada punto de utilización.
2. Implementar los conceptos de circuitos eléctricos con conductores y dispositivos reales, seleccionando tipos, tamaños, modelos, capacidades y otras características de los elementos requeridos.
3. Responder por la instalación del sistema eléctrico completo, como se determinó en los primeros dos pasos, dentro de las dimensiones físicas y la composición estructural de la edificación, mostrando tan claramente como sea posible las localizaciones y detalles del montaje de los equipos, los trayectos de las canalizaciones, las conexiones a las líneas principales de suministro de potencia y otros elementos que requieran atención.

Resumiendo, el proyectista de una instalación eléctrica, además de los conocimientos propios de su profesión debe comprender claramente la relación que existe entre los aspectos puramente técnicos del proyecto y otros factores, tales como la seguridad, la capacidad, la flexibilidad, la accesibilidad, la confiabilidad, la eficiencia y la economía de este, como se describe a continuación:

- **Seguridad:** Una instalación segura es aquella que no presenta riesgos.

- **Eficiencia:** Una instalación eficiente es aquella que evita consumos innecesarios.
- **Economía:** El diseñador debe pensar la instalación eléctrica que se ejecute con la menor inversión posible, por ejemplo, en horas hombre dedicadas al proyecto y a la instalación eléctrica.
- **Capacidad:** La instalación debe tener capacidad suficiente para atender las cargas para las que está diseñada y una reserva para eventuales ampliaciones.
- **Flexibilidad:** Se entiende por instalación flexible aquella que puede adaptarse a pequeños cambios.
- **Accesibilidad:** Cualquier instalación eléctrica deberá ser fácilmente accesible, tanto para mantenimiento, reparaciones, ampliaciones o alteraciones de este.
- **Confiabilidad:** Como parte de la confiabilidad la instalación debe garantizar la continuidad del servicio y el cumplimiento de requisitos mínimos como mantener la tensión dentro de ciertos límites.
- **Legalidad:** La instalación eléctrica debe respetar los requerimientos de las normas y códigos aplicables.
- **Medio ambiente:** Se deben considerar las condiciones de humedad, salinidad y contaminación del medio ambiente donde se construye la instalación, dada la influencia que tienen en la vida útil de la misma. No obstante, deben efectuarse revisiones periódicas.

El resultado del diseño de una instalación son los planos eléctricos, que contienen los diagramas de cableado (unifilares o multifilares), los diagramas de canalizaciones, dibujos isométricos, dibujos de detalles, descripciones técnicas y toda documentación necesaria para transmitir una visión de conjunto del proyecto.

### **Tipos de Instalaciones de Cables**

La determinación del tipo de instalación es de vital importancia, dado que tiene gran influencia en la capacidad de conducción de corriente.

Los tipos de canalizaciones previstos en la Reglamentación de la A.E.A. son:

- Conductores aislados colocados en cañerías: embutidas o a la vista.
- Conductores enterrados: directamente o en conductos.
- Conductores preensamblados en líneas aéreas exteriores.

- Bandejas portacables.
- Blindo barras.

No se permiten las instalaciones aéreas en interiores ni los conductores directamente enterrados en canaletas de madera o bajo listones del mismo material.

### Conductores aislados colocados en cañerías

Las cañerías se calculan en base a la sección de los conductores que albergan y a la cantidad de estos, no debiendo ocupar más del 35% de la sección libre. Con ambos datos, en la tabla dada por el Reglamento se determina el diámetro de la cañería.

| Sección cobre  | mm <sup>2</sup>         | 1                       | 1,5   | 2,5   | 4     | 6     | 10,00 | 16,00 | 25,00 | 35,00  | 50,00  |
|--|-------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Diámetro Exterior Máximo                                   | mm                      | 2,5                     | 3,5   | 4,2   | 4,8   | 6,3   | 7,60  | 8,80  | 11,00 | 12,50  | 14,50  |
| Sección Total  | mm <sup>2</sup>         | 4,91                    | 9,62  | 13,85 | 18,10 | 31,17 | 45,36 | 60,82 | 95,03 | 122,72 | 165,13 |
| Caños según IRAM (RL: acero liviano, RS: acero semipesado) | Sección mm <sup>2</sup> | Cantidad de conductores |       |       |       |       |       |       |       |        |        |
| RS16   | 132                     | 2+PE                    | 4+PE  | 2+PE  |       |       |       |       |       |        |        |
| RL16   | 154                     | 4+PE                    | 5+PE  | 3+PE  | 2+PE  |       |       |       |       |        |        |
| RS19   | 177                     | 5+PE                    | 6+PE  | 4+PE  | 3+PE  |       |       |       |       |        |        |
| RL19   | 227                     | 9+PE                    | 7+PE  | 5+PE  | 4+PE  | 2+PE  |       |       |       |        |        |
| RS22   | 255                     | 11+PE                   | 9+PE  | 6+PE  | 4+PE  | 2+PE  |       |       |       |        |        |
| RL22   | 314                     | 15+PE                   | 11+PE | 7+PE  | 5+PE  | 3+PE  | 2+PE  |       |       |        |        |
| RS25   | 346                     |                         | 13+PE | 9+PE  | 6+PE  | 3+PE  | 2+PE  |       |       |        |        |
| RL25   | 416                     |                         |       | 10+PE | 7+PE  | 4+PE  | 2+PE  | 2+PE  |       |        |        |
| RS32   | 616                     |                         |       | 15+PE | 11+PE | 6+PE  | 4+PE  | 3+PE  |       |        |        |
| RL32   | 661                     |                         |       |       | 12+PE | 7+PE  | 4+PE  | 3+PE  |       |        |        |
| RS38   | 908                     |                         |       |       |       | 9+PE  | 6+PE  | 4+PE  | 2+PE  | 2+PE   |        |
| RL38   | 962                     |                         |       |       |       | 10+PE | 7+PE  | 5+PE  | 3+PE  | 2+PE   |        |
| RS51   | 1662                    |                         |       |       |       | 18+PE | 12+PE | 9+PE  | 5+PE  | 4+PE   | 3+PE   |
| RL51   | 1810                    |                         |       |       |       |       | 12+PE | 9+PE  | 6+PE  | 4+PE   | 3+PE   |

**Tabla N° 48**

A los efectos de calcular la cantidad de conductores que albergará una cañería, es conveniente recordar las siguientes pautas:

- Del tablero seccional parten un conductor vivo, uno neutro y uno de tierra por circuito.
- Las llaves se conectan exclusivamente al vivo (no se recomienda hacerlo al neutro).
- Las cajas de techo y de pared reciben un conductor vivo (previo paso de este por la llave) y un conductor neutro.
- Los tomacorrientes se conectan directamente a un conductor vivo y a uno neutro.
- Las líneas trifásicas deberán poseer canalizaciones independientes.
- Cada una de las líneas seccionales deberán poseer canalizaciones independientes.
- Se admiten en una cañería hasta tres líneas de circuito de tomacorriente y/o iluminación, siempre y cuando sean de una misma fase y no superen en conjunto 20 Ampere de carga o 15 puntos de iluminación.
- El diámetro mínimo admitido para los caños será de 13 mm en líneas de circuitos, y de 15 mm en líneas seccionales y principales.
- La unión de los caños entre sí y de los caños a cajas deberá efectuarse mediante conectores adecuados.
- Los caños podrán ser de material termoplástico según norma IRAM 62386 ó de acero de acuerdo con normas IRAM IAS U 500 -2100, 2005 y 2224.
- En su instalación, los caños no deben curvarse en ángulos menores a 90°, siendo el radio de curvatura mínimo de tres veces su diámetro exterior, no admitiéndose más de tres curvaturas entre cajas.
- En tramos rectos se colocará como mínimo una caja de paso cada 12 metros.
- Antes de instalar los conductores, se deberá haber concluido el montaje de caños y cajas, y completado los trabajos de mampostería.
- Los cables no podrán unirse dentro de la cañería, por lo que entre cajas deben instalarse tramos enteros de cables.
- En las cajas de paso y derivación de las columnas montantes deberá identificarse mediante letras y/o números cada una de las líneas seccionales. Además, se evitará totalmente el entrecruzamiento de conductores de distintas líneas seccionales.



### Volumen Utilizable en las Cajas de Embutir:

| Tipo de Caja                          | Rectangular<br>5x10 | Cuadrada<br>10x10 | Octogonal<br>grande | Octogonal<br>chica |
|---------------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| Volumen [cm <sup>3</sup> ]            | 240                 | 400               | 250                 | 155                |
| Volumen utilizable [cm <sup>3</sup> ] | 120                 | 200               | 120                 | 75                 |

Tabla N° 49

### Volumen Ocupado por Cada Conductor que Pasa por o Deriva en una Caja:

|  |     |     |    |    |    |
|--|-----|-----|----|----|----|
| Sección del conductor [mm <sup>2</sup> ] | 1,5 | 2,5 | 4  | 6  | 10 |
| Volumen mínimo [cm <sup>3</sup> ]        | 6   | 8,5 | 12 | 20 | 25 |

Tabla N° 50

### Volumen Típico Ocupado por Dispositivos:

| Dispositivo                       | Interruptor<br>1P | Tomacorriente<br>2P+T, 10A | Tomacorriente<br>2P+T, 20 A |
|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Volumen típico [cm <sup>3</sup> ] | 6 a 25            | 18 a 38                    | 34 a 40                     |

Tabla N° 51

### Identificación de Colores de Conductores:

- **Instalación trifásica:** Fase R: castaño (marrón); Fase S: negro; Fase T: rojo y Neutro: celeste. Conductor de protección: bicolor verde/amarillo.
- **Instalación monofásica:** Neutro: celeste; Conductor de protección: verde/amarillo (bicolor). Fases: cualquiera de los conductores de fase indicados anteriormente. En caso necesario se pueden utilizar otros colores exceptuando el verde, el amarillo, verde/amarillo o celeste. En este caso, el conductor debe estar debidamente identificado.
- Para los retornos de los circuitos de comando de alumbrado no se pueden usar los colores destinados a las líneas de fases, de neutro o de protección y tampoco el verde o el amarillo.

### Curvado de caños metálicos

Las curvas para realizarse en caños metálicos no deberán efectuarse con ángulos menores a 90°. Además, deberán tener como mínimo los radios de curvatura de la siguiente tabla:

| Designación comercial(mm) | Caño liviano     | Radio de curvatura [mm] |        |
|---------------------------|------------------|-------------------------|--------|
|                           | Designación IRAM | Mínimo                  | Máximo |
| 16                        | CL/CR 16         | 35                      | 45     |
| 19                        | CL/CR 19         | 42                      | 52     |
| 22                        | CL/CR 22         | 50                      | 55     |
| 25                        | CL/CR 25         | 59                      | 69     |
| 32                        | CL/CR 32         | 74                      | 84     |
| 38                        | CL/CR 38         | 90                      | 100    |
| 51                        | CL/CR 51         | 120                     | 130    |

**Tabla Nº 52**

### Conductores Subterráneos - Directamente Enterrados

Los cables subterráneos normalmente utilizados responden a la norma **IRAM 2178-1** y se pueden instalar directamente enterrados o en conductos (cañerías metálicas cincadas, caños de fibrocemento o de PVC rígido pesado).

Las instalaciones enterradas presentan algunas ventajas, como el hecho de estar menos expuestas a daños durante la instalación y tienen de 10 a 20% más de capacidad de conducción de corriente que los cables en cañerías por su facilidad de disipación térmica. Como contrapartida, requieren un mayor tiempo de instalación y de reparación de fallas.

|                    |   |
|--------------------|---|
| <i>Trayectoria</i> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Debe ser lo más rectilínea posible para ahorrar conductor.</li><li>• Debe tener en cuenta la edificación, las condiciones topográficas del lugar y las construcciones subterráneas (como gasoductos, conductos de agua, etc.).</li><li>• De seguirse una trayectoria curva, se respetará el radio mínimo de curvatura del conductor.</li><li>• Se evitará el cruce de terrenos inestables (pantanosos, corrosivos, etc.).</li></ul> |
|--------------------|---|

|  |   |
|--|---|
| <b>Excavación</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La excavación de zanjas en zonas urbanas o industriales se limita a una profundidad de 40 cm. para evitar dañar cualquier otro tipo de instalación subterránea, posteriormente se puede seguir la excavación con pala hasta alcanzar la profundidad recomendada (mín. 70 cm.), con un ancho acorde al número de cables a instalar.</li> <li>• Si la ruta de instalación pasa a través de calles deben colocarse conductos de PVC u otros elementos para ese propósito. Si los cruces tienen tráfico pesado se debe colocar una losa de concreto.</li> <li>• Se recomienda instalar por lo menos un conducto extra para dejarlo como reserva.</li> <li>• Una vez alcanzada la profundidad de proyecto, se limpiará el fondo de modo que quede libre de piedras, nivelado y compactado y, preferentemente con una capa de arena para mejorar la disipación térmica.</li> </ul> |
| <b>Tipos de terrenos</b> (según el material) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tipo A:</b> material suelto y seco, como cal, arena, etc.</li> <li>• <b>Tipo B:</b> conglomerado, que para extraerlo requiere el empleo de herramientas ligeras, como arcilla, etc.</li> <li>• <b>Tipo C:</b> conglomerado cementado, que para extraerlo requiere el empleo de herramientas pesadas, de barrenación o explosivos, como rocas, muros de mampostería, etcétera.</li> </ul>  |

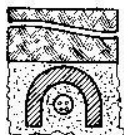
**Tabla N° 53**

Como protección contra el deterioro mecánico, se utilizarán ladrillos o cubiertas dispuestas como las siguientes ilustraciones:



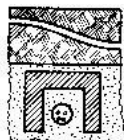
Recubrimiento de ladrillos y el espacio hueco recubierto con arena.

Factor de reducción de la corriente admisible: 0,84.



Recubrimiento con media caña de cemento y el espacio hueco relleno con arena.

Factor de reducción de la corriente admisible: 0,84.



Para cables armados se admite arena apisonada y recubrimiento de ladrillos.

Factor de reducción de la corriente admisible: 1.

## Conductores Subterráneos en Conductos

Es la alternativa ideal cuando el sistema de cables tenga que atravesar zonas construidas, caminos u otros sitios donde no es posible abrir zanjas.

### Trayectoria

- Debe ser lo más rectilínea posible para ahorrar conductor.
- Si debe seguir una trayectoria paralela a otras canalizaciones o estructuras subterráneas, no deben localizarse directamente por arriba o por abajo de ellas.
- Si existen cambios de dirección en la trayectoria, deben realizarse por medio de pozos de inspección.

### Parámetros para la selección del conducto

- *Relleno*: Es el porcentaje ocupado del conducto, y su objetivo es permitir un adecuado nivel de disipación del calor.
- *Acuñamiento*: El acuñamiento de los cables se produce cuando se instalan tres cables en un conducto con curva.
- *Claro mínimo*: Es a efectos de evitar la presión de la parte superior del cable contra la parte superior del conducto.

### Configuración

- El número de conductos en cada banco depende del proyecto, siendo recomendable dejar conductos adicionales como reserva.
- La colocación de los ductos en la trinchera se hace por medio de separadores, dejando un espacio de un diámetro entre ductos. Normalmente los espacios entre conductos se rellenan con concreto.

### Materiales de los Conductos

- Deben ser resistentes a los esfuerzos mecánicos, a la humedad y al ataque de agentes químicos del medio.
- Deben impedir que la falla de un cable en un ducto se propague a los otros conductos.
- Deben tener una pendiente mínima del 1% para permitir que el agua drene.
- La unión de los conductos se realizará por medio de acoples que no dejen escalones.
- Los conductos que atraviesen los muros de un edificio deben estar provistos de sellos que impidan la entrada de gases o líquidos al edificio.

- Deben evitarse las curvas; cuando ello no sea posible, tendrán un radio de curvatura mínimo de 12 veces el diámetro del conducto.

### Pozos de Inspección

- Deben preverse pozos de inspección en los cambios de dirección y en las longitudes rectas superiores a 100 metros.
- Cuando albergue empalmes, debe tener lugar suficiente para las maniobras.
- Las tapas deben estar construidas en materiales que resistan las cargas que se le impongan con un amplio margen de seguridad.
- Deberán tener facilidad para drenar el agua mediante drenajes en su interior.

### Canaletas y Galerías

- Las canaletas son conductos con tapas removibles (macizas o ventiladas) a nivel del suelo. Los cables van directamente enterrados o en conductos.
- Las galerías se diferencian de las anteriores en que pueden ser recorridas en toda su extensión.

### Conductores en Líneas Aéreas Exteriores - Requisitos Exigidos

|  |   |
|--|---|
| Distancias mínimas exigidas:                             | <b>De azoteas transitables:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacia arriba: 2,75 m.</li> <li>• Hacia abajo: 1,25 m.</li> </ul>   |
| Distancias mínimas:                                      | <b>De ventanas o similares:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacia arriba desde el alféizar: 2,50 m.</li> <li>• Hacia abajo desde el alféizar: 1,25 m.</li> <li>• Lateralmente desde el marco: 1,25 m.</li> </ul> |
| Distancias mínimas:                                      | <b>Del suelo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En líneas de acometidas de viviendas: 3,50 m.</li> <li>• Ídem, si atraviesan líneas de circulación de vehículos: 4,00 m.</li> </ul>                                |
| Distancias mínimas:                                      | <b>De accesos fijos como los previstos para la limpieza de chimeneas desde el exterior:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacia arriba: 2,50 m.</li> <li>• Hacia abajo: 1,25 m.</li> </ul>                         |
| Distancias mínimas:                                      | <b>De instalación de telecomunicaciones:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacia arriba: 1,00 m.</li> <li>• Hacia abajo: 1,00 m.</li> <li>• Lateralmente: 1,00 m.</li> </ul>                                       |
| Distancias mínimas:                                      | <b>De árboles y antenas:</b> 1,00 m.  |
| No se permite:   | El tendido de líneas aéreas por encima de chimeneas, pistas de juego, campos de deportes y piletas de natación.   |
| Tensión mecánica:  | Las líneas serán tendidas de manera tal que, en la condición más desfavorable, la tensión mecánica resultante de los conductores no sea mayor de 60 N/mm <sup>2</sup> .   |
| Vanos máximos:   | Según la sección de los conductores serán: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasta 5 m. para conductores de hasta 4 mm<sup>2</sup>.</li> <li>• Hasta 10 m. para conductores de hasta 6 mm<sup>2</sup>.</li> </ul>      |
| Pases de paredes y entradas de conductores a un edificio | Se deben realizar con pipetas de porcelana.   |

Tabla N° 54

**Bandejas portacables:** Las bandejas portacables son estructuras rígidas y continuas especialmente realizadas para soportar cables eléctricos, construidas en metal (acero galvanizado o aluminio) o materiales no combustibles (resina epoxi o PVC).

**Selección de bandejas:** el ancho y la separación de los travesaños dependerán del número de cables y del peso de estos. Deben estar diseñadas para soportar todas las cargas estáticas (peso propio) o dinámicas (como del personal que ejecute la instalación) que puedan actuar sobre ellas.

**Cálculo de la Sección del Conductor:**

a) La intensidad de corriente no deberá ocasionar un calentamiento sobre el conductor que eleve su temperatura por encima de la especificada para cada tipo de cable.

b) La intensidad de corriente no deberá provocar caídas de tensión superiores a las indicadas a continuación:

- Instalación de alumbrado: 3% en todo momento y circunstancia.
- Instalación de fuerza motriz: 5% (en régimen) en todo momento y circunstancia.
- Máxima caída de tensión permitida: 15% (en el arranque), siempre que no afecte a servicios especiales que exijan condiciones más rigurosas (centro de cómputos, laboratorios, etc.).

La caída de tensión se calculará entre el origen de la instalación (acometida) y cualquier punto de utilización considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

c) Se deberán respetar las secciones mínimas para cada caso (líneas principales, seccionales, etc.) indicadas en las reglas de instalación.

Los cables para utilizar deben responder a la norma IRAM 247-3, para los cuales la Asociación Electrotécnica Argentina ha establecido las corrientes admisibles por conductor, indicadas en la siguiente tabla:

| <b>Sección del conductor de cobre según Norma IRAM NM 247-3 [mm<sup>2</sup>]</b> | <b>Corriente máxima admisible [A]<br/>(para 2 cables cargados +PE en cañería)</b> | <b>Corriente máxima admisible [A]<br/>(para 3 cables cargados + PE en cañería)</b> |
|--|---|--|
| 1  | 11  | 10   |
| 1,5  | 15  | 14   |
| 2,5  | 21  | 18   |
| 4  | 28  | 25   |
| 6  | 36  | 32   |
| 10   | 50  | 44   |
| 16   | 66  | 59   |
| 25   | 88  | 77   |
| 35   | 109   | 96   |

**Tabla N° 55**

La intensidad indicada en la tabla anterior corresponde a la corriente admisible por conductor para cables instalados en cañerías, embutidas o a la vista, en servicios permanentes y está referida a una temperatura ambiente de 40°C, 70°C en el conductor y para tres circuitos de cables instalados por caño.

| <b>Temperatura ambiente (°C)</b> | <b>Factor de corrección (K<sub>a</sub>)</b> |                |
|----------------------------------|---|----------------|
|                                  | <b>En caños</b>                             | <b>Al aire</b> |
| 25                               | 1,33  | 1,21           |
| 30                               | 1,22  | 1,15           |
| 35                               | 1,13  | 1,08           |
| 40                               | 1   | 1              |
| 45                               | 0,86  | 0,92           |
| 50                               | 0,72  | 0,83           |
| 55                               | 0,50  | 0,72           |

En cambio, si la canalización es subterránea los cables a utilizar deben responder a la norma IRAM 2178 o IRAM 62266, para los cuales la Asociación Electrotécnica Argentina ha establecido las intensidades de corrientes admisibles {A}, indicadas en la siguiente tabla en función del método de su instalación. (se colocará en la tabla solo el método D2 correspondiente al método “directamente enterrado”, ya que en la práctica es el más conveniente y seguro de utilizar)

| Sección del conductor de cobre según Norma IRAM NM 2178 [mm <sup>2</sup> ] | Corriente máxima admisible [A]<br>(para tensión monofásica) | Corriente máxima admisible [A]<br>(para tensión trifásica) |
|--|---|--|
| 1,5  | 29  | 25   |
| 2,5  | 39  | 34   |
| 4  | 51  | 44   |
| 6  | 65  | 55   |
| 10   | 88  | 74   |
| 16   | 112   | 95   |
| 25   | 144   | 123  |
| 35   | 173   | 147  |

Cuando la temperatura ambiente difiera de 40°C, las intensidades máximas admisibles resultarán de las indicadas en la tabla anterior multiplicadas por el factor de corrección por temperatura correspondiente. Asimismo, según la cantidad de conductores que se coloquen en un caño, se deberán aplicar los siguientes coeficientes de corrección.

| Cantidad de conductores en un caño | K <sub>a</sub> |
|------------------------------------|----------------|
| 1 a 3                              | 1              |
| 4 a 6                              | 0,8            |
| 7 a 9                              | 0,7            |

Tabla N° 57

I<sub>calc</sub>: Corriente calculada

K<sub>c</sub>: Factor de corrección

K<sub>a</sub>: Factor de agrupamiento

$$I_{adm} = \frac{1,25 \cdot I_{Calc}}{K_c \cdot K_a}$$



#### 1.4. Selección de Conductores

En resumidas cuentas, al tiempo de tener que seleccionar los conductores que se utilizarán en una instalación eléctrica, se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- 1) Identificación por tramo.
- 2) Estimación de utilizadores.
- 3) Cálculo de la corriente.
- 4) Agrupamiento.
- 5) Corriente máxima admisible.
- 6) Preselección de la sección.
- 7) Sección mín. admisible por cada tramo.
- 8) Verificación de la caída de tensión.
- 9) Recalculo de la sección teniendo en cuenta la caída de tensión.

## 1.5. Reglas de Instalación

Todos los elementos que formen parte de la instalación eléctrica deben responder a las correspondientes normas aprobadas por IRAM.

Los principales tipos de canalizaciones son los siguientes:

- Conductores aislados colocados en cañería, embutida o a la vista.
- Conductores enterrados, directamente o en conductos.
- Conductores pre ensamblados en líneas aéreas exteriores.
- Bandeja porta cables.
- Blindo barras.
- Blindo ducto.

No se deberán colocar los conductores directamente en canaletas de madera o bajo listones del mismo material, ni tampoco embutidos o sobre mampostería, yeso, cemento u otros materiales. No se efectuarán instalaciones aéreas en interiores.

### Sección Nominal de los Conductores

La sección nominal de los conductores deberá calcularse en función de su intensidad de corriente máxima admisible y caída de tensión. Independientemente del resultado del cálculo, las secciones no podrán ser menores a las siguientes, que se ***considerarán secciones mínimas admisibles***:

|  |                      |
|--|----------------------|
| Líneas principales   | 4,00 mm <sup>2</sup> |
| Líneas seccionales   | 2,50 mm <sup>2</sup> |
| Líneas de circuito para iluminación de usos generales          | 1,50 mm <sup>2</sup> |
| Línea de circuito para tomacorrientes de usos generales        | 2,50 mm <sup>2</sup> |
| Líneas de circuitos para usos especiales                       | 2,50 mm <sup>2</sup> |
| Líneas de circuito para <b>usos específicos</b> (excepto MBTF) | 2,50 mm <sup>2</sup> |
| Líneas de circuito para usos específicos (alimentación a MBTF) | 1,50 mm <sup>2</sup> |
| Alimentaciones a interruptores de efecto                       | 1,50 mm <sup>2</sup> |
| Retorno de los interruptores de efecto                         | 1,00 mm <sup>2</sup> |
| Conductor de protección  | 2,50 mm <sup>2</sup> |

Tabla Nº 58

En las uniones y derivaciones de conductores de secciones inferiores a 4,00 mm<sup>2</sup>, se admitirán uniones de cuatro conductores como máximo, intercalando y retorciendo sus hebras. Las uniones y derivaciones de conductores de secciones de 4,00 mm<sup>2</sup> podrán efectuarse del mismo modo en tanto y en cuanto la unión no supere los tres conductores. Para agrupamientos de más de 4 conductores deberán utilizarse borneras normalizadas.

Las uniones y derivaciones de conductores de secciones mayores que 4,00 mm<sup>2</sup>, deberán efectuarse por medio de borneras, manguitos de indentar o soldar, u otro tipo de conexión que asegure una conductividad eléctrica por lo menos igual a la del conductor original. Para los cables preensamblados deberán usarse conectores normalizados a tales efectos.

### **Prescripciones para Locales Especiales**

**Locales húmedos:** son aquellos en los que las instalaciones están sometidas, en forma permanente, a los efectos de la condensación de humedad con formación de gotas. Los requisitos que deben cumplir las instalaciones en estos locales son los siguientes:

- Las cañerías y cajas serán preferentemente separadas y de material aislante como mínimo 0,02 m. de la pared.
- Los interruptores, tomas corrientes, motores y artefactos en general deberán tener como protección mínima IPX1 (Norma IRAM 2444).
- Los gabinetes de los tableros, las cajas de derivación, de tomacorrientes y de alumbrado se sellarán en los puntos de entrada de los conductores. Estarán separadas, como mínimo, 0,008 m. de la pared.

**Locales mojados:** son aquellos donde las instalaciones eléctricas están expuestas en forma permanente o intermitente a la acción del agua proveniente de salpicaduras y proyecciones. Las instalaciones subterráneas, si son accesibles, deberán considerarse como emplazamientos mojados. Para estos locales rigen los mismos requisitos que para los anteriores más los indicados a continuación:

- Las cañerías serán estancas utilizando para los empalmes y conexiones dispositivos de protección contra la penetración de agua.
- Los aparatos de protección y maniobra y tomacorrientes estarán ubicados preferentemente fuera de estos locales, si ello no fuera posible tendrán como mínimo protección IPX5. Los artefactos de alumbrado, motores y aparatos eléctricos también tendrán protección mínima IPX5.
- Si en los locales existieran vapores corrosivos, todos los elementos de la instalación se protegerán con elementos resistentes a la acción de dichos vapores.

**Instalaciones en cuartos de baño:** para los cuartos de baño, el Reglamento de la A.E.A. establece las siguientes zonas de seguridad en función del nivel de riesgo que ocasiona el uso de la electricidad:

- **Zona 0:** el volumen interior a la bañera o receptáculo de la ducha y, por extensión, también el interior del bidet o del lavatorio.
- **Zona 1:** limitada por un lado por la superficie vertical circunscripta a la bañera o receptáculo de la ducha o, en su ausencia, por la superficie vertical situada a 0,6 m. alrededor de la flor de la ducha, y por otro lado por el plano horizontal situado a 2,25 m. por encima del nivel del fondo de la bañera o receptáculo de ducha.
- **Zona 2:** limitada, por una parte, por la superficie vertical exterior a la Zona 1 y una superficie paralela a ella situada a 0,6 m. de la primera; y, por otra parte, por el piso y por el plano horizontal situado a 2,25 m. por encima del nivel del suelo. Por extensión, también la zona situada a 0,6 m. alrededor de la Zona 0 para bidet. Para lavatorios, la zona equivalente situada a 0,4 m. según se indica en la correspondiente figura.
- **Zona 3:** limitada, en una parte, por la superficie vertical exterior a la Zona 2 y una superficie paralela situada a 2,4 m de la primera y, en la otra parte, por el piso y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del nivel del suelo. Por extensión, se aplican las mismas condiciones para definir la Zona 3. Para lavatorios, la altura es la indicada en la figura correspondiente.

### **Protecciones para Seguridad**

Dentro de la Zona 0 se admite sólo la protección por muy baja tensión de seguridad con tensiones no superiores a 12 Vca, estando la fuente de seguridad ubicada fuera de la zona y no se admite equipo eléctrico alguno.

En las zonas 0, 1 y 2 no se admiten las cajas de paso ni las de derivación. Tampoco se admiten los tableros o dispositivos de maniobra, protección o conexión alguna.

En la Zona 3, se permiten sólo los tomacorrientes de 2 polos más puesta a tierra que estén alimentados por un transformador de aislación, por una fuente de MBTS o por el sistema normal de 220 Vca protegido por un dispositivo de protección por corriente diferencial de fuga de 30 mA máximo.

En la Zona 1 sólo se permiten los aparatos fijos calentadores de agua según normas IRAM específicas.

En la Zona 2 solamente podrán ser instalados aparatos calentadores de agua y luminarias Clase II, con una protección por lo menos equivalente a IP24, siempre que cumplan con las normas IRAM específicas.

Por otra parte, las canalizaciones deberán estar embutidas a una profundidad mayor que 5 cm con cables mecánicamente protegidos. En caso contrario, las canalizaciones deben proveer doble aislación y no deben contener ninguna cobertura metálica. En las zonas 0; y 2, las canalizaciones deben limitarse a las necesarias para la alimentación de los equipos ubicados en ellas, no estando permitida ningún tipo de canalización a la vista en las zonas 0 y 1.

**Locales en ambientes peligrosos:** son aquellos locales en los que se manipulan, procesan o almacenan materiales sólidos, líquidos o gaseosos susceptibles de inflamación o explosión.

- En la norma IRAM IAP A 20-1 se clasifican estos locales según su peligrosidad, en la 20-3 se cubren los requisitos para motores y generadores a ser utilizados en estos locales, en la 20-4 se tratan las condiciones de construcción de envolturas antideflagrantes y en la 20-5 las lámparas y artefactos de iluminación.
- Se procurará que los equipos estén situados en los lugares de riesgo mínimo o nulo.
- De ser necesario, se pueden reducir los riesgos por medio de ventilación con presión positiva.
- La temperatura superficial de los equipos y materiales eléctricos no debe sobrepasar la de inflamación de los elementos presentes. La instalación debe tener protección contra sobrecargas que aseguren no sobrepasar las temperaturas anteriores.
- Las canalizaciones deberán ser selladas herméticamente en los puntos de entrada a cajas y gabinetes, donde se instalen dispositivos de protección y maniobra.

### **Instalaciones Temporarias en Obra**

Las condiciones de trabajo en edificios en construcción por lo general son de elevado riesgo, por lo que se requiere prestar especial cuidado a las condiciones de seguridad.

La ejecución de estas se ajustará al Reglamento General y a lo dispuesto por los códigos de edificación del municipio correspondiente, pero básicamente las mismas establecen:

- Los puntos de alimentación de las empresas distribuidoras de electricidad se ubicarán en el interior del predio.
- El comando de la instalación se efectuará desde un tablero principal en el que se instalarán el interruptor, los portafusibles principales y el protector diferencial. Si existieran varios circuitos se colocarán interruptores y protecciones individuales para cada uno de ellos.
- Los tableros serán aptos para uso en intemperie, con protección al ingreso de polvo (IP5X). No está permitida la colocación de cerraduras.
- La línea de alimentación podrá colocarse en los muros mediante el empleo de aisladores.
- Se deberá realizar la conexión a tierra de todas las masas de la instalación.
- Los interruptores y tomacorrientes deberán protegerse contra daños mecánicos y como mínimo contra goteo de agua (IP43).
- Los motores tendrán cubiertas de material aislante.
- Los aparatos de alumbrado fijo deberán protegerse contra goteo de agua y los portátiles contra salpicadura de agua (IP44).
- Las lámparas tendrán protección mecánica a través de portalámparas de material no higroscópico.

En el inicio de la obra, se solicita al concesionario de energía la colocación de una caja de toma y un medidor provisorio. Una vez terminada la misma, se retiran ambos elementos y se instala la alimentación del medidor o grupo de medidores necesarios.

### **Instalaciones de Muy Baja Tensión (MBT)**

#### **Instalaciones de Servicios Auxiliares de muy Baja Tensión**

**Comprende los sistemas que se caracterizan por su baja tensión (inferiores a 24 VCC o VCA) y poco consumo energético. Los más frecuentes en los edificios son:**

- Instalación de alarma y protección contra incendio.
- Instalación de seguridad contra robo.
- Instalación de telecomunicaciones.
- Instalación de portero eléctrico o intercomunicadores.

- Instalación de señalización, llamada (timbres) y similares.
- Instalación de sistemas de relojes.
- Instalación de circuitos de antenas de TV y de radio.

Los circuitos de MBT exigen condiciones especiales de seguridad, entre las que se pueden mencionar:

- Para tensiones inferiores a 24 VCC o VCA no es necesario tomar medidas especiales de seguridad contra contactos directos o indirectos; no obstante, es conveniente que estén protegidas contra sobre intensidades para evitar que se deterioren por esta causa.
- La alimentación se efectuará mediante transformadores con separación eléctrica entre los bobinados primario y secundario, cuyos elementos metálicos y núcleo estarán adecuadamente conectados al sistema de puesta a tierra.
- Los conductores de muy baja tensión deberán disponer de canalizaciones independientes del resto de los circuitos.
- Ninguna de las partes conductoras ni de masa tendrán contacto con partes activas, neutros o masas de los circuitos de potencia.

## **Instalaciones de Alarma y Protección Contra Incendios**

Los sistemas de alarma tienen por objeto informar a una central y a otros repetidores que se está produciendo un siniestro, que debe combatirse antes que adquiera grandes proporciones. Las medidas de protección contra incendios que se pueden tomar son:

- Corte del circuito de aireación y cierre de la válvula de ventilación.
- Cierre de las puertas de protección contra incendios.
- Desconexión de máquinas y equipos.
- Puesta en marcha de una instalación de extracción de humos.
- Extinción automática con agua o gases especiales.

Los detectores automáticos más comunes que se pueden encontrar en el mercado son:

**Detector de ionización:** Determina la concentración de gases de combustión, visibles e invisibles. Actúa como pronto aviso.

**Detector de llamas:** Evalúa la claridad variable de un fuego.

**Detector de temperatura máxima:** Reacciona al sobrepasar una temperatura dada; se dispara por medio de una placa bimetálica.

**Detector incremental:** Actúa cuando el incremento de temperatura por unidad de tiempo sobrepasa de cierto valor.

Existen otros modelos que son una combinación de avisadores de temperatura máxima y diferencial.

## **Instalaciones de Seguridad Contra Robos**

Su función es evitar automáticamente la entrada de personas a locales que tienen vedados, para lo cual se instalan los detectores que están unidos a una central. Esta central emite una alarma audio-luminosa, pudiendo tenerse repetidores en otros lugares.

## **Instalaciones de Telecomunicaciones**

Una instalación telefónica es un sistema que permite convertir el sonido en corriente eléctrica y ésta nuevamente en sonido.

Las instalaciones telefónicas en interior de edificios normalmente se ajustan a las disposiciones de la concesionaria telefónica de la zona, pudiendo efectuarse la acometida a la red mediante sistemas aéreos o subterráneos.



## **Instalaciones de Portero Eléctrico e Intercomunicadores**

Los circuitos de portero eléctrico en edificios constituyen un caso particular dentro de las instalaciones de comunicaciones en el cual la transmisión se realiza a través de un micrófono o altoparlante y la recepción mediante un altoparlante. Constan de tres partes principales:

- Circuito de accionamiento de puertas mediante cierrapuertas magnético y pulsador de piso.
- Circuito de timbre en los pisos mediante pulsador en planta baja.
- Circuito de comunicación mediante micrófono y receptor en puerta de planta baja y micro teléfono en los pisos.
- Adicionalmente se puede incorporar un sistema de vídeo que, mediante una cámara convenientemente orientada en las entradas, permita la visualización de esta desde los pisos.

La cerradura automática y los timbres están conectados a un transformador común de baja tensión en corriente alterna; en cambio el sistema telefónico y los parlantes requieren corriente continua de baja tensión. Para ello, sobre el mismo transformador se coloca un rectificador de corriente que alimenta esta salida.

Todo el sistema debe contar con interruptores generales y protección contra sobre corrientes mediante llave termomagnética.

## **Instalaciones de Señalización y Llamada (timbres)**

El timbre o campanilla consiste en un electroimán cuya armadura está unida a una lámina elástica de acero fijada a su soporte. Al cerrar el circuito con el pulsador, circula corriente por el electroimán, de modo que se forma un campo magnético que atrae la armadura hacia el núcleo.

La atracción brusca hace que el martillo dé un golpe, produciendo un sonido corto. En ese momento, se interrumpe la corriente, cesa el campo magnético y la lámina elástica vuelve a su posición original.

Las campanillas se alimentan de corriente continua o de alterna, a través de un transformador con secundario de 24 V como máximo.

La reglamentación de instalaciones eléctricas domiciliarias establece que las campanillas, sistemas de alarmas y de señalización se alimenten por medio de circuitos independientes desde el tablero.

Las principales líneas de productos eléctricos para instalaciones domiciliarias cuentan con módulos específicos para estas aplicaciones, como ser:

## **Instalaciones con Motores**

### **Diseño de una Instalación con Motores**

En general los motores tienen "chapas de características" en las que figuran las condiciones nominales de funcionamiento; no obstante, para la instalación deben considerarse otras características que normalmente no se indican, como ser:

- Temperatura ambiente máxima de 40°C.
- Variación de tensión de red +/- 10%.
- Correcto acoplamiento mecánico con la carga.
- Adecuación de la protección al medio ambiente donde se instale el motor.

En las chapas de características puede leer: 380V, 220V, 380/220V ó 660/380V. Se debe tener cuidado de conectar cada bobinado de forma tal que reciba independientemente la menor tensión indicada en la chapa.

Un esquema característico de conexión trifásica es:

### **Cálculo de Conductores en Instalaciones con Motores**

La alimentación de los motores debe diseñarse para evitar calentamientos o caídas de tensión excesivas. Para líneas cortas de alimentación de fuerza motriz se suelen utilizar tablas aproximadas, teniendo en cuenta el etiquetado de EE según norma IRAM 62409:2014, IEC 60034.

La etiqueta se compone por las siguientes cuatro clases de eficiencia: IE1, IE 2 e IE3 donde el IE 3 se adjudica a los motores más eficientes.

Los motores más eficientes utilizan más cobre en el estator e imanes permanentes en el rotor

| Potencia del motor |      | Monofásicos (1 x 220 V.) |     |                    | Trifásicos (3 x 380 V.) |     |                    |
|--------------------|------|--------------------------|-----|--------------------|-------------------------|-----|--------------------|
| HP                 | kW   | I motor                  | GM. | S del conductor.   | I motor                 | GM. | S del conductor.   |
|                    |      | (A)                      | (A) | (mm <sup>2</sup> ) | (A)                     | (A) | (mm <sup>2</sup> ) |
| 0,24               | 0,18 | 2,12                     | 2,5 | 1,5                | 0,6                     | 1   | 1,5                |
| 0,34               | 0,25 | 2,68                     | 4   | 1,5                | 1                       | 1,6 | 1,5                |
| 0,75               | 0,55 | 3,78                     | 4   | 1,5                | 1,3                     | 1,6 | 1,5                |
| 1                  | 0,75 | 5,46                     | 6,3 | 2,5                | 2                       | 2,5 | 1,5                |
| 1,5                | 1,1  | 7,04                     | 10  | 2,5                | 3                       | 4   | 1,5                |
| 2                  | 1,5  | 9,76                     | 10  | 2,5                | 4                       | 6,3 | 1,5                |
| 3                  | 2,2  | 12,05                    | 16  | 4                  | 5,5                     | 6,3 | 2,5                |
| 4                  | 3    | 17,5                     | 20  | 4                  | 7,5                     | 10  | 2,5                |
| 5,4                | 3,7  | 20,08                    | 25  | 6                  | 10                      | 16  | 2,5                |
| 7,5                | 5,5  | 31,6                     | 40  | 10                 | 13                      | 16  | 4                  |
| 10                 | 7,5  | 43,2                     | 45  | 16                 | 18                      | 22  | 6                  |
| 15                 | 11   | 59,4                     | 63  | 16                 | 28                      | 40  | 10                 |

**Tabla N° 59**

Para líneas de mayor extensión se deben considerar las caídas máximas de tensión, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de la A.E.A.

## **Ensayos sobre las Instalaciones**

### **Inspección Inicial de las Instalaciones**

Las instalaciones eléctricas deberán ser objeto de una inspección inicial previa a su puesta en servicio o al realizar una alteración y revisiones periódicas a intervalos preestablecidos.

Durante la realización de estos, se deben tomar precauciones que garanticen la seguridad de las personas y que eviten daños a los equipamientos y propiedades. Las mismas se dividen en tres grandes grupos:

#### **Inspección Visual**

Comprende:

- Cumplimiento de las normas IRAM de todos los elementos componentes de la instalación, a través del grabado que presentan los materiales o de los catálogos de los

fabricantes. Por ejemplo, la verificación de que en los conductores embutidos se indique la norma IRAM NM 247 - 3.

- Correcto conexionado de la instalación de puesta a tierra (IRAM 2281).
- Existencia en todos los tomacorrientes de la conexión del conductor de protección de su borne de puesta a tierra (IRAM 2071).
- Operación mecánica correcta de los aparatos de maniobra y protección.
- Acción eficaz de los enclavamientos de los aparatos de maniobra y protección.
- Comprobación de la correcta ejecución de las uniones eléctricas de los conductores.
- Correspondencia entre los colores de los conductores activos, neutro y de protección con los establecidos en el código de colores, es decir colores: castaño, negro, rojo y celeste para las fases L1, L2, L3 y Neutro, respectivamente; y color verde/amarillo para el conductor de protección. La reglamentación permite otros colores para los conductores de fase que no sean celeste verde o amarillo, los que están expresamente prohibidos.
- Comprobación de la ubicación, características constructivas e inscripciones indicativas del tablero principal y tableros seccionales.

**Conformidad con el proyecto:** es un tipo de inspección visual que apunta a verificar la correspondencia de los elementos instalados con los indicados en los planos y las correspondientes memorias técnicas. Entre ellas se pueden mencionar:

- Verificación de la ubicación y destino de los circuitos, secciones de los conductores activos.
- Dimensiones y características de los materiales de las canalizaciones.
- Sección del conductor de protección.
- Características nominales de los aparatos de maniobra, seccionamiento y protección.

**Mediciones:** Permiten asegurar la confiabilidad de las instalaciones, así como comparar los valores obtenidos con los calculados. Las mediciones propuestas en el Reglamento de la A. E. A. y otros Reglamentos internacionales son:

- Continuidad eléctrica de los conductores activos y de protección.
- Resistencia de aislación de la instalación eléctrica. Permite constatar el estado de los conductores luego del cableado y conexionado, previniendo así eventuales fallas de

aislación. Adicionalmente, se recomienda verificar la resistencia eléctrica de pisos y paredes.

- Caída de tensión.
- Ensayo al calentamiento.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.

#### **Frecuencia Recomendada para las Inspecciones**

- Viviendas unifamiliares o en propiedad horizontal: cada 5 años.
- Edificios comerciales o de oficinas: cada 3 años.
- Cines, teatros u otros destinados a concentraciones de personas: cada 2 años.
- Edificios o locales con peligro de incendio: cada año.

**Prueba de continuidad eléctrica:** debe verificarse que los conductores no se hayan cortado durante su instalación, y que las cañerías y cajas tengan continuidad metálica para su puesta a tierra. Este ensayo se realiza con un óhmetro de tensión menor a 12 V, con una corriente superior a 0,2 A, debiendo verificarse que, colocando las puntas de prueba de dicho instrumento, en ambos extremos del circuito a medir, la lectura sea igual a cero.

**Prueba de la aislación:** Debe comprobarse si los conductores con respecto a tierra o a otro conductor están dentro de las normas, que establecen que la aislación debe tener una resistencia de 1000 ohm por volt de la tensión de servicio (por ejemplo, una tensión de 220 V debe tener una resistencia de 220000  $\Omega$ ). Estas mediciones se hacen con un megóhmetro, que da directamente la medición de la resistencia.

Normalmente se verifica que una instalación, para estar correctamente realizada, tenga una resistencia de aislación de 500000  $\Omega$ . (0,5 M $\Omega$ ).

Las mediciones para efectuar en sistemas trifásicos incluyen:

- Entre conductores de fase.
- Entre conductores de fase unidos entre sí y neutro.
- Entre conductores de fase unidos entre sí y conductor de protección.
- Entre conductor neutro y conductor de protección.

Para instalaciones monofásicas se realizan:

- Entre fase y neutro.

- Entre fase y conductor de protección.
- Entre neutro y conductor de protección.

**Prueba de caída de tensión:** debe verificarse a lo largo de las líneas seccionales. Se hace midiendo con un voltímetro la tensión de una fase con respecto a tierra o entre fases, primero en las cercanías del medidor y luego a lo largo de toda la línea hasta el final de los circuitos. Esta prueba debe hacerse a plena carga, es decir, con todos los aparatos funcionando; y, como ya se dijo, no debe superar al 3 % en instalaciones de iluminación y 5 % en fuerza motriz.

**Ensayo al calentamiento:** debe efectuarse a plena carga con todos los equipos conectados, a fin de verificar si se produce calentamiento en los conductores y en los interruptores como consecuencia de mal cálculo o de falsos contactos. El calentamiento, cuando es excesivo, deteriora rápidamente las aislaciones, siendo necesario proceder al recambio de los conductores afectados. El control se realiza con un termómetro, aunque normalmente se realiza al tacto, con la palma de la mano.

**Resistencia del electrodo de tierra:** debe comprobarse si la resistencia con respecto a tierra está dentro de las normas, esto es  $<40 \Omega$ .

La medición de la resistencia de puesta a tierra se debe efectuar preferentemente utilizando un instrumento adecuado para dicha medición, como lo es el telurímetro.

Alternativamente, se puede utilizar el siguiente método.

Una corriente alterna de intensidad constante circula entre la toma de tierra, T, y una toma de tierra auxiliar, T1, colocada a una distancia de T tal que las zonas de influencia de las dos tomas de tierra no se solapen.

Una segunda toma de tierra auxiliar, T2, se dispone en el camino entre T y T1 (preferentemente al 62% de la distancia entre T y T1) y se mide la caída de tensión entre T y T2.

La resistencia de la toma de tierra es igual a la tensión entre T y T2 dividida por la corriente que circula entre T y T1, a condición de que no haya influencia mutua entre las tomas de tierra.

Con el fin de minimizar el error en la medición, se pueden efectuar otras dos lecturas desplazando la toma de tierra T2 1 m más lejos, y luego 1 m más cerca de la toma T. Si los tres resultados están sensiblemente de acuerdo, la media de las tres lecturas se toma como resistencia de la toma de tierra T. Si no, se repiten las pruebas aumentando la distancia entre T y T1.

#### **4.8. Trabajo Práctico N° 1 - Proyecto de una instalación unifamiliar**

##### **Descripción del proyecto**

Se considerará el caso de una planta de vivienda unifamiliar existente con grado de electrificación media de aproximadamente 100 m<sup>2</sup>, compuesta por living, comedor, 2 dormitorios, baño, cocina, habitación de servicio y patio, con alimentación de 220 V.

El primer paso consiste en ubicar en un plano de planta la entrada del medidor y el tablero principal; en el segundo paso se ubicarán las cajas para salidas de iluminación y las cajas para tomacorrientes indicando el respectivo número de circuito.

Para la designación de los elementos (Referencias) se ha empleado la simbología gráfica de la norma IRAM 2010

##### **Cálculo de la Demanda**

El siguiente paso consiste en determinar la demanda de potencia máxima simultánea (DPMS).

A los efectos del cálculo se considera la potencia aparente, por lo que se mide en Volt Ampere (V A). La corriente se calcula de la fórmula  $I = P / V$ , por lo que a modo de ejemplo el circuito



1 sería:  $I = 1000 / 220 = 4,5$  A. Posteriormente se vuelcan estos datos en una tabla a efectos de comenzar el proceso de cálculo; en nuestro caso sería:

| Tipo de circuito | Circuito Nro.   | Local      | Potencia (VA) | Potencia total (VA)      | Corriente (A) | Factor de agrupami | Corriente corregida (A) | Secc. Cond. mm2 |
|------------------|-----------------|------------|---------------|--------------------------|---------------|--------------------|-------------------------|-----------------|
| IUG1             | 1               | Living     | 1 x 60        |                          |               |                    |                         |                 |
|                  | 1               | Dorm. 1    | 1 x 60        |                          |               |                    |                         |                 |
|                  | 1               | Baño       | 1 x 60        |                          |               |                    |                         |                 |
|                  | 1               | Pasillo    | 1 x 60        |                          |               |                    |                         |                 |
|                  | 1               | Dorm. 2    | 1 x 60        |                          |               |                    |                         |                 |
|                  | 1               | Hab. serv  | 1 x 60        | $360 \times \frac{2}{3}$ | 1.1           | 0,8                | 12                      | 1,5             |
| IUG2             | 2               | Comedor    | 1 x 60        |                          |               |                    |                         |                 |
|                  | 2               | Cocina     | 1 x 60        |                          |               |                    |                         |                 |
|                  | 2               | Patio      | 1 x 60        | $180 \times \frac{2}{3}$ | 0.82          | 0,8                | 12                      | 1,5             |
| TUG1             | 3               | Dorm. 1    | 3             |                          |               |                    |                         |                 |
|                  | 3               | Baño       | 1             |                          |               |                    |                         |                 |
|                  | 3               | Pasillo    | 1             |                          |               |                    |                         |                 |
|                  | 3               | Dorm. 2    | 3             |                          |               |                    |                         |                 |
|                  | 3               | Hab. Serv. | 3             | 2200                     | 10            | 0,8                | 16,8                    | 2,5             |
| TUG2             | 4               | Living     | 4             |                          |               |                    |                         |                 |
|                  | 4               | Comedor    | 4             |                          |               |                    |                         |                 |
|                  | 4               | Cocina     | 4             | 2200                     | 10            | 0,8                | 16,8                    | 2,5             |
| TUE              | 5               | Cocina     | 1             | 3300                     | 15            | 0,8                | 16,8                    | 2,5             |
|                  | Línea principal |            |               | 8060                     | 36,92         | 1                  | 50                      | 10              |

**Tabla N° 60**

Nota: se deberá contemplar el coeficiente de simultaneidad en base a la cantidad de circuitos para determinar la DMPS

## Cálculo de los Electroductos

Para la verificación de los electroductos existentes, se parte del tablero en dirección a la caja de luz en el techo del living y desde allí a los interruptores y tomas de esta dependencia. A continuación, podemos ver esta representación en el plano de planta y en tres dimensiones.

Desde la caja de luz en el techo del living se parte con un electroducto hacia la caja de luz en el techo del comedor y desde allí hacia los interruptores y tomas. Para la cocina se procede de igual forma. Obsérvese el diseño en planta y en tres dimensiones.

Para las demás dependencias se parte con otro electroducto desde el tablero, como se puede ver en el plano adjunto:

## Cálculo del Circuito Seccional

Para el cálculo del circuito seccional (el que va del medidor al tablero), en primer lugar, se debe recalcular la potencia en base a los valores mínimos y a los coeficientes de simultaneidad de uso establecidos por el Reglamento de la A. E. A., o sea:

- Para los circuitos generales de iluminación (**IUG**) (circuitos 1 y 2) se considera  $\frac{2}{3}$  de la potencia instalada. En este caso:

$$540 \text{ V A} \times \frac{2}{3} = 360 \text{ V A.}$$

- Para los circuitos de tomacorrientes de uso general (**TUG**) (circuitos 3 y 4), y dado que en todos los casos estamos por debajo del mínimo exigido de 2200 VA en un tomacorriente por circuito se adopta dicho valor. Es decir que la potencia a considerar será de 4400 VA por tratarse de dos circuitos.
- Para los circuitos especiales o con cargas puntuales (circuito 5), se toma un mínimo de 3300 VA.

Por lo tanto, la potencia total será:

- Circuitos de iluminación: 360 VA.
- Circuitos de toma corrientes de uso general: 4400 VA.
- Circuitos de toma corrientes de uso específico: 3300 VA.
  - Total 8060 VA.
- Coeficiente de simultaneidad para 5 circuitos : 0,7

$$\text{DMPS: } 0,7 \times 8060 = 5642 \text{ VA}$$

Por lo tanto, la corriente será:

$$I = P/U = 5642 \text{ VA} / 220 \text{ V} = 25,7 \text{ A}$$

Con este valor de la corriente se selecciona el conductor de la línea principal de 6mm<sup>2</sup>

### **Cálculo de la Potencia de los Circuitos de Distribución**

Para calcular la sección de los conductores en los circuitos de distribución o circuitos terminales, se debe corregir el valor de la corriente calculada por el factor de agrupamiento de cada circuito, a efectos de contemplar el efecto del calentamiento mutuo de los conductores. Para ello, la Reglamentación prevé que si se colocan de 2 conductores activos en un mismo caño la corriente admisible de los conductores (indicada en tablas) debe multiplicarse por 0,8.

Por ello, se debe consultar el plano de planta con la representación de los electroductos, observando el número de conductores que lo atraviesan. El coeficiente de reducción es el correspondiente al tramo con mayor número de cables en cada circuito.

Una vez determinado este coeficiente se aplica a las corrientes admisibles de los conductores a emplear de modo de obtener la sección mínima apta para la corriente a transmitir.

Como ejemplo se puede citar que la corriente calculada para el circuito 1 es de 1,1 A; de acuerdo con la norma IRAM NM 247 - 3 un conductor de 1 mm<sup>2</sup> de sección conduce 15 A, a los que se debe aplicar el coeficiente de reducción de 0,8 ( $15 \times 0,8 = 12 \text{ A}$ ). Por lo tanto, en esas condiciones de instalación un cable de 1,5 mm<sup>2</sup> transmite 12 A que superan la corriente de la línea (1,1 A) por lo que es apto para la misma.

**Una vez determinadas las secciones teóricas de los conductores,** se debe verificar las secciones mínimas impuestas por el Reglamento de la A. E. A., en este caso es:

| Número de circuito | Sección adecuada<br>mm <sup>2</sup> | Sección mínima<br>mm <sup>2</sup> | Sección adoptada<br>mm <sup>2</sup> |
|--------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 1                  | 1,0                                 | 1,5                               | 1,5                                 |
| 2                  | 1,0                                 | 1,5                               | 1,5                                 |
| 3                  | 2,5                                 | 2,5                               | 2,5                                 |
| 4                  | 2,5                                 | 2,5                               | 2,5                                 |
| 5                  | 2,5                                 | 2,5                               | 2,5                                 |
| Línea seccional    | 6                                   | 4                                 | 6                                   |

**Tabla N° 61**

Para el conductor de tierra en los circuitos, se adopta la sección mínima indicada en el Reglamentación Parte 7 - 770 es 2,5 mm<sup>2</sup>.

### **Dimensionamiento de los Electroductos**

Dimensionar los electroductos es determinar el tamaño nominal (externo) de las cañerías para cada tramo de la instalación.

Estas dimensiones se establecen para que los conductores puedan ser fácilmente instalados o retirados y para contemplar el efecto del calentamiento mutuo; para ello la Reglamentación prevé que la sección de los conductores no supere el 35% de la sección de la cañería, brindando una tabla para determinar los mismos.

Se debe respetar que el diámetro mínimo de las cañerías en líneas seccionales sea de 22 mm para las líneas de circuitos de 20 mm Para unificar criterio en la selección de caños, en este caso resulta:

| Tramo   | Sección máxima<br>del conductor<br>(mm <sup>2</sup> ) | Número de<br>conductores | Diámetro<br>interior de la<br>cañería (mm) |
|---|---|--------------------------|--|
| • Del medidor al tablero  | 10  | 2                        | 22   |
| • Del tablero a la boca de<br>techo en el living                          | 2,5   | 6                        | 22   |
| • De la boca de techo en el<br>living a los tomacorrientes                | 2,5   | 3                        | 22   |
| • De la boca de techo en el<br>living a los interruptores                 | 1   | 2                        | 22   |
| • De la boca de techo en el<br>living a la boca de techo en<br>el comedor | 2,5   | 6                        | 22   |
| • De la boca de techo en el<br>comedor a los interruptores                | 1   | 2                        | 22   |
| • De la boca de techo en el<br>comedor a la boca de techo<br>en la cocina | 2,5   | 6                        | 22   |

|   |     |   |    |
|---|-----|---|----|
| • Entre los tomacorrientes en el comedor                                  | 2,5 | 3 | 22 |
| • De la boca de techo en la cocina al interruptor                         | 1   | 2 | 22 |
| • De la boca de techo en la cocina a la boca de salida de la luz exterior | 2,5 | 5 | 22 |
| • De la boca de techo en la cocina al timbre                              | 1,0 | 2 | 22 |
| • Del tablero a la boca de techo en el dorm.1                             | 2,5 | 5 | 22 |
| • De la boca de techo en el dormitorio 1 a la boca de techo en el baño    | 2,5 | 5 | 22 |
| • De la boca de techo en el dormitorio 1 a los tomacorrientes             | 2,5 | 3 | 22 |
| • Entre tomacorrientes en dormitorio 1                                    | 2,5 | 3 | 22 |
| • De la boca de techo en el dormitorio 1 al tomacorriente                 | 2,5 | 5 | 22 |
| • De la boca de techo en el baño a la boca de techo en el pasillo         | 2,5 | 5 | 22 |
| • De la boca de techo en el pasillo al tomacorriente                      | 2,5 | 5 | 22 |
| • De la boca de techo en el pasillo a la boca de techo en el dormitorio 2 | 2,5 | 5 | 22 |
| • De la boca de techo en el dormitorio 2 a los tomacorrientes             | 2,5 | 3 | 22 |
| • De la boca de techo en el dormitorio 1 al interruptor                   | 1   | 2 | 22 |
| • Entre los tomacorrientes en dormitorio 2                                | 2,5 | 3 | 22 |
| • De la boca de techo en el dormitorio 2 a la habitación de servicio      | 2,5 | 5 | 22 |
| • De la boca de techo en el dormitorio 2 a los tomacorrientes             | 2,5 | 3 | 22 |
| • De la boca de techo en el dormitorio 2 al interruptor                   | 1,5 | 2 | 22 |
| • Entre los tomacorrientes en habitación de servicio                      | 2,5 | 3 | 22 |
| • Del timbre al pulsador  | 0,5 | 2 | 22 |

**Tabla N°62**

Con estos elementos, se está en condiciones de incluir en el plano los datos faltantes, es decir, la cantidad y sección de los conductores (por debajo de la representación de las cañerías) y el tipo y sección de las cañerías (sobre la representación de estas). Asimismo, permite, en caso de ser necesario, efectuar el cómputo de los materiales necesarios para la instalación.

### **Dimensionamiento de las Protecciones**

Consiste en determinar el valor de la corriente nominal de los elementos de protección adoptados (Ej. Disyuntor Diferencial + interruptores termomagnéticos) a forma de evitar el recalentamiento de los conductores por sobrecargas y cortocircuitos.

En el tablero principal, la protección puede consistir en un interruptor automático termomagnético (PIA) bipolar curva C de 32 A; poder de corte 6000 Amper.

En el tablero seccional, la protección se conforma con un interruptor diferencial (ID) bipolar de 40 A y corriente de fuga de 30 mA, respaldados por interruptores termomagnéticos bipolares, cuyo dimensionamiento se puede realizar de forma práctica:

- Para los circuitos 1, 2, con conductor de 1,5 mm<sup>2</sup>, con capacidad nominal de conducción de 12 A un interruptor curva B de 6 o 10 A, poder de corte 3000
- Para el circuito 3,4, con conductor de 2,5 mm<sup>2</sup> un interruptor curva C de 16 -20 A, poder de corte 3000
- Para el circuito 5, con conductor de 2,5mm<sup>2</sup> un interruptor curva C de 20 A, poder de corte 3000

En base a ellos el esquema general de la instalación sería:

### Lista de materiales

Consiste en medir, relacionar y sumar todos los materiales necesarios para la instalación.

Para medir las cañerías y cables, se procede directamente sobre el plano de planta y sumar, cuando sea necesario los tramos que suben o bajan de las cajas. Dado que los planos están a escala basta con sumar los metros de cañerías y conductores y convertirlos luego a su valor real.

Para la altura de las cajas de pared, se pueden considerar las siguientes alturas:

- Salida alta: 2,20 m.
- Interruptores y tomacorrientes a media altura: 1,10 m.
- Tomacorrientes a baja altura: 0,30 m.
- Tablero de distribución. 1,10 m.

Una vez que se han determinado la sección de las cañerías, se cuenta el número de cajas (en sus distintos tipos), curvas, codos, boquillas, tuercas, interruptores, tomas, etc.

A modo de ejemplo, se desarrolla el cálculo del dormitorio Nro. 1:

Medida de los electroductos en el plano horizontal:

*Figura N° 187*

| Trecho   | Tramo horizontal (m) | Subidas Bajadas (m) | Total (m) |
|--|----------------------|---------------------|-----------|
| Del tablero a la boca de techo en el dormitorio 1                    | 2.5                  | 1.3                 | 3.8       |
| De la boca de techo en el dormitorio 1 a la boca de techo en el baño | 2.7                  | -                   | 2.7       |
| De la boca de techo en el dormitorio 1 a los tomacorrientes          | 1.8                  | 1.8                 | 3.6       |

|  |     |     |     |
|--|-----|-----|-----|
| Entre tomacorrientes en dormitorio 1                                     | 3.0 | 0.5 | 3.5 |
| De la boca de techo en el dormitorio 1 al tomacorriente y al interruptor | 1.8 | 1.2 | 3.0 |

**Tabla N° 63**

Sumando las cantidades, queda:

Caño de 22 mm: 16,6 m.

Con igual criterio, se pueden calcular las cantidades de los cables:



| Tramo  | Tramo horizontal (m) | Subidas Bajadas (m) | Total (m) | Total, cable (m)   |
|--|----------------------|---------------------|-----------|--------------------|
| Del tablero a la boca de techo en el dormitorio 1: 4 conductores de fase de 2,5 + conductor de tierra de 2,5.                    | 2,5                  | 1,3                 | 3,8       | f =15,2<br>t = 3,8 |
| De la boca de techo en el dormitorio 1 a la boca de techo en el baño: 4 conductores de fase de 2,5 + conductor de tierra de 2,5. | 2,7                  | -                   | 2,7       | f =10,8<br>t= 2,7  |

**Tabla N° 64**

| Tramo  | Tramo horizontal (m) | Subidas Bajadas (m) | Total (m) | Total, cable (m)          |
|--|----------------------|---------------------|-----------|---------------------------|
| De la boca de techo en el dormitorio 1 a los tomacorrientes: 2 conductores de fase de 2,5 + conductor de tierra de 2,5.  | 1,8                  | 1,8                 | 3,6       | f = 7,2<br>t = 3,6        |
| Entre tomacorrientes en dormitorio 1: 2 conductores de fase de 2,5 + conductor de tierra de 2,5.   | 3.0                  | 0.5                 | 3,5       | f = 7,0<br>t = 3,5        |
| De la boca de techo en el dormitorio 1 al toma corriente y al interruptor: 2 conductores de fase de 2,5 + conductor de tierra de 2,5 y 2 conductores para retorno de 1,5 | 1,8                  | 1,2                 | 3,0       | f=6,0 +<br>f=6,0<br>t=3,0 |

**Tabla N° 65**

Sumando todas las cantidades resulta:

- Cable de fase de 2,5 mm<sup>2</sup>: 46,2 m.
- Cable de fase de 1,5 mm<sup>2</sup>: 6,0 m.
- Cable de protección de 2,5 mm<sup>2</sup>: 16,6 m.

**Medidas de las cajas, curvas, interruptores, etc.:** estando definidas las dimensiones de los caños y el tipo de salidas, sólo es necesario proceder a su recuento. En este caso resulta:

- 1 caja octogonal de 101mm x 101mm.
- 4 cajas de 101mm x 2".
- 3 tomas de 2P + T.
- 1 interruptor simple.
- 7 curvas de 90° de diámetro 15 mm
- 9 boquillas.

Efectuando estas operaciones para todas las dependencias, se suele hacer una tabla resumen con cantidades (referidas a la unidad de medida de cada producto), precios y montos totales, por ejemplo:

| Lista de componentes             | Cantidad | Precio unitario | Monto |
|----------------------------------|----------|-----------------|-------|
| Caños rígidos de diámetro 22     | 6 tiras  | 0               | 0     |
| Conductor de 2,5 mm <sup>2</sup> | 2 rollos | 0               | 0     |

**Tabla N° 66**

Esta lista de materiales se debe agregar otros materiales como: cajas, conectores, codos boquillas, etc.....

### **Pliego de Instalación Eléctrica**

Es común acompañar los proyectos de un pliego técnico que abarque la descripción de los trabajos y equipos.

#### 4.9. Trabajo Práctico N° 2 - Proyecto de un pequeño departamento. Descripción del proyecto.

Para la realización de este caso práctico emplearemos un método más simplificado que el empleado en el TP N° 1. Supongamos un edificio de departamentos de las siguientes características:

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>Subsuelo</b>    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Sala de medidores de luz.</li><li>• Sala de medidores de gas.</li><li>• Sala de cisterna y bombas de agua.</li></ul>   |
| <b>Planta baja</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Un local de 40 m<sup>2</sup>.</li><li>• Hall de entrada.</li></ul>   |
| <b>Planta tipo</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Diez pisos con dos unidades de vivienda cada uno de 81 m<sup>2</sup>, con la siguiente disposición:</li><li>• comedor: 18 m<sup>2</sup>.</li><li>• living-comedor: 12 m<sup>2</sup>.</li><li>• 2 dormitorios: 20 m<sup>2</sup>.</li><li>• baño: 4,5 m<sup>2</sup>.</li><li>• cocina: 8,5 m<sup>2</sup>.</li><li>• lavadero: 3,5 m<sup>2</sup>.</li><li>• pasillo: 2 m<sup>2</sup>.</li><li>• Hab. de servicio: 9 m<sup>2</sup>.</li><li>• Baño de servicio: 3,5 m<sup>2</sup>.</li></ul> |
| <b>Azotea</b>      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Sala de máquinas (2 ascensores).</li></ul>   |

**Tabla N° 67**

Se supone un grado de electrificación media con alimentación de 220 V.

#### **Cálculo de la Demanda de las Unidades de la Vivienda**

Para calcular los consumos de cada unidad se debe recurrir al "número mínimo de puntos de utilización" indicado en el Reglamento de la A.E.A., para viviendas con grado de electrificación medio. En nuestro caso sería:

- Uno para bocas de alumbrado.
- Uno para tomacorrientes de usos generales.
- Uno para tomacorrientes de usos especiales.

Para los "Puntos mínimos de utilización" se considerará:

| Habitación                                      | Requisitos del reglamento  | IUG | TUG | TUE |
|---|--|-----|-----|-----|
| <b>Comedor (18 m<sup>2</sup>)</b>               | Bocas de alumbrado (mín. 1 c/18 m <sup>2</sup> ) y se adoptan 3 tomacorrientes (mín. 1 c/6 m <sup>2</sup> ).               | 1   | 3   | -   |
| <b>Living-comedor (12 m<sup>2</sup>)</b>        | Bocas de alumbrado (mín. 1 c/18 m <sup>2</sup> ) y se adoptan 2 tomacorrientes (mín. 1 c/6 m <sup>2</sup> ).               | 1   | 2   | -   |
| <b>Dormitorios (10 m<sup>2</sup>)</b>           | Independientemente de su superficie llevarán 1 boca de alumbrado y 3 tomacorrientes de usos generales.                     | 1   | 3   | -   |
| <b>Cocina (8,5 m<sup>2</sup>)</b>               | Bocas de alumbrado (mín. 2) y tomacorrientes (mín. 3+2 tomas).   | 2   | 3+2 | 1   |
| <b>Pasillo (2 m)</b>                            | Una boca de alumbrado y un tomacorriente de usos generales.(L<5m)  | 1   | 1   | -   |
| <b>Baño (4,5 m<sup>2</sup>)</b>                 | Una boca de alumbrado y un tomacorriente de usos generales.  | 1   | 1   | -   |
| <b>Lavadero (4,5 m<sup>2</sup>)</b>             | No está contemplado en la reglamentación, por lo que se adopta 1 boca de alumbrado y dos tomacorrientes de usos generales. | 1   | 2   | 1   |
| <b>Habitación de servicio (9 m<sup>2</sup>)</b> | Bocas de alumbrado (mín. 1 c/18 m <sup>2</sup> ) y tomacorrientes (mín. 1 c/6 m <sup>2</sup> ).                            | 1   | 2   | -   |
| <b>Baño de servicio (3,5 m<sup>2</sup>)</b>     | Una boca de alumbrado y un tomacorriente de usos generales.  | 1   | 1   | -   |
| <b>Total</b>                                    |  | 11  | 20  | 2   |

**Tabla N° 68**

Dado que la cantidad de tomacorrientes supera los 15, se deben prever dos circuitos para los mismos. Luego, el cálculo de la demanda será:

- 11 bocas de alumbrado a razón de 60 VA por boca:

$$11 \times 60 = 660 \text{ VA}$$

- Siendo la demanda simultánea de:

$$660 \times \frac{2}{3} = 440 \text{ VA}$$

- Para la demanda en los circuitos de tomacorrientes, en tanto no se cuente con datos más precisos, se debe considerar 2200 VA por circuito, en este caso sería:

$$2200 \times 2 = 4400 \text{ VA}$$

- Análogamente, para el circuito de tomacorrientes especiales se considera el mínimo de 3300 VA.
- En total resulta:

$$440 + 4400 + 3300 = 8140 \text{ VA}$$

- Coeficiente de simultaneidad para 4 circuitos : 0,7

$$\text{DMPS: } 0,7 \times 8140 = 5700 \text{ VA}$$

Por lo tanto, la corriente será:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{5700}{220} = 26 \text{ A}$$

Con este valor de la corriente se selecciona el conductor de la línea principal de 6mm<sup>2</sup>

### **Cálculo de la Demanda Total del Inmueble**

#### **A) Cálculo de la Demanda para el Local**

Si no se cuenta con mayores precisiones, se considera que presenta un grado de electrificación medio, por lo que se deben prever los siguientes circuitos:

- Un circuito para bocas de alumbrado = 475 VA.
- Un circuito para tomacorrientes de usos generales = 2200 VA.
- Un circuito para tomacorrientes de usos especiales = 3300 VA.

#### **B) Cálculo de la Demanda para los Servicios Generales**

Para su cálculo se suponen conocidas las potencias de todas las cargas instaladas, que en nuestro caso serán:

- Ascensores (2) = 4000 VA (2 circuitos) = 8000 VA.
- Circuito de luz de coches = 250 VA (2 circuitos) = 500 VA.
- Circuitos de bombas de agua = 2 x 1000 VA = 2000 VA.
- Circuito de iluminación de palieres (fijo) = 1200 VA.
- Circuito de iluminación de palieres (automático) = 1200 VA.
- Circuito de tomacorrientes en palieres = 2200 VA.
- Iluminación del Hall de entrada = 700 VA.
- Iluminación sala de máquinas, bombas y medidores = 700 VA.
- Total = 16500 VA.

Para el cálculo de la potencia simultánea se adopta un coeficiente de simultaneidad de uno para los ascensores; de 0,5 para las bombas de agua (sólo funciona una por vez); y de 0,66 para el resto. Ello da una potencia total simultánea de =  $13290 \text{ VA} = (700+700+2200+1200+1200+500) \times 0,66 + 2000 \times 0,5 + 8000$ .

#### **C) Cálculo de la Demanda Total del Inmueble**

- Viviendas = 114.000 VA.
- Local comercial = 5.975 VA.
- Servicios generales = 13.290 VA.

- Total = 133.265 VA.

## **Dimensionamiento de los Conductores**

A título de ejemplo, sólo se realizará el cálculo para las unidades de vivienda y considerando la caída de tensión sólo para la línea seccional. Obviamente, en una instalación real se debe realizar este cálculo para todos los circuitos.

### **A) Cálculo de los Circuitos de Alumbrado**

La corriente de proyecto es  $I_p = S / V = 515 \text{ VA} / 220 \text{ V} = 2,34 \text{ A}$ .

Siendo la corriente de proyecto inferior a la del conductor mínimo admisible para este tipo de circuitos (15 A para 1,5 mm<sup>2</sup>), se adopta esta sección para los mismos. Es importante hacer notar que, a los fines prácticos de uniformizar las secciones de los conductores, se sugiere utilizar para este ítem conductores de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección.

### **B) Cálculo de los Circuitos de Tomacorrientes de Uso General**

De la misma forma resulta  $I_p = S / V = 2200 \text{ VA} / 220 \text{ V} = 10 \text{ A}$

Siendo menor a la corriente admisible del cable de 1,5 mm<sup>2</sup> (15 A), se adopta el cable de 2,5 mm<sup>2</sup> establecido como mínimo en la reglamentación de la A.E.A.

### **C) Cálculo de los Circuitos de Tomacorrientes de Uso Especial**

$I_p = S / V = 3300 \text{ VA} / 220 \text{ V} = 15 \text{ A}$

Siendo menor a la corriente admisible del cable de 2,5 mm<sup>2</sup> (21 A), se adopta cable de 2,5 mm<sup>2</sup>.

### **D) Cálculo de la Línea Seccional**

Colocándonos en la situación más desfavorable, la corriente sería:

$I_p = S / V = 5700 \text{ VA} / 220 \text{ V} = 26 \text{ A}$ .

Este valor, al igual que el del TP N° 1, resulta claramente exagerado, por lo que se debe efectuar un análisis mucho más acabado de los coeficientes de simultaneidad a efectos de realizar una instalación segura pero económicamente razonable. Despreciando estas consideraciones calcularemos la sección de conductor suponiendo una alimentación por los montantes de los ascensores, donde no hay peligro de sobre elevaciones de temperatura.

Por lo tanto, el coeficiente de corrección a aplicar a los valores de tablas será de 1,22; ello significa que para un conductor de 6 mm<sup>2</sup> cuya corriente nominal es de 32 A para esta modalidad de instalación será 32 \* 1,22, o sea 39 A.

Siendo este valor superior a la corriente de cálculo de 26 A es válida la sección de 6 mm<sup>2</sup>.

### E) Verificación de la Caída de Tensión

Se aplica la expresión:

$$\Delta U_s = I_p \times R_s$$

- $\Delta U_s$  es la caída de tensión de la línea seccional (en V)
- $R_s$  la resistencia del conductor correspondiente a dicha línea (en  $\Omega$ ), expresada por la fórmula:

$$R_s = \frac{\rho \times L_s}{S}$$

Con  $\rho = 0,018454 \frac{\Omega \times \text{mm}^2}{\text{m}}$  (resistividad del cobre).

$L_s$  = longitud de los conductores activos, considerando la distancia más comprometida será 10 pisos x 2,8 m por piso = 28 m. Pero al ser dos los conductores activos (fase y neutro) esa longitud resulta ser de 56 m.

$S$  es la sección del conductor.

Por lo tanto, será:

$$R_s = \frac{0,018454 \frac{\Omega \times \text{mm}^2}{\text{m}} \times 56 \text{m}}{6 \text{mm}^2} = 0,172 \Omega$$

Siendo el valor absoluto  $\Delta U = 26 \text{ A} \times 0,172 \Omega = 4,48 \text{ V}$

y en forma porcentual:

$$\Delta U\% = \frac{4,48 \text{V}}{220 \text{V}} \times 100 = 2,04\%$$



Valor que está por debajo del valor exigido del 3%, por lo que la sección de 6 mm<sup>2</sup> cumple la verificación de caída de tensión.

#### F) Verificación por Corriente de Cortocircuito

Se debe cumplir la fórmula:

$$S \geq \frac{I_{cc} \sqrt{T}}{C}$$

Donde:

|                 |  |
|-----------------|--|
| T               | = duración del cortocircuito (seg.)                      |
| S               | = sección del conductor (mm <sup>2</sup> )               |
| I <sub>cc</sub> | = corriente de cortocircuito (A)                         |
| C               | = 115 para cables en cobre aislados en PVC<br>(160°C)    |
|                 | = 74 para cables en aluminio aislados en PVC<br>(160°C)  |
|                 | = 143 para cables en cobre aislados en XLPE<br>(250°C)   |
|                 | = 92 para cables en aluminio aislados en XLPE<br>(250°C) |

Si consideramos que las corrientes de cortocircuito de las compañías prestadoras están en el orden de los 3000 A, y que los tiempos de actuación de las protecciones (interruptores automáticos) están en el orden de los 20 milisegundos, resulta que S = 3,72 mm<sup>2</sup> para C=115; valor muy inferior al adoptado de 6 mm<sup>2</sup>.

## Dimensionamiento de las Protecciones

Si bien el Reglamento admite el empleo del conjunto interruptor con fusibles, en la práctica se emplean protectores automáticos que deben verificar que su corriente nominal ( $I_n$ ) sea menor que la corriente admisible del conductor ( $I_c$ ) y mayor que la corriente total del circuito ( $I_p$ ).

### A) Tablero Seccional

Se admiten dos variantes:

- Un interruptor diferencial para el corte general y tantos interruptores automáticos como circuitos existan. Es el más sencillo y económico, pero ante una falla a tierra deja fuera de servicio a todos los circuitos.
- Un interruptor automático o manual como corte general y para cada circuito un conjunto diferencial con interruptor automático.

Para nuestro ejemplo se adoptará la primera variante, siendo:

- Circuitos de alumbrado: Interruptores automáticos bipolares de 6 A. de corriente nominal, con capacidad de ruptura de 3 kA, con lo que se cumple que  $I_b \leq I_n \leq I_z$ , en nuestro caso  $2,34 \text{ A} \leq 6 \text{ A} \leq 13 \text{ A}$ .
- Circuitos de tomacorrientes de uso general: análogamente se elegirán interruptores automáticos bipolares de 10A, verificándose que  $I_b \leq I_n \leq I_z$ , en nuestro caso  $10 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \leq 18 \text{ A}$ .
- Circuitos de tomacorrientes de uso especial: análogamente se elegirán interruptores automáticos bipolares de 16A, verificándose que  $I_b \leq I_n \leq I_z$ , en nuestro caso  $15 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \leq 18 \text{ A}$ .
- Interruptor general: se elegirá un interruptor por corriente diferencial de fuga de las siguientes características:
  - Corriente nominal de actuación  $I_{\Delta n} = 63 \text{ A } 30 \text{ mA}$ .
  - Tiempo de actuación = 20 ms.
  - Corriente nominal = debe soportar la corriente simultánea de todos los circuitos conectados a él; en nuestro caso se debe elegir uno de 63A, ya que los equipos comerciales son de 25, 40 ó 63 A.

## **B) Tablero Principal:**

Se debe instalar un interruptor como aparato de maniobra principal y un dispositivo de protección contra sobrecargas y cortocircuitos, eligiéndose en este caso un interruptor automático bipolar, clase C o D, con capacidad de ruptura mínima de 3 kA y 50 A de corriente nominal. Al igual que en el caso anterior se debe verificar que  $I_b \leq I_n \leq I_z$ , en nuestro caso  $49,75 \text{ A} \leq 50 \text{ A} \leq 53,7 \text{ A}$ .

Con estos elementos se está en condiciones de realizar el esquema unifilar de la instalación, que se indica en la figura adjunta.

Por simplicidad, sólo se representó un circuito de iluminación, de tomacorrientes y de usos especiales (en la práctica son dos de cada uno de ellos).

### **Selección de Cañerías**

Para una instalación de tipo embutido como la del presente proyecto se puede optar por:

- Caños de acero tipo RL (livianos) o RS (semipesados).
- Caños termoplásticos según IRAM 62386 (rígidos no flexibles).

Una vez definido el tipo de canalización y el material para emplear, se debe realizar el tendido sobre el tablero, partiendo desde el tablero seccional hasta el último de los consumos. Luego, se indican la cantidad de conductores a cablear en cada una de ellas y a través de las tablas respectivas se elige la sección de las cañerías.

Si bien es factible cablear en una misma cañería conductores correspondientes a distintos circuitos, por razones de seguridad y por lo pautado en el Reglamento de la A.E.A., se establecen tantas limitaciones que se recomienda no emplear este tipo de tendido.

#### **4.10. Seguridad en las Instalaciones Eléctricas**

##### **Protección contra Contactos Directos e Indirectos**

Una de las medidas fundamentales para la seguridad eléctrica es proteger a las personas y animales de un contacto con un elemento con tensión que puede ser en forma directa cuando se toca una parte activa bajo tensión, o en forma indirecta cuando se produce una falla de la aislación y pone en riesgo a la vida.

Todos los equipos, instalaciones y materiales eléctricos deben ser objeto, como mínimo, de una o más de las medidas de protección contra los contactos directos.

Las protecciones contra los contactos directos recomendadas por la reglamentación de A.E.A. son:

- a) Protección por aislación de las partes activas.
- b) Protección por medio de barreras o por medio de envolturas.
- c) Protección parcial por medio de obstáculos.
- d) Protección parcial por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- e) Uso de dispositivos diferenciales de  $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ .

La protección contra los contactos indirectos se basa en las siguientes medidas:

- a) Protección por desconexión automática de la alimentación.

- b) Protección por uso de equipos, materiales e instalaciones de Clase II de aislación.
- c) Protección por ubicación en un local no conductor.
- d) Protección por conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra.
- e) Protección por separación eléctrica.

Toda instalación o equipo eléctrico debe ser objeto de protección contra contactos directos e indirectos sin excepción.

La protección en forma simultánea contra los contactos directos y contra los contactos indirectos se puede lograr también mediante el uso de fuentes y circuitos de Muy Baja Tensión sin puesta a tierra (MBTS). La Muy Baja Tensión sin puesta a tierra (MBTS) no hay que confundirla con la Muy Baja Tensión Funcional (MBTF), ya que esta solamente comparte los valores de la tensión, pero no el resto de los requisitos y que se utiliza en alimentación de equipos (intercomunicadores, alarmas, etc.) que, por sus características constructivas, requieren muy baja tensión para su funcionamiento (pero no por razones de seguridad).

La protección contra los contactos directos e indirectos se logra cuando la tensión nominal no supera los 24 V en lugares secos. En lugares húmedos o mojados no debe superar los 12 V. En forma práctica esto se puede lograr con un transformador de seguridad que no supere los 24 V de salida.

**Resistencia de aislación:** voltaje máximo al que puede exponerse un material sin provocarle perforación alguna; expresado en Volt o kiloVolt por unidad de grosor. También llamada resistencia dieléctrica.

Para medir de la resistencia de aislación en 380V / 220 V, debe utilizarse un instrumento de corriente continua de una tensión igual a 500 V o 1000 V.

La medición de la resistencia de aislación debe hacerse desconectando la línea de alimentación, los artefactos y aparatos de consumo, debiendo quedar cerrados todos los aparatos de maniobra y protección.

Se efectuarán las mediciones siguientes:

- 1) Entre conductores de fase.
- 2) Entre conductores de fase unidos entre sí y neutro.
- 3) Entre conductores de fase unidos entre sí y conductor de protección.
- 4) Entre conductor neutro y conductor de protección.

El valor de la resistencia de aislación mínima será de  $1000 \Omega / V$  de tensión aplicada por cada tramo de la instalación de 100 m o fracción.

Por ejemplo, si aplicamos una tensión de corriente continua de 500 V, el valor de la resistencia de aislación nos deberá dar un valor  $\geq 0,5 M\Omega$ .

El instrumento para utilizar se denomina Megóhmetro, cuya escala viene graduada en  $M\Omega$ , pudiendo llegar a  $G\Omega$ .

Todas las herramientas y máquinas herramientas utilizadas deben cumplir con un grado de aislación que soporte 1,1 kV.

Además, es obligatorio el uso de EPP (Elementos de protección personal).

#### **4.11. Puesta a Tierra**

##### **OBJETIVOS DE UNA PUESTA A TIERRA**

Se ha visto, al analizar el fenómeno del contacto directo e indirecto, que en los circuitos es necesario mantener ciertos puntos de estos o de envoltentes de sus equipos, conectados un potencial fijo y estable denominado “potencial de tierra”. Tal necesidad obedece principalmente a razones de seguridad y por ello los objetivos de una Puesta a Tierra o, más correctamente de un Sistema de Puesta a Tierra, los podemos definir como:

- Permitir la circulación (descarga) a tierra de corrientes de falla a tierra, de la naturaleza que sean.
- Mantener los potenciales producidos por las corrientes de falla dentro de los límites de seguridad.
- Contribuir a que la actuación de los sistemas de protección lo sea en el tiempo adecuado, para seguridad de las personas y del equipamiento.

- Mantener un potencial de referencia en algún punto, que por razones técnicas requiera un sistema eléctrico o electrónico.

Se puede concluir en que la o las puestas a tierra se diseñan y ejecutan para cumplir con prescripciones de seguridad y requerimientos técnicos funcionales de las instalaciones eléctricas.

#### **4.11.1. Características de los elementos que componen una puesta a tierra**

Una puesta a tierra está formada por un electrodo o jabalina, un tomacable, una tapa de inspección y cable bicolor que sale de la jabalina.

Su función es garantizar la seguridad de las personas ante los contactos. Facilita la actuación de las protecciones. Cada compañía de energía o cooperativa provee el instructivo con las características y lugar de implantación.

El Reglamento de la A.E.A. establece las siguientes disposiciones generales:

- El conductor de protección (denominado comúnmente conductor de tierra) será eléctricamente continuo y no será eléctricamente seccionado en punto alguno de la instalación ni pasará por el disyuntor diferencial.
- Tendrá la capacidad de soportar la corriente de cortocircuito máxima coordinada con las protecciones instaladas en el circuito. Como conductores de protección en instalaciones domiciliarias deben utilizarse cables unipolares aislados, con sección no menor a 2,5 mm<sup>2</sup>.
- En todos los casos, deberá efectuarse la conexión a tierra de todas las masas de la instalación.
- Las masas que sean simultáneamente accesibles y pertenecientes a la misma instalación eléctrica estarán unidas al mismo sistema de puesta a tierra. La instalación se realizará de acuerdo con las directivas de la norma IRAM 2281.

#### **4.12. Protectores de Sobretensión**

Los protectores de sobretensión protegen a las instalaciones contra las sobretensiones transitorias originas por rayos, o por maniobras o defectos en las líneas de distribución.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones se basan en un varistor (resistencia variable en función de la tensión aplicada) conectado entre cada fase, neutro y tierra. Cuando se produce una sobretensión, el varistor reduce su resistencia interna y desvía la sobretensión a tierra. Posteriormente vuelve a su estado normal de funcionamiento, donde su resistencia es muy alta. Si el protector ha sufrido una sobrecarga superior a la que puede soportar, es posible que salga de servicio e indica su cambio de estado con algún indicador luminoso, por lo cual debe ser reemplazado.

Al valor de tensión de trabajo se lo selecciona, como mínimo, un 40% superior a la tensión de fase. Comercialmente viene bipolares y tetrapolares. De valor de tensión de trabajo 275 VAC, 300 VAC, 420 VAC, etc.

#### **4.13. Puesta en Servicio de Instalaciones**

Se deberán recomendar las siguientes pruebas y ensayos para la puesta en funcionamiento de las instalaciones:

- a) Medición de la continuidad eléctrica de conductores.
- b) Medición de la resistencia de puesta a tierra.
- c) Prueba de aislamiento de los conductores entre sí y contra tierra.
- d) Prueba de funcionamiento de todas las instalaciones ejecutadas una vez colocados los artefactos de iluminación demás instalaciones especiales.
- e) Medición de las corrientes de fases y establecimiento del correspondiente equilibrio de estas para las instalaciones trifásicas.
- f) Medición de las tensiones de suministro y verificación de la caída de tensión en los tableros.
- g) Prueba de funcionamiento/disparo de algunos dispositivos de protección.

En la actualidad, en el mercado existe instrumental para la medición de Interruptores Diferenciales, el cual posibilita metodológicamente realizar verificaciones de la Protección Eléctrica Diferencial comprobando si funciona dentro de los parámetros (Tiempo de Corte - Corriente Diferencial de Fuga a Tierra) exigidos por la Normativa Nacional e Internacional.



Con el uso de este instrumental, es posible realizar una prueba y detectar de manera sencilla si una instalación eléctrica (nueva o antigua) cuenta con Protección Diferencial en óptimo estado de funcionamiento. (Además de corroborar la continuidad del Conductor de Protección Eléctrica (o de Puesta a Tierra), la correcta polarización de la instalación en el Punto de Prueba (Tomacorriente) y que la Tensión de Contacto no supere los 24 V determinados en la Reglamentación de la Asociación Electrotécnica Argentina RAEA 90364-7-771).

Para más detalles, consultar la RAEA 90364-7-771.23 y subsiguientes y la Parte 6 de AEA 90364.

#### **4.14. Nociones de Distribución Eléctrica**

La Red de Distribución de la Energía Eléctrica es la parte del sistema de suministro eléctrico cuya función es el suministro de energía desde la subestación de distribución hasta los usuarios finales (medidor del cliente). Se lleva a cabo por los Distribuidores de Distribución Eléctrica.

Los elementos que conforman la red o sistema de distribución son los siguientes:

- Subestación de Distribución: conjunto de elementos (transformadores, interruptores, seccionadores, etc.) cuya función es reducir los niveles de alta tensión de las líneas de transmisión) hasta niveles de media tensión para su ramificación en múltiples salidas.
- Circuito Primario.
- Circuito Secundario.

La distribución de la energía eléctrica desde las subestaciones de transformación de la red de transporte se realiza en dos etapas.

La primera está constituida por la red de reparto, que, partiendo de las subestaciones de transformación, reparte la energía, normalmente mediante anillos que rodean los grandes

centros de consumo, hasta llegar a las estaciones transformadoras de distribución. Las tensiones utilizadas están comprendidas entre 25 y 132 kV. Intercaladas en estos anillos están las estaciones transformadoras de distribución, encargadas de reducir la tensión desde el nivel de reparto al de distribución en media tensión.

La segunda etapa la constituye la red de distribución propiamente dicha, con tensiones de funcionamiento de 13, 2 a 33 kV y con una característica muy radial. Esta red cubre la superficie de los grandes centros de consumo (población, gran industria, etc.), uniendo las estaciones transformadoras de distribución con los centros de transformación, que son la última etapa del suministro en media tensión, ya que las tensiones a la salida de estos centros son de baja tensión (220/380 V).

Las líneas que forman la red de distribución se operan de forma radial, sin que formen mallas en media tensión, al contrario que las redes de transporte y de reparto. Cuando existe una avería, un dispositivo de protección situado al principio de cada red lo detecta y abre el interruptor que alimenta esta red. En baja tensión la distribución se realiza generalmente con cable preensamblados o subterráneos, que distribuyen de manera trifásica la energía eléctrica entre los usuarios.

#### 4.15. Acometidas

Las acometidas en la provincia se realizan según la Especificación Técnica ET 21, aprobada por Resolución General ERSeP N° 06 / 2009, y modificada por la resolución General ERSeP N° 11 / 2018.

La reglamentación de la A.E.A. explica las acometidas clase I y clase II. La clase I es todo metálico (caño de bajada, gabinetes, etc.) con puesta a tierra. La acometida clase II tiene caño metálico de bajada asilado por dentro y usa gabinetes plásticos de aislación reforzada. No usa puesta a tierra. La ET vigente indica para acometidas hasta 10kW los siguientes tipos constructivos:

#### PILAR PARA MEDIDOR AEREO MONOFASICO CON SALIDA EN MEDIANERA (acometida monofásica aérea)- tabla

| Descripción   | Cantidad | Unidad |
|---|----------|--------|
| Caño de entrada de diámetro 1 ½ , de 3m de longitud   | 1        | pza.   |
| Tensor con aislador MN16  | 1        | pza.   |
| Curva de PVC diámetro 400mm   | 1        | pza.   |
| Caja para medidor monofásico con dispositivo de corte y bloqueo. <b>(MN 127)</b>                                | 1        | pza.   |
| Caja para tablero del cliente (IP43) de material sintético aislante, autoextinguible <b>(Tablero Principal)</b> | 1        | pza.   |
| Caño flexible de diámetro 3/4"  | 1        | m      |
| Cable unipolar aislado en PVC de 4 mm <sup>2</sup> (Norma IRAM 247-3)   | 3        | m      |
| Interruptor termomagnético bipolar 25 A   | 1        | pza    |

**NOTA:**

- \_ El caño de entrada será de acero cincado, aislado interior y exteriormente con material sintético, garantizando el doble aislamiento del sistema.
- \_ Las cajas para medidor y para tablero del cliente serán de material sintético aislante, autoextinguible.
- \_ Las canalizaciones y envoltentes en general, serán de material sintético aislante, autoextinguible.
- \_ El cable de acometida deberá ingresar sin empalmes al alojamiento del medidor.
- \_ Además de los dispositivos de seccionamiento y protección reglamentados se recomienda la instalación de un interruptor con apertura por corriente diferencial de fuga (IRAM 2301), siempre dentro de las normas de la reglamentación AEA 90364-7-771

**PILAR PARA MEDIDOR AEREO TRIFASICO CON SALIDA EN MEDIANERA (acometida trifásica aérea)- tabla**

| Descripción   | Cantidad | Unidad |
|---|----------|--------|
| Caño de entrada de diámetro 1 ½ , de 3m de longitud   | 1        | pza.   |
| Tensor con aislador MN16  | 1        | pza.   |
| Curva de PVC diámetro 400mm   | 1        | pza.   |
| Caja para medidor trifásico con dispositivo de corte y bloqueo. <b>(MN 128)</b>                                 | 1        | pza.   |
| Caja para tablero del cliente (IP43) de material sintético aislante, autoextinguible <b>(Tablero Principal)</b> | 1        | pza.   |
| Caño flexible de diámetro 1 ½"  | 1        | pza.   |
| Cable unipolar aislado en PVC de 6 mm <sup>2</sup> (Norma IRAM 247-3)   | 6        | m      |
| Interruptor termomagnético tetrapolar 25 A  | 1        | pza    |

**NOTA:**

- \_ El caño de entrada será de acero cincado, aislado interior y exteriormente con material sintético, garantizando el doble aislamiento del sistema.
- \_ Las cajas para medidor y para tablero del cliente serán de material sintético aislante, autoextinguible.
- \_ Las canalizaciones y envoltentes en general, serán de material sintético aislante, autoextinguible.
- \_ El cable de acometida deberá ingresar sin empalmes al alojamiento del medidor.
- \_ Además de los dispositivos de seccionamiento y protección reglamentados se recomienda la instalación de un interruptor con apertura por corriente diferencial de fuga (IRAM 2301), siempre dentro de las normas de la reglamentación AEA 90364-7-771

**PILAR PARA MEDIDOR MONOFASICO- LINEA SUBTERRANEA (acometida monofásica subterránea)- tabla**

| Descripción   | Cantidad | Unidad |  |
|---|----------|--------|--|
| Caja para medidor monofásico con dispositivo de corte y bloqueo, de material sintético aislante, autoextinguible. <b>(MN 127)</b> | 1        | pza.   |  |
| Caja para tablero del cliente (IP43) de material sintético aislante, autoextinguible <b>(Tablero Principal)</b>                   | 1        | pza.   |  |
| Caja de toma de material sintético aislante, autoextinguible <b>(aquí van los fusibles tipo NH)</b>                               | 1        | pza.   |  |
| Seccionado fusible NH-00  | 1        | pza.   |  |
| Fusible NH 63 A   | 1        | pza.   |  |
| Caño de PVC rígido diámetro 90mm, largo 1,20 m  | 1        | pza.   |  |
| Caño de PVC de 32mm de diámetro interior mínimo, autoextinguible  | 2        | m      |  |
| Cable unipolar aislado en PVC de 4 mm <sup>2</sup> (Norma IRAM 247-3)   | 6        | m      |  |
| Interruptor termomagnético bipolar 20 A   | 1        | pza.   |  |
| Llave de seccionamiento bipolar 63 A  | 1        | pza.   |  |

**NOTA:** Además de los dispositivos de seccionamiento y protección reglamentados se recomienda la instalación de un interruptor con apertura por corriente diferencial de fuga (IRAM 2301), siempre dentro de las normas de la reglamentación AEA 90364-7-771.

**PILAR PARA MEDIDOR TRIFASICO- LINEA SUBTERRANEA (acometida trifásica subterránea)-  
tabla**

| Descripción   | Cantidad | Unidad |  |
|---|----------|--------|--|
| Caja para medidor trifásico con dispositivo de corte y bloqueo, de material sintético aislante, autoextinguible. <b>(MN 128)</b>  | 1        | pza.   |  |
| Caja para tablero del cliente (IP43) de material sintético aislante, autoextinguible <b>(Tablero Principal)</b>   | 1        | pza.   |  |
| Caja de toma de material sintético aislante, autoextinguible <b>(aquí van los fusibles tipo NH)</b>   | 1        | pza.   |  |
| Seccionado fusible NH-00  | 3        | pza.   |  |
| Fusible NH 63 A   | 3        | pza.   |  |
| Caño de PVC rígido diámetro 90mm, largo 1,20 m  | 1        | pza.   |  |
| Caño de PVC de 32mm de diámetro interior mínimo, autoextinguible  | 2        | m      |  |
| Cable unipolar aislado en PVC de 6 mm <sup>2</sup> (Norma IRAM 247-3)   | 12       | m      |  |
| Interruptor termomagnético tetrapolar 20 A  | 1        | pza.   |  |
| Llave de seccionamiento tetrapolar 63 A   | 1        | pza.   |  |
| NOTA: Además de los dispositivos de seccionamiento y protección reglamentados se recomienda la instalación de un interruptor con apertura por corriente diferencial de fuga (IRAM 2301), siempre dentro de las normas de la reglamentación AEA 90364-7-771. |          |        |  |

#### 4.16. Notas Aclaratorias para Tipos Constructivos de Pilares.

**Nota Aclaratoria 1:**

Para toda nueva conexión, a partir de la vigencia de la Resolución General ERSeP N° 11/2018, en relación con los presentes esquemas constructivos, deberán tenerse en cuenta los siguientes requisitos:

- a) Las cajas para alojamiento del medidor y las cajas para tablero de protección del usuario/cliente serán de material sintético aislante, autoextinguible.
- b) Las envolventes y canalizaciones en general serán de material sintético aislante, autoextinguible, o bien aisladas en material sintético, autoextinguible.
- c) En todos los casos en que corresponda la instalación de caños de acero para la entrada al punto de conexión y medición, los mismos deberán ser aislados interior y exteriormente, **garantizando el doble aislamiento del sistema.**
- d) En toda canalización que se instale a la intemperie, ya sea de material aislante o aislado, el material sintético deberá ser, adicionalmente, resistente a la abrasión, a los impactos y a la radiación ultravioleta, garantizando su permanencia durante la vida útil de la instalación, bajo las condiciones de servicio, incluyendo las ambientales.
- e) El pilar no tendrá partes metálicas sin aislar que sean accesibles y que formen parte de la instalación de acometida y conexión.
- f) Las cajas y gabinetes de toma, medición y para tablero del cliente, tendrán un grado de protección mínimo IP43 (IEC 60529) e IK10 (IEC 62262).
- g) Se prescindirá del sistema de puesta a tierra del punto de conexión y medición.

#### **Nota Aclaratoria 2:**

Ante la conexión o ante la reanudación del servicio de energía eléctrica (instalación o reinstalación del medidor) correspondiente a toda instalación del usuario que pretenda vincularse a la red de distribución cuyo punto de conexión y medición haya sido construido en forma previa a la fecha de exigibilidad de la Resolución General ERSeP N° 11/2018 o cuya construcción se haya iniciado con anterioridad a la misma fecha, ya sea que la instalación en cuestión hubiere o no poseído servicio con anterioridad, resultarán de aplicación los requisitos previstos en la Especificación Técnica aprobada por Resolución General ERSeP N° 06/2009.

Sin perjuicio de lo enunciado previamente, en caso de encontrarse daños, roturas o fallas en los elementos componentes del punto de conexión y medición, o ante cualquier situación que derive en la necesidad de su reemplazo o reparación, ello tendrá que ajustarse a los requisitos especificados en los presentes tipos constructivos.

Cuando deba existir el sistema de puesta a tierra del punto de conexión y medición, el usuario no tendrá permitido vincular a éste, la puesta a tierra de protección de su instalación interna. La puesta a tierra del punto de conexión y medición deberá ejecutarse conforme al tipo constructivo “Puesta a Tierra en Pilar de Acometida”.

#### 4.17. Resolución General Ersep N° 11 / 2018

### CRITERIOS PARA LA CONSTRUCCION DE PUNTOS DE CONEXIÓN Y MEDICION DE CLIENTES EN BAJA TENSION

#### R E S U E L V E:

ARTÍCULO 1º: ESTABLÉCESE que en relación con la Especificación Técnica N° 21 - CRITERIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PUNTOS DE CONEXIÓN Y MEDICIÓN DE CLIENTES EN BAJA TENSIÓN-, instrumentada por Resolución General ERSeP N° 06/2009; para la aprobación de toda nueva instalación de conexión y medición de energía eléctrica en los puntos de suministro al usuario en baja tensión, deberá adicionalmente darse cumplimiento a los siguientes requisitos:

- a) Las cajas para alojamiento del medidor y las cajas para tablero de protección del usuario/cliente serán de material sintético aislante, auto extingible.
- b) Las envolventes y canalizaciones en serán de material sintético aislante, auto extingible, o bien aisladas en material sintético, auto extingible.
- c) En todos los casos en que corresponda la instalación de caños de acero para la entrada al punto de conexión y medición, los mismos deberán ser aislados interior y exteriormente, garantizando el doble aislamiento del sistema.(CLASE II)
- d) Se prescindirá del sistema de puesta a tierra del punto de conexión y medición (en caso de ser CLASE II).

ARTÍCULO 2º: DISPÓNESE que, sin perjuicio de los establecido en el Artículo 1º precedente, a los fines de determinar las condiciones exigibles a los usuarios para la reconexión de medidores en puntos de conexión y medición anteriores a la vigencia de la presente, cabrá idéntico tratamiento que el oportunamente previsto en la especificación técnica aprobada por Resolución General ERSeP N° 06/2009.

En caso de encontrarse daños, roturas o fallas en los elementos enumerados en el Artículo 1º, y se deba proceder a su remplazo o reparación, ello se tendrá que ajustar a los requisitos del artículo mencionado.

#### **4.18. Nociones de Presupuesto y Programación de Tareas**

Se entiende por presupuesto una estimación previa o cálculo anticipado del costo de una obra o servicio. Esto incluye materiales y mano de obra por todo concepto.

Cuando se empieza a realizar el Presupuesto Eléctrico, que ha sido encargado por el cliente, y a través del cual deseamos ejecutar un trabajo o una obra, debemos de tener en cuentas conceptos muy variados, y que a su vez son términos que pueden ser clave a la hora de tener conciencia de todo lo presupuestado.

A la hora de elaborar el presupuesto de una instalación eléctrica, se debe tener en cuenta varios factores, que pueden afectar directamente a la hora de obtener los beneficios esperados antes del comienzo de la obra.

No solo consiste en dar un buen precio de mano de obra y de material a instalar, sino que consiste en dar al cliente final un presupuesto en el cual estén incluidos todos los conceptos que se puedan encontrar a la hora de la ejecución.

Vamos a empezar a detallarlos uno a uno y así explicarlos lo más claramente posible:

Uno de los conceptos más importantes, a la hora del Presupuesto, es la altura de trabajo a la que se puede encontrar. En los presupuestos destinados a pequeñas industrias, éste es el concepto más importante, pues hay que tener en cuenta que llevan una gran cantidad de líneas de alimentación y generalmente van tendidas sobre bandejas a una altura de 8, 9, 10 m dependiendo de la altura a la que se encuentre la cubierta. El gasto de plataformas está formado por gastos de desplazamiento, gastos de residuos, seguros de accidente de trabajo, seguro de vehículo y gastos de plataforma o andamios, etc., en obra.

Otro concepto sería la energía que se va a utilizar en obra. Muchas veces en lugar de utilizar un suministro de obra, se hace uso de Grupos Electrónicos, que llevan un gasto asociado de combustible.

Tener en cuenta los viáticos desplazamientos si el lugar de realización de la obra es fuera de la ciudad, porque además de alojamiento, desayunar, comer y cenar, se debe tener en cuenta que, en el desplazamiento de los oficiales, el costo del km. por uso del vehículo y combustible como horas de trabajo.

Los últimos conceptos son claves a la hora de realizar una obra. Estos son los Gastos Generales y la ganancia o beneficio. La ganancia es algo elegido por uno mismo, en función de lo que interese la realización de la obra, la forma de pago del cliente o contratista, carga de trabajo, etc. El precio de la mano de obra se puede calcular como un porcentaje del costo de los materiales, o en función del tiempo que demora hacer el trabajo, el precio por boca, también

existen precios de referencia del mercado, etc. En cambio, el Gasto General es un gasto fijo que se tiene derivado de la utilización de móviles, furgonetas, alquiler de local, nominas, pagos de luz, agua, gas, monotributo, etc.

A partir de aquí todo lo que se consiga será gracias a la negociación con el cliente final y al trabajo bien hecho.

### Planilla de ejemplo

Nº PTO

FECHA

Mano Obra

| <i>MATERIAL</i> | <i>IMPORTE</i> |                 | <i>MANO OBRA</i> |                         | <i>COSTO</i> | <i>TOTAL</i> |
|-----------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------------|--------------|--------------|
|                 | <i>UNIT.</i>   | <i>MATERIAL</i> | <i>H.M.O.</i>    | <i>Total<br/>H.M.O.</i> |              |              |
|                 |                |                 |                  | 0,00                    |              |              |
|                 |                |                 |                  | 0,00                    |              |              |
|                 |                |                 |                  | 0,00                    |              |              |
|                 |                |                 |                  | 0,00                    |              |              |
|                 |                |                 |                  | 0,00                    |              |              |
|                 |                |                 |                  | 0,00                    |              |              |
|                 |                |                 |                  | 0,00                    |              |              |
|                 |                |                 |                  | 0,00                    |              |              |
|                 |                |                 |                  | 0,00                    |              |              |
|                 |                |                 |                  | 0,00                    |              |              |

### Organización del trabajo

Los primeros pasos consisten en haber visitado el trabajo a ser realizado en futuro inmediato, confeccionar el presupuesto en forma detallada y completa (para evitar sorpresas o inesperados) y, una vez aprobado el presupuesto, realizar un cronograma. Por supuesto que en el presupuesto al cliente debe haber un estimado de tiempo de ejecución de dicho trabajo.

El cronograma se puede hacer en secuencia de días o semanas. Su representación es en una gráfica de tiempo, donde la cronología de un hecho o trabajo que se representa en un par de ejes de coordenadas, el eje de abscisas se divide en fracciones de tiempo (por ejemplo, días,



semanas, meses), y en el eje de coordenadas se describe la tarea a realizar o la tarea realizada marcando el tiempo como se muestra en el ejemplo.

## **MÓDULO V**

### **NORMATIVAS Y REGLAMENTOS DEL SECTOR**

#### **5.1. Ley Provincial de Seguridad Eléctrica N° 10.281 y su decreto reglamentario N° 1.022**

Esta ley fue sancionada por la Legislatura de Córdoba el 17 de junio de 2015, por unanimidad, y el 1° de octubre de 2015 fue firmado el decreto reglamentario que complementa a la ley.

Los conceptos más importantes relacionados con los instaladores electricistas y su habilitación en los artículos de la ley y el decreto, son que toda instalación eléctrica del usuario, pública o privada, en el interior o en la vía pública, deberá contar con “Certificado de Instalación Eléctrica Apta” para obtener el servicio eléctrico; que el “Certificado de Instalación Eléctrica Apta” resultará exigible a las instalaciones nuevas, como así a las anteriores a la entrada en vigencia de la Ley, ante la reanudación del servicio; y que el “Certificado de Instalación Eléctrica Apta” deberá ser extendido por “Instalador Electricista Habilitado” y presentado ante la Distribuidora Eléctrica para que se otorgue el servicio.

La ley establece como objetivos y fines preservar la seguridad de las personas, los bienes y el medio ambiente.

El ERSeP es la Autoridad de Aplicación de la Ley y desarrolla las siguientes actividades:

- Define la normativa aplicable a las instalaciones alcanzadas.
- Crea y lleva el “Registro de Instaladores Electricistas Habilitados”.
- Define las condiciones de las habilitaciones a otorgar.
- Establece el “Régimen de Infracciones y Sanciones” aplicable.

Establece los requisitos que deberá cumplimentar el “Certificado de Instalación Eléctrica Apta” que extenderá todo Instalador Habilitado.

Instrumenta un proceso de administración de los “Certificados de Instalación Eléctrica Apta” que se emitan.

Se crea la figura del “Instalador Electricista Habilitado”. Los Electricistas Habilitados se registrarán ante el ERSeP según las siguientes categorías:

**Categoría I:** Profesionales con Título de Grado (matriculados en sus respectivos Colegios).

**Categoría II:** Técnicos con Título Habilitante (matriculados en sus respectivos Colegios).

**Categoría III:** Personas idóneas en actividades eléctricas con capacitación relacionada acreditada (a desarrollar según disponga el ERSeP).

Los de Categoría I y II son habilitados por el ERSeP y por la matrícula de sus colegios, mientras que los de Categoría III deberán rendir y aprobar el examen de habilitación. Una vez aprobado tal examen, se inscribirá en el registro del ERSeP (autoridad de aplicación de la ley) quien le dará un número de habilitación para trabajar. Los Electricistas de Categoría III (Idóneos) estarán habilitados para intervenir en instalaciones domiciliarias y pequeñas instalaciones comerciales o industriales, en todos los casos en Baja Tensión y con potencia no mayor a 10 kW.

En cuanto al Registro de Instaladores de la Categorías III (Idóneos) se deberá tener en cuenta que:

- 1) Los interesados presentarán su solicitud directamente ante el ERSeP.
- 2) Deberá acreditar la aprobación de la evaluación pertinente, establecida en el marco de la Ley N° 10281.
- 3) Para acreditar su registración, deberá exhibir la certificación o carnet expedido por el ERSeP, más su publicación por parte de dicho Ente en la página oficial de internet.
- 4) En la Categoría III, previo examen y/o capacitación, podrán registrarse ante el ERSeP, Técnicos o Profesionales no matriculados en sus respectivos Colegios.

La seguridad eléctrica se consigue utilizando en el diseño, en el dimensionamiento y en el cálculo las directivas de la AEA 90364 y con la utilización de materiales eléctricos normalizados por IRAM y según corresponda certificado por el sello de Seguridad Eléctrica de la secretaria de Comercio de la Nación, aplicando la reglamentación para la ejecución de las instalaciones eléctricas en inmuebles de AEA en su construcción, la capacitación del personal técnico interviniente y responsable de su ejecución, y extendiéndose al mantenimiento y control de la misma en el tiempo.

Las instalaciones eléctricas que contempla la ley son las instalaciones eléctricas fijas siempre del usuario (cliente) del servicio eléctrico, ya sean públicas o privadas en inmuebles o en la “vía pública”. Este aspecto último es lo que hace novedosa a la ley.

Estas instalaciones eléctricas pueden ser nuevas o existentes. Las instalaciones nuevas deben ser realizadas en el marco de la Reglamentación para Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la AEA para garantizar la seguridad eléctrica. En cuanto a las instalaciones existentes, la ley exige condiciones de seguridad mínima. El instalador electricista puede intervenir en todas ellas de acuerdo con su incumbencia.

Cada vez que se intervenga en una instalación eléctrica, el instalador electricista deberá emitir un “Certificado de Instalación Eléctrica Apta” en base a todos los requerimientos de seguridad antes mencionado y en el marco de la RG N° 49/2016, modificada por la RG N° 17/2021, y RG N° 08/2017 del ERSeP. Dicho certificado le permitirá al usuario de la instalación eléctrica realizar los trámites que necesite, ya sea contratar por primera vez el servicio eléctrico o la reanudación de este, etcétera.

## **5.2. LEY N° 10670 Prórroga al vencimiento del plazo previsto en Ley 10281 - Seguridad Eléctrica.**

Artículo 1°.- Prorrógase hasta el día 1 de diciembre de 2021 el vencimiento del plazo previsto en el artículo 7° de la Ley N° 10281 -Seguridad Eléctrica para la Provincia de Córdoba- con relación a las instalaciones eléctricas a cuya readecuación están obligados los sujetos especificados en la precitada disposición.

Artículo 2°.- Suspéndense hasta el día 1 de diciembre de 2021 las obligaciones emergentes de la Ley N° 10281, para las instalaciones a que se refiere su artículo 2°, inciso b) acápites 1) y 3).

Artículo 3°.- Los municipios, comunas y reparticiones públicas deben presentar ante la Autoridad de Aplicación, antes del 1 de diciembre de 2020, los proyectos y programas de adecuación a la Ley N° 10281, conjuntamente con un plan de ejecución que no podrá exceder el plazo de tres años a partir de esa fecha.

## **5.3. Para quienes incumplan con la obligación establecida en el párrafo precedente la Ley les registrá plenamente.**

Artículo 4°.- Los particulares encuadrados en el artículo 2°, inciso b) acápite 1) de la Ley N° 10281 quedan dispensados de la presentación del Certificado de Instalación Eléctrica Apta mientras dure la suspensión dispuesta en el artículo 2° de esta Ley.

Artículo 5°.- La presente Ley registrá a partir de su publicación en el Boletín Oficial de la Provincia de Córdoba.

Artículo 6°.- Comuníquese al Poder Ejecutivo Provincial.

**Decreto Promulgatorio N° 1426/19:**

Córdoba, 2 de diciembre de 2019 Téngase por Ley de la Provincia Nro. 10.670, cúmplase, protocolícese, comuníquese, publíquese en el Boletín Oficial, archívese.

#### **5.4. Seguridad Eléctrica: Implementación y alcances de la Ley 10670 modificatoria de la Ley 10281**

Con fecha 5 de diciembre de 2019, se publicó en el Boletín Oficial de la Provincia la Ley 10670, que modifica la Ley 10281 (Seguridad Eléctrica), con los alcances siguientes:

##### **I. INSTALACIONES QUE DEBEN CONTINUAR CERTIFICÁNDOSE PARA LA OBTENCIÓN DEL SERVICIO:**

Todas las instalaciones eléctricas nuevas o que se hayan conectado a partir del 1º de diciembre del 2017, fecha en que se implementó la Ley 10281, tanto para acceder al servicio por primera vez, como ante toda posterior reanudación del servicio, siempre que no posean certificado previo con vigencia menor a dos (2) años.

**II. SUSPENSIÓN RELATIVA A INSTALACIONES ELÉCTRICAS PREEXISTENTES DE USUARIOS PARTICULARES** Se suspenden las obligaciones emergentes de la Ley 10281 en lo relativo a la presentación del Certificado de Instalación Eléctrica Apta, por parte de los particulares titulares de instalaciones eléctricas previas al 1º de diciembre de 2017, cuando tales instalaciones sean objeto de reanudación del servicio. Ello hasta el 1º de diciembre de 2021. En concordancia con lo indicado, quedan también suspendidas las obligaciones asociadas a las siguientes instalaciones:

- Instalaciones eléctricas pertenecientes a todos los inmuebles, lugares y locales de acceso público, sean estos interiores o exteriores, de carácter privado, a las que se les haya otorgado el servicio en forma previa al 1º de diciembre de 2017;
- Puntos de conexión y medición, incluida la montante eléctrica o instalación equivalente, correspondiente a suministros agrupados (sistemas colectivos de medición para edificios de propiedad horizontal o similares), a las que se les haya otorgado el servicio en forma previa al 1º de diciembre de 2017.
- Instalaciones de servicios generales y/o comunes correspondientes a los inmuebles considerados suministros agrupados (sistemas colectivos de medición para edificios de propiedad horizontal o similares), cuando se le haya otorgado el servicio en forma previa al 1º de diciembre de 2017.

##### **III. PRÓRROGA A MUNICIPIOS, COMUNAS Y REPARTICIONES PÚBLICAS, PARA ALUMBRADO PÚBLICO, SEÑALIZACIÓN Y DEMÁS INSTALACIONES ELÉCTRICAS PÚBLICAS PREEXISTENTES. -**

Se prorroga hasta el día 1º de diciembre de 2021, la obligación de los municipios, comunas, reparticiones públicas o titulares de instalaciones de alumbrado público o señalización existentes, de adecuar a la normativa aplicable, las instalaciones de alumbrado público, de señalización y demás instalaciones públicas preexistentes al 1º de diciembre de 2017, acreditándolo ante la correspondiente distribuidora, mediante la presentación del Certificado de Instalación Eléctrica Apta. No obstante, los mismos deberán presentar ante la autoridad de

aplicación, antes del 1° de diciembre de 2020, los proyectos y programas de adecuación de tales instalaciones a la Ley N° 10281, conjuntamente con un plan de ejecución que no podrá exceder el plazo de tres años a partir de dicha fecha. Para quienes incumplan con las obligaciones antes mencionadas, la Ley regirá plenamente a partir del 1° de diciembre de 2021, siendo pasibles de la aplicación de las medidas dispuestas por el Régimen de Infracciones y Sanciones vigente. Todas aquellas instalaciones posteriores al 1° de diciembre de 2017, deberán presentar Certificado de Instalación Eléctrica Apta ante la conexión o reanudación del servicio.

### **5.5. Ley Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo N° 19.587**

Esta ley fue sancionada por el congreso de la nación argentina en el año 1972. El decreto reglamentario n° 351 que está vigente fue publicado en el año 1979.

Esta ley y sus decretos se aplican a las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo, a todos los establecimientos y explotaciones, persigan o no fines de lucro, cualquiera sea la naturaleza económica de las actividades, el medio donde ellas se ejecuten, el carácter de los centros y puestos de trabajos y la índole de la maquinaria, elementos, dispositivos o procedimientos que se utilicen o adopten, y sus medidas de seguridad personal y laboral (EPP, EPC), tanto pública como privada, a fin de preservar la salud laboral (psicofísica) y minimizar los riesgos laborales. Art.1.

Seguridad: Evalúa el grado de aceptabilidad del Riesgo.

Tiene como objetivo: Preservar la integridad psicofísica de las personas que desarrollan actividades en una empresa y de los bienes de esta.

Higiene: Identifica, evalúa y controla aquellos factores del medio ambiente laboral que pueden afectar la salud de los individuos o de la comunidad.

Objetivos de la Seguridad e higiene del trabajo: Preservar la integridad psicofísica y la salud de los trabajadores (incluyendo personal propio, contratado, visitas, proveedores, etc.)

Preservar los bienes de la empresa: Evitar daños a la comunidad y medio ambiente derivados de la actividad de la empresa.

Las máquinas y herramientas usadas deberán ser seguras y en caso de que originen riesgos, no podrán emplearse sin la protección adecuada.

***Las partes de las máquinas y herramientas en las que existan riesgos mecánicos y donde el trabajador no realice acciones operativas, dispondrán de protecciones eficaces, tales como cubiertas, pantallas, barandas y otras, que cumplirán los siguientes requisitos:***

- 1) Eficaces por su diseño.*
- 2) De material resistente y aislante.*
- 3) Desplazamiento para el ajuste o reparación.*
- 4) Permitirán el control y engrase de los elementos de las máquinas.*
- 5) Su montaje o desplazamiento sólo podrá realizarse intencionalmente.*
- 6) No constituirán riesgos por sí mismos.*

*Frente al riesgo mecánico se adoptarán obligatoriamente los dispositivos de seguridad necesarios, que reunirán los siguientes requisitos:*

- 1) Constituirán parte integrante de las máquinas.*
- 2) Actuarán libres de entorpecimiento.*
- 3) No interferirán, innecesariamente, al proceso de trabajo normal.*
- 4) No limitarán la visual del área operativa.*
- 5) Dejarán libres de obstáculos dicha área.*
- 6) No exigirán posiciones ni movimientos forzados.*
- 7) Protegerán eficazmente de las proyecciones.*
- 8) No constituirán riesgo por sí mismos y deberán estar protegidas por cubiertas según corresponda.*
- 9) Todas las operaciones de comprobación, medición, ajuste, etc., deben realizarse con la máquina parada.*

*Importante: manejar la máquina - herramienta sin distraerse y con los EPP necesarios.*

#### **PELIGROS COMUNES:**

- Puntos de rozamiento.*
- Puntos calientes.*
- Superficies rotativas de máquinas.*
- Maquinaria automática.*
- Relojes, anillos, pulseras, ropas sueltas, cabellos sueltos y largos, barbas largas.*

### *Orden y limpieza:*

- La máquina - herramienta, debe mantenerse en perfecto estado de conservación, limpia y correctamente engrasada.*
- Asimismo, debe cuidarse el orden y conservación de las herramientas, útiles y accesorios.*
- La zona de trabajo y las inmediaciones de la máquina deben mantenerse limpias y libres de obstáculos y manchas de aceite. Los objetos caídos y desperdigados pueden provocar tropezones y resbalones peligrosos.*
- Las averías de tipo eléctrico en una máquina herramienta solamente pueden ser investigadas y reparadas por un servicio técnico.*
- Las conducciones eléctricas deben estar protegidas contra cortes y daños producidos por las virutas y/o herramientas.*

Aquí queremos destacar que los EPP son de uso obligatorio, tratándose de relación de dependencia, y deben ser suministrados por el empleador al igual que las capacitaciones pertinentes exigidas por los decretos y resoluciones de la SRT (Superintendencia de Riesgo de Trabajo, entidad encargada del cumplimiento de la ley de S e H en el Trabajo).

También es obligatorio el uso de los elementos de protección colectiva y los protocolos de trabajo que nos indican los pasos a seguir a fin de no olvidarnos nada y cumplir correctamente con todas las medidas de seguridad con el trabajo y con el cliente final.

### ***Elementos de protección personal para trabajo en electricidad***

- *Casco: provee protección y seguridad contra impactos y penetración de objetos que caen sobre la cabeza. Internamente con suspensión regulable, diseñada para alto impacto y resistente a la electricidad.*
- *Lentes: protección de ojos contra impactos, calor, productos químicos, polvos, chispas, astillas duras y salpicaduras.*
- *Guantes: protección de manos que nos mantienen aislados cuando: trabajamos en contacto, a distancia, y en tensión. Vienen en distintos rangos de tensión.*
- *Zapatos de seguridad: protección de pie contra humedad y sustancias calientes, contra superficies ásperas, contra pisadas de objetos filosos y agudos y caídas de objetos, y contra riesgo eléctrico. En trabajos eléctricos no lleva punta metálica y debe ser totalmente aislante.*
- *Buzo piloto: para proteger el cuerpo de contacto de la electricidad, no debe tener nada metálico.*
- *Protectores auditivos: cuando el nivel de ruido exceda los 85 dBA, deben ser utilizados como protección del oído.*
- *Protección respiratoria: para evitar el ingreso de contaminantes como polvos, gases, vapores, humos, etc.*
- *Pinzas de bloqueo: en tableros y/o salas eléctricas que permiten cortar la energía y trabar el interruptor. De esta manera se evitan posibles electroshocks y/o electrocuciones*
- *Tarjetas de bloqueo: como advertencia para señalar que el tablero, máquina o circuito está bloqueado. Así se evita que alguien, por error, restablezca la energía.*
- *Candado de bloqueo: permite bloquear el interruptor y evita que otra persona, por error, energice la línea.*
- 

***“Estos últimos tres artículos se utilizan en conjunto para hacer efectivo el bloqueo.”***

***“Todos los elementos de protección personal tienen fecha de vencimiento por uso o vida útil, y deben ser cambiados por otros nuevos.”***

Actualmente, se complementa con varios decretos reglamentarios como los Números 351/79, 911/96, 617/97, 249/07.

El D.R. 351/79 de Seguridad e Higiene en el trabajo, en el art.3 establece las condiciones de Seguridad de las Instalaciones Eléctricas del Anexo VI, se indica en características constructivas



(3.1.): “Se cumplimentará lo dispuesto en la Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles, de la Asociación Electrotécnica Argentina”.

En el art. 3.1 indica también que “para la instalación de líneas aéreas y subterráneas, se seguirán las directivas de las reglamentaciones para líneas eléctricas aéreas y exteriores en general de la citada asociación”.

El D.R. 911/96 para la Industria de la Construcción. Capítulo 6. Normas Generales de Aplicables en Obra Instalaciones Eléctricas:

ARTICULO 86. — Toda instalación deberá proyectarse como instalación permanente, siguiendo las disposiciones de la ASOCIACIÓN ARGENTINA DE ELECTROTÉCNICA (AEA), utilizando materiales que se seleccionarán de acuerdo con la tensión, a las condiciones particulares del medio ambiente y que respondan a las normas de validez internacional.

El D.R. 617/97 para la Actividad Agraria, Titulo V. Riesgos Eléctricos, Art. 18 expresa:

«Las instalaciones eléctricas deben cumplir con la reglamentación de la Asociación Electrotécnica Argentina. Será de aplicación supletoria la normativa establecida por el ENTE NACIONAL REGULADOR DE LA ELECTRICIDAD.»

El D.R. 249/07 para la Actividad Minera, en el Capítulo 8. Electricidad - Instalaciones Eléctricas, Art. 99 expresa:

«Las instalaciones eléctricas deben cumplir con la reglamentación de la ASOCIACIÓN ELECTROTÉCNICA ARGENTINA y con carácter supletorio, las emitidas por el ENTE NACIONAL REGULADOR DE LA ELECTRICIDAD.»

La S.R.T., a su vez, emite resoluciones relacionadas al trabajo eléctrico, como la medición del nivel de iluminación, nivel de ruido, valor de la puesta a tierra, Trabajo con Tensión, que deben ser realizados por profesionales.

Por último, tenemos la nueva Resolución 836/2019 del Ministerio de Desarrollo Productivo (ex ministerio de producción y trabajo secretaría de comercio interior) que reemplaza a la resolución 92/98. Es necesario garantizar a los consumidores la seguridad en la utilización del equipamiento eléctrico de baja tensión en condiciones previsibles o normales de uso. Los productos eléctricos de uso domiciliario, según corresponda, deben llevar el sello de seguridad eléctrica en forma visible. Este sello debe estar sobre el mismo producto o, en su defecto, con la primera envolvente. Por ejemplo, un interruptor automático tiene en un costado el sello de seguridad eléctrica, en cambio un cable no lo tiene sobre el aislante, pero si lo debe tener sobre el plástico o caja que lo contiene.

Respecto del tema de los sellos, es importante agregar que todos los materiales y componentes eléctricos y/o electromecánicos utilizados en las instalaciones fijas deben cumplir con las certificaciones de las normas IRAM correspondientes u otras equivalentes autorizadas. Estas también deben estar impresas en el producto eléctrico según corresponda el tipo de certificación. No está permitido utilizar materiales eléctricos que no cumplan normas IRAM de calidad o sus equivalentes, y queda bajo responsabilidad del instalador el uso de materiales no permitidos y/o no normalizados.

#### **5.6. Interrelación de la Ley Nacional con Ley Provincial**

Cuando se trabaja en relación de dependencia, el ámbito legal es la ley nacional N° 19.587 de S e H L. Cuando se trabaja en forma independiente, el ámbito legal es la ley provincial N° 10.281 de S.E. Sin perjuicio de que se puedan superponerse ambas leyes, se deben cumplir en ese orden por todas las categorías de instaladores electricistas según su incumbencia.

Veamos un ejemplo: Un instalador electricista categoría III puede a su vez tener empleados, donde obligatoriamente debe cumplir la ley nacional, y este a su vez debe cumplir la ley provincial también. Otro caso es cuando un instalador electricista categoría III es contratado para realizar las instalaciones de casas de un barrio nuevo. A través de su contratación, le corre la Ley de Seguridad e Higiene, pero puede darse que emita los certificados de instalación apta de cada inmueble por separado. Cada caso deberá ser analizado por los profesionales a cargo.

## 5.7. Consideraciones Generales

Las instalaciones eléctricas deben ser ejecutadas con la mayor seguridad posible, dentro del llamado riesgo tolerable, cumpliendo las leyes y reglamentaciones vigentes. Se debe tener presente que quien usa la instalación eléctrica de un inmueble es una persona sin conocimiento de electricidad, considerada por la reglamentación de AEA como persona normal y no técnica, y a ellos debemos proteger, siendo la responsabilidad legal por toda intervención que se haga.

Estos conceptos también son aplicables al alumbrado público y a la distribución pública.

Ningún trabajo ni ninguna tarea son tan importantes para que no se pueda tomar el tiempo necesario para utilizar los elementos de protección obligatoria, para que así realicemos un trabajo con seguridad, no sólo para los primeros actores sino para los segundos y terceros actores.

Vale aclarar que los EPP en la Ley Provincial de Seguridad Eléctrica no son mencionados, pero sí se consideran necesarios para el trabajador independiente que le da seguridad en su trabajo, y garantía a su cliente para evitar posibles accidentes en su casa.

Los Accidentes pueden ocurrir por:

Actos inseguros, Condiciones inseguras, Ambos.

### *Actos Inseguros*

- Mantenimiento de equipos en movimiento o presurizados.
- El no uso de los equipos de protección personal.
- Juegos / peleas.
- Posición insegura.
- Falta de señalizaciones.
- Uso indebido de herramientas.
- Violación de normas o procedimientos.

### *Condiciones inseguras*

- Instalaciones inadecuadas.
- Procedimiento inadecuado.
- Señalización deficiente.
- Falta de espacio.
- Herramientas en mal estado.
- Iluminación inadecuada.
- Ventilación inadecuada.

### **5.8. Reglamentación de AEA N° 90.364**

Esta reglamentación fue adoptada por la Ley Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, y por la Ley de Seguridad Eléctrica. Su decreto reglamentario y resolución general N° 26/2015 del ERSeP está conformada por varias partes. Sólo mencionaremos las consideraciones generales de la reglamentación y sus partes.

En las consideraciones generales de la parte 7 dice:

“A pesar de los esfuerzos de las autoridades de aplicación, de los organismos de control y de la tarea de difusión por parte de la Comisión de Capacitación de la AEA, de instituciones educativas universitarias, terciarias y secundarias y de empresas relacionadas con la fabricación y comercialización de productos del área eléctrica, los accidentes originados en fallas en las instalaciones eléctricas en inmuebles continúan en un número inaceptable para el estado actual de la tecnología.”

“El cumplimiento de las disposiciones de la Reglamentación para la Ejecución de las Instalaciones Eléctricas en Inmuebles (AEA 90364) de la Asociación Electrotécnica Argentina, en cuanto al proyecto y la ejecución de las instalaciones, y la utilización de materiales normalizados y certificados (cuando corresponda según la Resolución 92/98 - hoy 169/18- de la ex Secretaría de Comercio), todo bajo la responsabilidad de profesionales con incumbencias o competencias específicas, con la categoría que determine para cada caso la autoridad de aplicación correspondiente, da garantía que la instalación eléctrica cuenta con un nivel adecuado de seguridad.”

Detallamos a continuación las partes de la reglamentación vigente que se aplican en las instalaciones eléctricas fijas de baja tensión:

- GUÍA AEA 770 - Instalaciones eléctricas en viviendas unifamiliares hasta 10 kW.2018
- Reglamentación AEA - 90364, Parte 0 a 7, 2006:
- Guía de Aplicación. Parte 0 - 2006.
- Alcance, objeto y principios fundamentales. Parte 1 - 2006.

- Definiciones. Parte 2- 2006.
- Determinación de las características generales de las instalaciones. Parte 3
- Protecciones para preservar la seguridad. Parte 4 - 2006.
- Elección e instalación de los materiales eléctricos. Parte 5 - 2006.
- Verificaciones de las Instalaciones eléctricas (iniciales y periódicas) y su mantenimiento. Parte 6 - 2006.
- Baños, Lugares y Locales Conteniendo Bañeras, Duchas u Otros Artefactos con Grifería Emisora de Agua. Parte 7 - 701 - 2012.
- Lugares y Locales de Pública Concurrencia. Parte 7 - 718 - 2008.
- **Viviendas, Oficinas y Locales (Unitarios). Parte 7 - 771 - 2006.**
- Reglas Particulares para las Instalaciones en Lugares y Locales Especiales Sección 770: Viviendas (Unifamiliares hasta 63 A; clasificaciones BA2 y BD1).2017

**IMPORTANTE:** cabe aclarar que la intervención del instalador dependerá del tipo de instalación, y con ello de la incumbencia de cada categoría, por ejemplo, la normativa AEA

**Lugares y Locales de Pública Concurrencia. Parte 7 - 718 - 2008, queda fuera de la incumbencia del Instalador Categoría III)**

#### **5.9. Reglamento de Comercialización de la Energía Eléctrica**

Contenidos relacionados a la seguridad eléctrica de la Resolución General 11/2005 del ERSeP son:

##### **PERTURBACIONES, DAÑOS, SEGURIDAD:**

El usuario deberá arbitrar los medios para que sus instalaciones eléctricas no produzcan perturbaciones en el servicio, ni desperfectos o deterioros en los bienes de la Empresa o de otros usuarios, o ponga en peligro la vida de personas, en cuyo caso se podrá interrumpir el suministro de energía hasta tanto se subsanen las fallas comprobadas.

El usuario deberá colocar y mantener en condiciones operativas, en el tablero principal, los dispositivos de protección y maniobra adecuados a la capacidad y características del suministro, conforme a los requisitos establecidos en la “Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles” de la Asociación Electrotécnica Argentina, o la norma que disponga el ERSEP en el futuro.

El usuario deberá mantener las instalaciones propias en perfecto estado de conservación. Si por responsabilidad del usuario o por haber utilizado éste, valores de demanda de potencia superiores a los autorizados, se produjera el deterioro o destrucción total o parcial de los medidores y/o instrumentos de control u otras instalaciones de propiedad de EPEC, el usuario deberá abonar los costos originados para la reparación o reposición de estos.

##### **REGLAMENTO DE SUMINISTROS DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LOS SERVICIOS PRESTADOS POR LA CONCESIONARIA**

Contenidos relacionados a la seguridad eléctrica.

##### **PILARES PROVISORIOS PARA SUMINISTROS TRANSITORIOS**

En este caso, debido a la precariedad del sistema, la medición en esta condición será por un tiempo determinado y la Distribuidora vigilará las condiciones de seguridad y mantenimiento, las que, de no cumplirse, significarán el inmediato corte de suministro por parte de la Distribuidora.

Se determina en noventa (90) días corridos el plazo máximo para la utilización de un pilar provisorio, pasado dicho período si el Usuario no hubiera solicitado la conexión definitiva la Distribuidora se reserva el derecho de desconexión, previo aviso de intimación de corte de cuarenta y ocho (48) horas, aplicando luego los cargos por reconexión al solicitar el Usuario la nueva conexión definitiva.

A pedido del Usuario por única vez, la Distribuidora podrá extender por igual plazo de utilización del pilar provisorio, siempre y cuando a su criterio se mantengan las condiciones de seguridad expresadas en el primer párrafo.

#### PERTURBACIONES

El Usuario deberá utilizar la energía provista por la Concesionaria en forma tal de no provocar perturbaciones en sus instalaciones o en las de otros Usuarios; deberá arbitrar los medios para que sus instalaciones eléctricas y aparatos eléctricos no produzcan perturbaciones en el servicio, ni desperfectos o deterioros en los bienes de Concesionaria o de otros Usuarios, o ponga en peligro la vida de personas, en cuyo caso se podrá previo emplazamiento por medio fehaciente interrumpir el suministro de energía hasta tanto se subsanen las fallas comprobadas.

Los aparatos para utilizar deberán cumplir con las condiciones mínimas fijadas a nivel nacional, existentes al momento o las que en el futuro se dicten, sobre contaminación armónica, emisiones electromagnéticas, perturbaciones cíclicas y resistencia a huecos de tensión, y la Resolución N° 92/98 - hoy 836/19- del Ministerio de Desarrollo Productivo (ex ministerio de producción y trabajo secretaria de comercio interior), las Especificaciones Técnicas indicadas en <https://ersep.cba.gov.ar/distribucion-energia/> ; o las que en el futuro las reemplacen. Al efecto, serán válidas las disposiciones que establezca el ERSeP conforme al Contrato de Concesión - Anexo VI - Normas de Calidad del Servicio Público y Sanciones.

#### SUSPENSIÓN DEL SUMINISTRO

Sin notificación fehaciente previa al Usuario:

- Cuando exista peligro inminente que pueda afectar la seguridad de las personas o de las instalaciones de la Concesionaria, con notificación fehaciente posterior por parte de ésta al ERSeP en un plazo de cuarenta y ocho (48) horas corridas.

#### **5.10. Trámites Solicitud de Servicio de Suministro de Energía Eléctrica**

Para los trámites de solicitud del servicio eléctrico, aparte de cumplir con la RG 49/2016 del ERSeP, modificada por la RG N° 17/2021, existen otros requisitos que solicitan las distribuidoras sean éstas cooperativas o la EPEC. En el caso de EPEC se tienen los siguientes:

***Requisitos para solicitud de suministro eléctrico residencial o cambio de titularidad.***

## Vivienda Familiar Exclusivamente

A - No registrar deuda de ningún tipo con Epec.

A - Impuesto inmobiliario provincial o cualquier tributo o servicio en el que figure la designación catastral del inmueble donde se solicita el servicio.

B - Documento Nacional de Identidad o Pasaporte. Para el caso de extranjeros, podrán presentar trámite migratorio iniciado y Pasaporte o Cédula.

D - Certificado de Instalación Eléctrica Apta (Ley 10670 - Alcances).

No requerido para realizar el trámite de cambio de titularidad.

Emitido y firmado por un Instalador Electricista habilitado. Más información en ERSEP.

E - El monto de la tasa de conexión correspondiente a este servicio será incluida en la primera factura que se emita.

### **Propietario**

- Escritura de dominio o certificado notarial de escritura en trámite, acta de remate o donación Inscripta u otra documentación certificada por autoridad competente que lo acredite propietario.

### **No propietario**

-Boleta de compra-venta.

- Contrato de locación acompañado del impuesto al sello o certificado por autoridad competente (Juez de Paz o Escribano).

- Contrato de comodato, certificado por autoridad competente (Juez de Paz o Escribano).

- Certificado de domicilio, certificado por autoridad competente (Policía de la Provincia de Córdoba, Juez de Paz o Escribano).

- Declaración jurada de la Provincia de Córdoba (cuando el domicilio del DNI no es de la Provincia de Córdoba, a este documento lo extiende la Policía de la Provincia de Córdoba.

- Otro título de ocupación, certificado por autoridad competente (Policía de la Provincia de Córdoba, Juez de Paz o Escribano).

### **Recomendaciones para agilizar su trámite**

A- El trámite es personal. Los terceros que tramiten en nombre del titular deberán estar debidamente habilitados por autoridad competente.



B- Toda tramitación se verá facilitada si acompaña recibo de energía eléctrica de la propiedad afectada o del inmueble colindante.

### **Categoría Residencial Combinada (Vivienda y Negocio) - Comercial - Industrial - Especial**

A - No registrar deuda de ningún tipo con EPEC.

B - Impuesto inmobiliario provincial o cualquier tributo o servicio en el que figure la designación catastral del inmueble donde se solicita el servicio.

C - Documento Nacional de Identidad o Pasaporte. Para el caso de extranjeros, podrán presentar trámite migratorio iniciado y Pasaporte o Cédula.

D - Certificado de Instalación Eléctrica Apta (Ley 10670 - Alcances).

No requerido para realizar el trámite de cambio de titularidad.

Emitido y firmado por un Instalador Electricista habilitado. Más información en ERSeP.

E - Comprobante de situación ante I.V.A.

F - Constancia de inscripción de IIBB. En caso de corresponder, documentación que acredite la exclusión o exención al régimen.

G - Personas jurídicas: Estatutos - Contrato Social - Personería Jurídica - Inscripción en Registro de Cultos - según corresponda.

H - Licencia ambiental (Ley Provincial 10208) si corresponde, otorgada por la Secretaría de Ambiente y Cambio Climático del Ministerio de Servicios Públicos, sólo para aquellos suministros que desarrollen algunas de las actividades incluidas en los Anexos I y II de la mencionada Ley.

I - Garantía personal

J - El monto de la tasa de conexión correspondiente a este servicio será incluida en la primera factura que se emita.

### **Propietario**

- Escritura de dominio o certificado notarial de escritura en trámite, acta de remate o donación Inscripta u otra documentación certificada por autoridad competente que lo acredite propietario.

## **No propietario**

- Boleto de compra-venta.
- Contrato de locación acompañado del impuesto al sello o certificado por autoridad competente (Juez de Paz o Escribano)
- Contrato de comodato, certificado por autoridad competente (Juez de Paz o Escribano).
- Certificado de domicilio, certificado por autoridad competente (Policía de la Provincia de Córdoba, Juez de Paz o Escribano).

## **Garantía del contrato de energía eléctrica**

EPEC exigirá la fianza personal y solidaria de un propietario (con escritura de dominio) y titular del servicio eléctrico. A tal efecto el garante debe presentarse con escritura de la propiedad, recibo del servicio de energía eléctrica y DNI (Decreto Ley 5467/88). En caso de no contar con el mismo, podrá hacer un depósito en garantía.

## **Trámite de Presupuesto de carga total**

Edificios, complejos edilicios, predios con más de dos (2) conexiones eléctricas, además de los requisitos ya citados, presentar planos conforme a obra visados por la Municipalidad, o plano de relevamiento, acotado y firmado por profesional, para edificios de hasta seis (6) unidades.

## **Recomendaciones para agilizar su trámite**

- El trámite es personal. Los terceros que tramiten en nombre del titular deberán estar debidamente habilitados por autoridad competente.
- Todo trámite se verá facilitado con la presentación de una factura/recibo anterior de la propiedad o inmueble vecino.

## **Categoría Edificios**

### *Requisitos técnicos para cumplimentar*

Para que nuestros operarios puedan concretar la conexión, su acometida deberá cumplir con las especificaciones técnicas correspondientes.

Compruebe que su instalación se ajuste a los requerimientos indicados en la **Especificación Técnica Nro 21 (E.T. 21)** y Resolución Nro 11/2018 de ERSEP.

Al respecto, nos permitimos recordarle algunos detalles que deberá cumplimentar para posibilitar el conexionado.

A- Identifique con pintura el número de propiedad en el frente de esta, o en la caja del medidor.

B- La caja del medidor (**MN127B para servicio monofásico o MN 128B para servicio trifásico**) debe ser instalada entre los 0,70 m (borde inferior) y 1,5 m (borde superior) con relación al nivel de vereda.

C- **La instalación interna deberá disponer de un tablero de protección ubicado a una distancia no mayor a 2 m de la caja de medidor.**

D- Si en el momento de la conexión del suministro, el inmueble afectado se encontrase deshabitado, el conexionado se efectivizará sólo en los casos en que la totalidad de los elementos de la acometida, incluido el tablero de protección posterior al medidor, puedan ser inspeccionados por nuestros operarios, quienes dejarán una oblea autoadhesiva que indica "Servicio Conectado".

E- **Si la red de distribución es subterránea, verifique la existencia de la caja de fusibles (MN 133), e informe de la situación al personal que recepte su trámite.**

F- Evite demoras y gastos adicionales, construya o haga inspeccionar el punto de medición por electricistas con experiencia en instalaciones reglamentadas por EPEC.

#### **5.11. Certificado de Instalación Eléctrica Apta. Resolución General ERSeP 49/2016- Anexo III- modificado por la Resolución General ERSeP N° 17/2021**

Las definiciones que se fijan en la Resolución General 49/2016 del ERSeP, modificada por la Resolución General ERSeP N° 17/2021, son:

**Suministro eléctrico:** es la provisión de energía eléctrica al usuario.

Instalación del usuario: instalación eléctrica bajo responsabilidad del usuario del servicio eléctrico, según lo dispuesto por el Reglamento de Comercialización de la Energía Eléctrica de EPEC o el Reglamento de Suministros aplicable por las Cooperativas Concesionarias (ANEXO VIII del Contrato de Concesión del Servicio Público de Distribución de Energía), según corresponda, el o los que lo/s modifique/n o reemplace/n.

Punto de Conexión y Medición: conjunto de materiales, elementos, equipos eléctricos y su respectivo montaje, cuyo objeto es permitir la conexión de la instalación del usuario con la red de distribución y realizar la medición del consumo eléctrico del mismo.

Instalación nueva: es toda instalación del usuario que pretenda vincularse por primera vez a la red de distribución de energía eléctrica.

Instalación existente: es toda instalación eléctrica del usuario que pretenda vincularse a la red de distribución de energía eléctrica y que haya contado con suministro eléctrico en forma previa o que, sin haber contado con suministro eléctrico en forma previa, haya sido construida o su construcción se haya iniciado antes de la fecha definida por el Artículo 1º de la Resolución General ERSeP N° 46/2017 (01 de diciembre de 2017).

Instalación de uso circunstancial y de carácter provisorio: es toda instalación del usuario que pretenda vincularse a la red de distribución de energía eléctrica y que pertenezca a obras en construcción, exposiciones, puestos ambulatorios y toda otra de similares características.

Tablero principal del usuario: es aquel al que, en caso de usuarios alimentados en baja tensión, acomete la línea proveniente del medidor y del cual se derivan las líneas seccionales de la instalación interna del usuario, diferente de la caja para las protecciones de salida del medidor que pudieran existir según las especificaciones técnicas aplicables para puntos de conexión y medición en baja tensión.

Puesta a tierra de protección (del usuario) (3.17 norma IRAM 2281-1): es la puesta a tierra (PAT) de un punto no perteneciente al circuito de servicio u operación de la distribuidora, que es necesaria para proteger personas, animales y bienes de los efectos dañinos de la corriente eléctrica, o para fijar un potencial de referencia.

Puesta a tierra de servicio (de la distribuidora) (3.18 norma IRAM 2281-1): es la puesta a tierra (PAT) de un punto del circuito de servicio u operación de la distribuidora que es necesaria para el funcionamiento normal de aparatos, máquinas e instalaciones.

Puesta a tierra contra descargas atmosféricas (del usuario) (3.19 norma IRAM 2281-1): es la puesta a tierra de una parte o pieza conductora destinada a transmitir a tierra corrientes de rayos u otras descargas atmosféricas.

Suministro definitivo: es el suministro eléctrico conectado a instalaciones nuevas o existentes, luego del cumplimiento de todos los requisitos técnicos y comerciales que están a cargo del usuario, que no revista la condición de suministro transitorio.

Suministro transitorio: es el suministro eléctrico de carácter no permanente conectado a instalaciones de uso circunstancial y de carácter provisorio, luego del cumplimiento de todos los requisitos técnicos y comerciales que están a cargo del usuario.

El “Certificado de Instalación Eléctrica Apta” deberá ser extendido por todo Electricista Habilitado en los siguientes casos:

- a) Instalaciones eléctricas nuevas;
- b) Instalaciones eléctricas existentes:
  - 1) Anteriores a la entrada en vigencia de esta Ley que sean objeto de reanudación del servicio, en cuyo caso se exigirá que dichas instalaciones acrediten condiciones mínimas de seguridad, las que serán definidas oportunamente por la Autoridad de Aplicación;
  - 2) Que por su estado o situación impliquen un evidente riesgo para las personas, los bienes o el medio ambiente;
  - 3) De alumbrado público o señalización, según plazos previstos para el cumplimiento de la normativa definida, y
  - 4) Que sean objeto de modificaciones o ampliaciones.
- c) Instalaciones eléctricas de uso circunstancial y de carácter provisorio, tales como suministro de electricidad a obras en construcción, exposiciones, puestos ambulatorios y toda otra de similares características;
- d) Instalaciones de usuarios que internamente generen su propia energía eléctrica, vinculados a la red de distribución, y
- e) Todo otro tipo de instalación eléctrica que oportunamente pudiera definir la Autoridad de Aplicación.

El Certificado deberá ser extendido por triplicado (original para ser presentado por el solicitante del servicio ante la distribuidora, duplicado para quedar en poder del solicitante y triplicado para el instalador).

A partir de la respectiva entrada en vigencia de la Ley N° 10.281, las distribuidoras eléctricas del territorio provincial también deberán requerir el “Certificado de Instalación Eléctrica Apta”, extendido por “Instalador Electricista Habilitado” con incumbencias específicas a tales fines, en los casos de cambio de tarifa y/o aumento de potencia del suministro que impliquen la adecuación de las instalaciones de alimentación y protección del usuario, salvo que al momento del referido cambio de tarifa y/o aumento de potencia, la instalación eléctrica en cuestión cuente con certificado vigente ya presentado, acorde a las características de la misma, y no requiera de readecuaciones.

### **Conexión de suministros eléctricos correspondientes a instalaciones nuevas, modificaciones o ampliaciones:**

El Certificado de Instalación Eléctrica Apta deberá ser emitido por Instalador Electricista Habilitado con incumbencia específica acorde al tipo, tensión y potencia de la instalación, sin perjuicio del cumplimiento de las reglamentaciones y normas definidas por los colegios profesionales correspondientes u órganos equivalentes, en virtud de la categoría que revista el instalador interviniente. El referido certificado deberá presentarse obligatoriamente para la obtención de todo suministro eléctrico correspondiente a instalaciones nuevas.

Ante la conexión de suministros correspondientes a instalaciones nuevas como las descriptas en el alcance de este capítulo, deberá verificarse mínimamente el cumplimiento de los siguientes requisitos para el resguardo de la seguridad pública:

1) Las instalaciones eléctricas de dichos suministros deberán cumplir con la reglamentación de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) vigente, de acuerdo con el tipo de instalación.

En el caso que, por las características de la instalación a certificar, no exista una reglamentación técnica específica de AEA (Asociación Electrotécnica Argentina), a requerimiento del instalador interviniente el ERSeP determinará las condiciones técnicas que se deberán cumplir.

2) Los elementos que se utilicen para las instalaciones alcanzadas por este capítulo, debe estar identificados con el sello “S”, según el régimen de la Resolución MP-SC N° 169/2018 o la norma que la complemente, modifique o reemplace, y conforme a las normas IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación) o IEC (International Electrotechnical Commission) correspondientes, en los casos que ello resulte aplicable.

### **Revisión de las instalaciones**

Será responsabilidad del usuario, para su propio resguardo, controlar periódicamente la instalación eléctrica interior para la que solicita el suministro definitivo, mediante una

inspección realizada por Instalador Electricista Habilitado con incumbencia específica, considerando los siguientes períodos para su realización:

- a) Viviendas unifamiliares o unidades de vivienda en propiedad horizontal: cada 5 años.
- b) Inmuebles destinados a oficinas, actividad comercial o industrial, e instalaciones eléctricas comunes en edificios de propiedad horizontal: cada 3 años.
- c) Lugares o locales de pública concurrencia, alumbrado público, cartelería y señalización: cada 2 años.
- d) Inmuebles o locales que presentan riesgo de incendio o explosión: cada año.

Los períodos indicados podrán diferir según requerimientos específicos que fije la autoridad de aplicación que regule el uso o destino de cada establecimiento en particular.

### **Conexión de suministros correspondientes a pequeñas instalaciones existentes**

Comprende los suministros definitivos que se otorguen para instalaciones existentes e instalaciones existentes de usuarios que internamente generen su propia energía eléctrica y se vinculen a la red de distribución, para todos los casos, a partir de la correspondiente entrada en vigencia, tanto cuando ocurra por primera vez, como cuando suceda con posterioridad y en un plazo mayor de dos (2) años contados desde que se acreditó el previo cumplimiento de la Ley, siempre que dichas instalaciones sean destinadas a vivienda unifamiliar y/o pequeñas instalaciones comerciales o industriales, en todos los casos en baja tensión y con potencia máxima no mayor a diez kilowatt (10 kW).

### **Requisito obligatorio para la conexión de suministros**

Sin perjuicio del cumplimiento de la normativa y/o procedimientos vigentes en cada jurisdicción, respecto de las habilitaciones y/o inspecciones de obra que las autoridades competentes pudieran exigir, se deberá presentar ante la distribuidora el Certificado de Instalación Eléctrica Apta, de conformidad con el punto 3 de este capítulo, como condición para que la misma otorgue el suministro. El Certificado de Instalación Eléctrica Apta deberá ser emitido por Instalador Electricista Habilitado con incumbencia específica acorde al tipo, tensión y potencia de la instalación, sin perjuicio del cumplimiento de las reglamentaciones y normas definidas por los colegios profesionales correspondientes u órganos equivalentes, en virtud de la categoría que revista el instalador interviniente. El referido certificado deberá presentarse obligatoriamente para la reanudación de todo suministro eléctrico correspondiente a las instalaciones existentes.

Ante la conexión de suministros correspondientes a instalaciones existentes de características como las descritas en el alcance de este capítulo, deberá verificarse mínimamente el cumplimiento de los siguientes requisitos para el resguardo de la seguridad pública:

- 1) El tablero principal del usuario debe ser aislado, cumpliendo con el concepto de doble aislación.
- 2) Los tableros del usuario deben poseer un grado de protección (IP) de acuerdo con el lugar y medio ambiente en donde se hallen emplazados.
- 3) Se debe restringir el acceso a partes bajo tensión eléctrica, para evitar contactos accidentales con estas piezas energizadas.
- 4) Se debe instalar un sistema TT de puesta a tierra de protección que cumpla los requisitos de la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) en vigencia y las normas IRAM 2281-2 y 2281-3.
- 5) Se debe conectar a la tierra de protección (para equipotencialización) todas las partes conductoras.
- 6) Se debe instalar en el tablero principal del usuario un interruptor automático de maniobra con protección contra sobrecarga y cortocircuito para cada circuito eléctrico, con interrupción de fase/s y neutro, como así también un interruptor automático por corriente diferencial de fuga acorde al punto 3.7.
- 7) En el caso de instalaciones que posean únicamente tablero principal del usuario, se deberá instalar en el mismo un interruptor automático por corriente diferencial de fuga menor o igual a 30mA, debidamente protegido contra sobrecarga y cortocircuito.
- 8) En el tablero principal del usuario se prohíbe la utilización de fusibles para la protección de líneas seccionales y/o circuitos.
- 9) Los elementos enumerados precedentemente, utilizados en las instalaciones alcanzadas por este capítulo, deben estar identificados con el sello “S”, según el régimen de la Resolución MP-SC N° 169/2018, y conforme a las normas IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación) o IEC (International Electrotechnical Commission) correspondientes, en los casos que ello resulte aplicable.
- 10) Se debe verificar la correcta instalación de las canalizaciones, conductores, tomacorrientes y bocas en general. Asimismo, debe verificarse visualmente que la totalidad de los tomacorrientes se encuentren en buenas condiciones y sean de tres patas planas (bajo norma IRAM 2071 o los que pudieran corresponder ante el reemplazo o modificación de dicha norma),



que las bocas en general estén correctamente cerradas y que no existan cables a la vista; todo ello, mínimamente.

### **Revisión de las instalaciones**

Será responsabilidad del usuario, para su propio resguardo, la verificación del total de la instalación eléctrica interna del inmueble para el que requiere el suministro definitivo según la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) vigente.

Además, será responsabilidad del usuario realizar una inspección periódica llevada a cabo por Instalador Electricista Habilitado con incumbencia específica, según plazos previstos en el apartado 4 del Capítulo II.

### **Conexión de suministros correspondientes a instalaciones existentes mayores o de características especiales**

#### **1. Alcance**

Esta parte del reglamento comprende los suministros definitivos que se otorguen para instalaciones existentes e instalaciones existentes de usuarios que internamente generen su propia energía eléctrica y se vinculen a la red de distribución, para todos los casos, a partir de la correspondiente entrada en vigencia, tanto cuando ocurra por primera vez, como cuando suceda con posterioridad y en un plazo mayor de dos (2) años contados desde que se acreditó el previo cumplimiento de la Ley, siempre que dichas instalaciones sean destinadas a usos diferentes o con nivel de tensión y/o potencia máxima superior que los prescriptos en el Capítulo III.

#### **2. Requisito obligatorio para la conexión de suministros**

Sin perjuicio del cumplimiento de la normativa y/o procedimientos vigentes en cada jurisdicción, respecto de las habilitaciones y/o inspecciones de obra que las autoridades competentes pudieran exigir, se deberá presentar ante la distribuidora el Certificado de Instalación Eléctrica Apta, de conformidad con el punto 3 de este capítulo, como condición para que la misma otorgue el suministro. El Certificado de Instalación Eléctrica Apta deberá ser emitido por Instalador Electricista Habilitado con incumbencia específica acorde al tipo, tensión y potencia de la instalación, sin perjuicio del cumplimiento de las reglamentaciones y normas definidas por los colegios profesionales correspondientes u órganos equivalentes, en virtud de la categoría que revista el instalador interviniente.

El referido certificado deberá presentarse obligatoriamente para la reanudación de todo suministro eléctrico correspondiente a las instalaciones existentes consideradas en el presente capítulo.

### **3. Requisitos técnicos para la conexión de suministros**

Ante la conexión de suministros correspondientes a instalaciones existentes de características como las descritas en el alcance de este capítulo, deberá verificarse mínimamente el cumplimiento de los siguientes requisitos para el resguardo de la seguridad pública:

3.1) Los requisitos técnicos de los tableros eléctricos (tipo de aislamiento y grados de protección), las condiciones de restricción de la instalación respecto del acceso a partes bajo tensión eléctrica (para evitar contactos accidentales con piezas energizadas), el sistema de puesta a tierra de protección y conexión de las partes conductoras de los elementos de la instalación eléctrica que en condiciones normales no se encuentren bajo tensión eléctrica, la instalación de los dispositivos de maniobra y protección contra sobrecarga y cortocircuito para cada línea y/o circuito eléctrico, y la instalación de las protecciones por corriente diferencial de fuga que corresponda, deberán cumplir con las disposiciones al respecto de la reglamentación de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) y las normas IRAM en vigencia que corresponda, acorde al nivel de tensión, potencia máxima, destino, uso y/o características de la instalación.

3.2) Los elementos contemplados en la enumeración precedente, utilizados en las instalaciones alcanzadas por este capítulo, deben estar identificados con el sello “S”, según el régimen de la Resolución MP-SC N° 169/2018, y conforme a las normas IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación) o IEC (International Electrotechnical Commission) correspondientes, en los casos que ello resulte aplicable.

3.3) Se debe verificar la correcta instalación de las canalizaciones, conductores, tomacorrientes y bocas en general. Asimismo, debe verificarse visualmente que la totalidad de los tomacorrientes se encuentren en buenas condiciones, que las bocas en general estén correctamente cerradas y que no existan cables a la vista; todo ello, mínimamente.

3.4) En el caso que, por las características de la instalación a certificar, no exista una reglamentación técnica específica de AEA (Asociación Electrotécnica Argentina), a requerimiento del instalador interviniente el ERSeP determinará las condiciones técnicas que se deberán cumplir.

### **4. Revisión de las instalaciones**

Será responsabilidad del usuario, para su propio resguardo, realizar la verificación del total de la instalación eléctrica interna para la que requiere el suministro definitivo, según la reglamentación correspondiente de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) en vigencia. Además, será responsabilidad del usuario realizar una inspección periódica llevada a cabo por Instalador Electricista Habilitado con incumbencia específica, según plazos previstos en el apartado 4 del Capítulo II.

### **Conexión de suministros correspondientes a instalaciones de uso circunstancial y de carácter provisorio**

El Certificado de Instalación Eléctrica Apta deberá ser emitido por Instalador Electricista Habilitado con incumbencia específica acorde al tipo, tensión y potencia de la instalación, sin perjuicio del cumplimiento de las reglamentaciones y normas definidas por los colegios profesionales correspondientes u órganos equivalentes, en virtud de la categoría que revista el instalador interviniente.

El referido certificado deberá presentarse obligatoriamente para la obtención de todo suministro eléctrico correspondiente a las instalaciones consideradas en el presente capítulo, como así también para mantener el suministro cada vez que se efectúe su revisión en forma periódica.

#### **Requisitos técnicos para la conexión de suministros:**

- 1) Todos los gabinetes y tableros, de los pilares de acometida y del usuario, poseerán un cierre de seguridad que dificulte su apertura por terceros no autorizados, de manera que resulte necesario para su cierre y apertura el uso de una herramienta especial (codificada o no).
- 2) El tablero principal del usuario debe ser aislado, cumpliendo con el concepto de doble aislación.
- 3) Los tableros del usuario deben poseer un grado de protección (IP) de acuerdo con el lugar y medio ambiente en donde se hallen emplazados.
- 4) Se debe restringir el acceso a partes bajo tensión eléctrica, para evitar contactos accidentales con estas piezas energizadas.
- 5) Se debe instalar un sistema TT de puesta a tierra de protección.
- 6) Se debe conectar a la tierra de protección (para equipotencialización) todas las partes conductoras.
- 7) Se debe instalar en el tablero principal del usuario un interruptor automático de maniobra con protección contra sobrecarga y cortocircuito para cada circuito eléctrico, con interrupción

de fase/s y neutro, como así también un interruptor automático por corriente diferencial de fuga acorde al punto 3.8.

8) En el caso de instalaciones que posean únicamente tablero principal del usuario, se deberá instalar en el mismo un interruptor automático por corriente diferencial de fuga menor o igual a 30mA debidamente protegido contra sobrecarga y cortocircuito.

9) En el caso de tratarse de instalaciones temporales y portátiles, tales como las utilizadas para alimentar equipos de consumo en ferias, circos, parques de diversión y toda otra de similares características, para la conexión de los equipos de consumo se utilizarán tableros seccionales, ubicados a la menor distancia posible de los puntos de consumo, en zonas de acceso restringido, debiendo cumplirse con los requisitos definidos en el punto 3.8 precedente.

10) Los elementos que se utilicen en las instalaciones alcanzadas por este capítulo, deben estar identificados con el sello “S”, según el régimen de la Resolución MP-SC N° 169/2018<sup>3</sup>, y conforme a las normas IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación) o IEC (International Electrotechnical Commission) correspondientes, en los casos que ello resulte aplicable.

11) Se debe verificar la correcta instalación de las canalizaciones, conductores, tomacorrientes y bocas en general. Asimismo, debe verificarse visualmente que la totalidad de los tomacorrientes se encuentren en buenas condiciones y que las bocas en general estén correctamente cerradas; todo ello, mínimamente.

12) Cuando una instalación encuadrada en este capítulo fuera mayor o de características especiales, los requisitos técnicos de los tableros eléctricos (tipo de aislamiento y grados de protección), las condiciones de restricción de la instalación respecto del acceso a partes bajo tensión eléctrica (para evitar contactos accidentales con piezas energizadas), el sistema de puesta a tierra de protección y conexión de las partes conductoras de los elementos de la instalación eléctrica que en condiciones normales no se encuentren bajo tensión eléctrica, la instalación de los dispositivos de maniobra y protección contra sobrecarga y cortocircuito para cada línea y/o circuito eléctrico, y la instalación de las protecciones por corriente diferencial de fuga que corresponda, deberán cumplir con las disposiciones al respecto de la reglamentación de la AEA (Asociación Electrotécnica Argentina) y las normas IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación) en vigencia que corresponda, acorde al nivel de tensión, potencia máxima, destino, uso y/o características de la instalación. En el caso que, por las características de la instalación a certificar, no exista una reglamentación técnica

---

<sup>3</sup> Actualmente resolución N° 836/19- del Ministerio de Desarrollo Productivo (ex ministerio de producción y trabajo secretaria de comercio interior)

específica de AEA (Asociación Electrotécnica Argentina), a requerimiento del instalador interviniente el ERSeP determinará las condiciones técnicas que se deberán cumplir.

#### Requerimiento de revisión de las instalaciones

El usuario al que se le otorgue la conexión a la red de distribución mediante un suministro transitorio deberá controlar anualmente sus instalaciones de uso circunstancial y de carácter provisorio mediante una inspección llevada a cabo por Instalador Electricista Habilitado con incumbencia específica, debiendo presentar el respectivo Certificado de Instalación Eléctrica Apta ante la distribuidora para mantener el suministro eléctrico en las condiciones descriptas.

### **PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA MÁXIMA DE PEQUEÑAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EXISTENTES**

Mediante el Anexo IV de la Resolución General N° 17/2021, se establece el siguiente procedimiento:

#### **1. Potencia aparente total de la instalación**

Se considerará una potencia de 25 VA por cada boca de iluminación, 240 VA por cada boca de tomacorrientes y la potencia real de cada carga para todo equipamiento (máquina, equipo, artefacto) que tenga ubicación permanente en el sitio de la boca de conexión (ya sea ejecutada como conexión directa o mediante tomacorrientes), cuya potencia fuera igual o superior a los 500 VA.

#### **2. Potencia aparente máxima de la instalación**

Sobre el valor de la potencia aparente total obtenida según el punto anterior, se podrá aplicar un coeficiente mínimo de 0,8 (80%), de modo de obtener así la potencia aparente máxima de la instalación.

#### **3. Potencia máxima de la instalación**

La potencia máxima de la instalación, a ser declarada en la respectiva certificación y que determinará la posibilidad de intervención de los Instaladores Electricistas Habilitados, acorde a sus incumbencias, se determinará considerando adicionalmente un factor de potencia no inferior a 0,85.

#### **4. Consideraciones especiales**

La potencia máxima obtenida a partir del presente procedimiento constituye el valor mínimo de referencia para la instalación y resultará aplicable siempre que no corresponda emplear otro método que arroje resultados mayores.

## **5.12. Armado del Certificado Técnico para instalaciones nuevas, modificaciones o ampliaciones**

### **Procedimiento para la administración de Certificados de Instalación Eléctrica Apta**

Todo Certificado de Instalación Eléctrica Apta emitido por Instalador Electricista Habilitado, independientemente de las características de la instalación y de la categoría del instalador electricista interviniente, deberá contar con un “Código Único de Identificación”.

El Código Único de Identificación de una instalación contendrá datos relativos a la identificación del instalador electricista interviniente, su categoría y el tipo de instalación a la que corresponde. El mismo se genera en forma automática por medio de la aplicación para Certificación de Instalaciones Eléctricas al finalizar el certificado.

### **Obtención del Código Único de Identificación de la instalación**

El Código Único de Identificación será generado en forma automática por medio de la aplicación para Certificación de Instalaciones Eléctricas al finalizar el Certificado de Instalación Eléctrica Apta a favor del usuario o solicitante.

2) Para la obtención del Código Único de Identificación, el Instalador Electricista Habilitado deberá ingresar la información (documentos) que digitalmente se requiera, por medio del formulario que a tales fines se disponga, la que quedará almacenada como respaldo en la base de datos respectiva, administrada por el ERSeP. La referida información estará relacionada con el instalador interviniente (número de inscripción, datos personales, categoría, etc.) y de la instalación certificada (características técnicas del suministro en general, propietario o solicitante, nivel de tensión, potencia máxima, dirección y localidad o ciudad).

## **5.13. Instructivo para generar un Certificado de Instalación Eléctrica Apta (éste es el procedimiento que realiza el electricista habilitado, navegando por la plataforma del ERSEP para generar el certificado que le solicita el usuario)**

- El Instalador Electricista Habilitado debe ser Ciudadano Digital Nivel 2.
- Ingresar a <https://cidi.cba.gov.ar/Cuenta/Login>.
- Seleccionar el icono Certificación Instalación Eléctrica.
- Seleccionar Formularios desde la barra de menú.
- Desde la pantalla Formularios, se pueden realizar dos operaciones:

- Generar un certificado nuevo, o
- Consultar un certificado emitido
- Si se seleccionó generar un certificado nuevo, hay 2 opciones posibles:
  - INSTALACIONES EXISTENTES E INSTALACIONES PARA SUMINISTRO TRANSITORIO
  - INSTALACIONES NUEVAS, MODIFICACIONES O AMPLIACIONES
- Seleccionando la opción correspondiente a la certificación que deseo realizar se ingresa al certificado.

## PANTALLA 1

- Cargar los datos del propietario de la instalación/ solicitante del certificado (puede buscarse por número de CUIL o cargarse manualmente).
- Cargar los datos del inmueble para el que se extiende el certificado:
  - ✓ Estos datos deben coincidir exactamente con los datos del inmueble para el que se solicitará el servicio ante la Distribuidora Eléctrica.
  - ✓ En caso de que el piso y departamento no existan, se puede cargar un guion (-) o cero (0).
  - ✓ Cuando se trate de un departamento o vivienda en general que en el domicilio para el que se solicitará el servicio es planta baja (PB), planta alta (PA) o similar, en piso debe indicarse de esa manera.
  - ✓ Cuando se trate de un departamento o vivienda en general que en el domicilio para el que se solicitará el servicio es frente (Fte.), fondo (Fdo.), o similar, en departamento debe indicarse de esa manera.
  - ✓ En caso de tratarse de un departamento correspondiente a un complejo de múltiples torres, en piso debe indicarse tanto el número de piso como el número de torre (por ejemplo: "Piso 1º - Torre II").
- Seleccionar el Tipo de Instalación Certificada.
- Seleccionar la Finalidad de la Instalación Certificada
- Seleccionar qué se certifica.
- Seleccionar Tensión y Potencia.

De acuerdo a la selección de los puntos anteriores se despliega las Condiciones a Verificar.

**NOTA 1:** en caso de tratarse de un certificado emitido por profesional o técnico matriculado en el colegio correspondiente, resulta obligatorio consignar el número de expediente bajo el cual fue registrada ante dicho colegio la obra certificada.

**NOTA 2:** es indispensable que se certifique la instalación del Usuario y el punto de conexión y medición. Para certificar Solo la instalación del Usuario deberá haber otro certificado emitido por el mismo o por otro electricista verificando el punto de conexión y medición. La Distribuidora Eléctrica no deberá otorgar conexiones si se certifica solo el punto de conexión y medición, y no presentando certificación de la instalación del Usuario.

## **PANTALLA 2**

- Descripción de la Instalación (Puede redactar en el cuadro disponible limitado en 500 caracteres o adjuntar la correspondiente documentación en la siguiente pantalla. Puede realizar ambas acciones).
- Listado de Materiales de la Instalación Certificada (Puede agregar los materiales en forma individual o adjuntar la documentación correspondiente en la siguiente pantalla. Puede realizar ambas acciones).

## **PANTALLA 3**

- DOCUMENTACIÓN REQUERIDA (Se debe adjuntar en formato .pdf o .jpg.):
  - ✓ Descripción de la Instalación.
  - ✓ Esquema unifilar del/de los tablero/s de la instalación certificada.
  - ✓ Vista en planta de la instalación certificada.
  - ✓ Materiales de la instalación certificada.
  - ✓ Fotografías de la Instalación.
  - ✓ Acreditación instalación existente según Resolución general n° 54/2018 (Solo en caso de certificar instalación existente según resolución 54/2018)

**NOTA:** en caso de tratarse de un certificado emitido por profesional o técnico matriculado en el colegio correspondiente, solo resulta de carga obligatoria la Descripción de la instalación.

- OBSERVACIONES (Campo disponible para realizar alguna observación si el Instalador lo considera necesario).
- Luego de completar la carga de todos los datos debe hacer click en el botón FINALIZAR.
- El sistema muestra el siguiente mensaje de confirmación: “Recuerde que se generará un certificado APTO y al confirmar no podrá seguir editando. ¿Está seguro que desea enviar este formulario?”. Debe recordarse que, si no se cumplieron la totalidad de las condiciones a verificar o no se adjuntó la totalidad de la documentación requerida, el certificado puede ser No Apto, y no podrá gestionarse la conexión del servicio ante la Distribuidora Eléctrica.
- Si confirma, se genera una vista en pantalla del certificado emitido, apareciendo un botón



para imprimirlo en un documento en formato .pdf.

- El documento en formato .pdf puede ser descargado, de manera de imprimirlo en papel para suministrarlo al solicitante y/o a la Distribuidora Eléctrica debidamente firmado y dentro de lo posible sellado.

#### **5.14. Competencia de Instaladores Electricistas Habilitados “Categoría III”: Instalaciones Eléctricas Permitidas y Prohibidas.**

El Decreto Reglamentario 1022 de la Ley 10281 limita el alcance de los instaladores de categoría III, indicando en su art. 4° que están habilitados para intervenir en instalaciones domiciliarias destinadas a vivienda unifamiliar, como también en pequeñas instalaciones comerciales o industriales, en todos los casos en Baja Tensión y con potencia máxima de 10kW.

Además, en la Resolución General ERSeP 50/2017, “ARTÍCULO 5°: SE ESTABLECE que, en lo relativo a las previsiones del Decreto Provincial N° 1022/2015, artículo 4° de su Anexo Único, los instaladores electricistas registrados bajo la Categoría III podrán certificar solo instalaciones correspondientes exclusivamente a viviendas unifamiliares, como así también a pequeñas instalaciones comerciales o industriales, en todos los casos en baja tensión y siempre que la potencia máxima no sea mayor a diez kilowatt (10 kW), en concordancia con los alcances de la “Guía AEA - Instalaciones Eléctricas en Inmuebles hasta 10 kW”, excepto lo contemplado en su “Anexo - Inmuebles que no son vivienda: Locales de Otras Características”. ”

Las instalaciones que, por su tipología, tienen tratamiento especial, ya sea por tener una clasificación específica (como las instalaciones en atmósferas explosivas, en locales para usos médicos, en lugares y locales de pública concurrencia, etc.), o bien por poseer condiciones de utilización especiales (capacidad BA3, condiciones de evacuación BD2, BD3o BD4, naturaleza de materiales BE2, BE3 o BE4, etc.) no pueden ser intervenidas bajo responsabilidad de instaladores electricistas de categoría III, aún si estuvieran dentro del límite de baja tensión y potencia de hasta 10kW.

También quedan fuera del alcance de instaladores de categoría III las instalaciones sometidas a influencias externas (temperatura ambiente, humedad atmosférica, vibración, radiación solar, etc.) extremas.

NOTAS MUY IMPORTANTES: A. Si algún caso particular no se encuentra mencionado explícitamente en alguno de los listados siguientes, debe considerarse comprendido en el listado en que esté mencionado otro local o instalación asimilable. Por ejemplo, un local de venta de panchos, constituido en un pequeño local con una ventana de atención a la vereda, será asimilable a kiosco; una fábrica de artículos de cerámica será asimilable a fábrica de macetas de arcilla, etc. B. Además de estar listada como “permitida” para su certificación por

instaladores habilitados de categoría III, debe verificarse, en cada caso particular, si la instalación a certificar está dentro de la competencia de esa categoría, tanto en lo que respecta a las limitaciones de potencia (hasta 10kW) como de nivel de tensión (baja tensión), además de verificar que no pertenezca a las instalaciones en locales de Pública Concurrencia, según sección 718 de parte 7 de AEA 90364.

## **1- INSTALACIONES PERMITIDAS**

### **1-a HABITACIONALES**

- a. Viviendas (casas y deptos.)
- b. Instalaciones para suministro transitorio (“luz de obra”) exclusivamente destinadas a construcción de vivienda unifamiliar, o para construcción de pequeñas instalaciones (hasta 10kW) de locales comerciales o industriales.

### **1-b COMERCIALES**

- a. Almacenes (en pequeñas superficies, comercio de venta de artículos comestibles y de limpieza).
- b. Kioscos.
- c. Rotiserías.
- d. Locales de venta de ropa.
- e. Locales de venta de materiales varios, no inflamables (repuestos de autos, librerías, bulonerías, almacenes, bicicleterías, venta de accesorios para mascotas).
- f. Comercio de venta de bienes muebles o consumibles, no inflamables (\*).
- g. Locales de cobro de bienes y servicios.
- h. Locales de quiniela y similares.
- i. Estacionamientos techados (en edificios de mampostería o construcción tradicional).
- j. Concesionarios de venta de automóviles, motocicletas, lanchas, camiones, etc.
- k. Corralones de venta de áridos, mosaicos, y materiales varios de construcción (no inflamables).
- l. Gomerías.
- m. Viveros.
- n. Instalaciones para alimentación de foods trucks, carros de venta de choripán, lomitos, churros, y similares.
- o. Estudios jurídicos, contables y similares, excluidos de la categorización de “Pública Concurrencia”.
- p. Salones de peluquerías, o similares.

(\*) entiéndase por bienes muebles a aquellos que pueden trasladarse fácilmente de un sitio a otro, por fuerza propia o medios externos, manteniendo su integridad y la del inmueble en el que se hallan depositados. Entiéndase por “consumibles” a aquellos bienes que son utilizados directamente por el consumidor, sin destinarse a la creación de otros bienes o servicios.

#### **1-c INDUSTRIALES**

- a. Fábrica de cerveza artesanal, helados o alimentos en general.
- b. Talleres de costura.
- c. Fábrica de elementos derivados de la tela, cuero y/o plástico, como arneses de seguridad, ropa, tapicería, zapatos, etc.
- d. Establecimientos de cría de ganado vacuno, ovino y porcino.
- e. Fábricas de macetas de arcilla.
- f. Panaderías.
- g. Imprentas.
- h. Tornerías, fábrica de aberturas metálicas, talleres de plegado de chapas.

#### **2- INSTALACIONES PROHIBIDAS**

- a. Alumbrado público de cualquier tipo, o similares bajo columna de alumbrado en sitios de acceso público.
- b. Sistemas destinados a alimentación de equipamiento electrónico a la intemperie, tales como cámaras de CCTV en la vía pública, amplificadores de señal de TV ubicados en postes en vía pública, equipos de propalación de audio para ferias, actos o similares, sistemas de publicidad mediante pantallas de LED o similares, antenas de wifi ubicadas a la intemperie en espacios públicos, etc. Esta prohibición se mantiene aún en casos donde los equipos no tienen acceso del público por estar ubicados en altura u otras condiciones.
- c. Locales donde haya espectáculos públicos (pubs, resto bar).
- d. Locales bailables.
- e. Locales de venta y/o con depósito de materiales inflamables (estaciones de servicio, pinturerías, ferreterías, locales de pirotecnia) o explosivos. Incluye locales con acumulación de polvos inflamables o combustibles (polvo de azúcar, granos, carbón, almidón de maíz, etc.)
- f. Locales húmedos, lavaderos de autos y similares.

- g. Locales con riesgo de corrosión (ya sea por vapores o atmósfera, como por ejemplo ambientes de alta salinidad).
- h. Locales con baterías de acumuladores.
- i. Locales con muy alta o muy baja temperatura. Menor a  $(-5^{\circ}\text{C})$  o mayor a  $(+ 40^{\circ}\text{C})$ .
- j. Instalaciones para puestos ambulantes no alimentados en forma individual o ferias.
- k. Gimnasios, clubes, estadios, canchas de deportes.
- l. Spas, salones de belleza. m. Salas de juegos.
- m. Talleres mecánicos de reparación de vehículos.
- n. Talleres de pintura de vehículos, embarcaciones o similares.
- o. Tambos y plantas de silos.
- p. Instalaciones eléctricas de zonas comunes y servicios generales de edificios de propiedad horizontal.
- q. Bibliotecas, centros de enseñanza, escuelas.
- r. Clínicas, centros de salud, ambulatorios.
- s. Laboratorios.
- t. Consultorios médicos, odontológicos o similares.
- u. Locales en sótanos con acceso de público.
- v. Veterinarias.
- w. Piscinas.
- x. Pinturerías.
- y. Instalaciones para suministro transitorio (“luz de obra”) destinado a construcción de edificios de departamentos, locales u otros en propiedad horizontal, o para construcción de comercios o industrias mayores a 10kW.

## **MÓDULO VI**

### **GENERACIÓN DISTRIBUIDA**

#### **6.1. ¿Qué es la Generación Distribuida?**

Es la energía eléctrica generada mediante fuentes renovables en el mismo punto de consumo por parte de los usuarios conectados a la red eléctrica de distribución.

La generación distribuida se produce generalmente a través de sistemas dimensionados para autoconsumo con eventual inyección de excedentes de energía a la red existente de distribución. Los usuarios que adoptan esta modalidad de generación tienen la capacidad para producir energía eléctrica, permaneciendo a su vez conectados al suministro que les brinda la red eléctrica de distribución.

Este es el modelo adoptado en nuestro país por la Ley N° 27.424.

Las energías renovables mas difundidas y habitualmente usadas son fotovoltaica y eolica

#### **6.2. Tipos de Instalaciones de Generación Distribuida.**

##### **6.2.1. Eólica**

La energía eólica es la energía que se obtiene a partir del soplado del viento; las fuertes corrientes de aire transforman la energía en otras expresiones muy útiles para llevar a cabo las diferentes actividades humanas.

##### **6.2.2. Energía solar fotovoltaica**

La energía solar fotovoltaica se basa en el principio de que la energía contenida en las partículas de luz (los fotones) puede ser convertida en electricidad. Esto se logra a través del denominado proceso de conversión fotovoltaica. A grandes rasgos lo que ocurre es que, mediante la utilización de un dispositivo especialmente diseñado a tal efecto, se obtiene electricidad gracias al efecto fotovoltaico de la luz solar. Generalmente estos dispositivos consisten en una lámina metálica semiconductora que recibe el nombre de célula fotovoltaica. Como resultado de este proceso de conversión fotovoltaica, se obtiene energía a bajas tensiones y en corriente continua. Posteriormente se utiliza un inversor para ser transformado en corriente alterna. Los aparatos donde se encuentran estas células fotovoltaicas se denominan paneles solares, que pueden ser usados para uso personal y/o familiar.

### 6.3. Componentes de una instalación de generación distribuida

#### ¿Qué es un panel fotovoltaico y cómo funciona?

El aprovechamiento de la radiación solar mediante paneles fotovoltaicos para la generación de electricidad puede ser realizada de diferentes maneras. La primera de ellas consiste en la instalación de sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica de distribución, también conocidos como sistemas “OnGrid”, los cuales interactúan directamente con la red, inyectando energía a la misma. Por otro lado, existen sistemas fotovoltaicos aislados u “Off-grid” que, al ser independientes de la red eléctrica, requieren la utilización de baterías para almacenar la energía eléctrica generada durante el día y disponer de la misma en horas sin sol.

Existe una tercera opción que es una combinación de ambos tipos de sistemas, en el cual, se gestiona la energía generada para maximizar el autoconsumo y disminuir la potencia requerida de la red. Adicionalmente, las baterías alimentan un circuito de emergencia para abastecer parte de la instalación en ocasiones donde la red falla. Estos sistemas se conocen como “Híbridos”.

En este caso, se profundiza en los sistemas “On-grid”.

El panel fotovoltaico es un conjunto de celdas fotovoltaicas interconectadas convenientemente encajadas y protegidas que constituye el módulo fotovoltaico.

Las células fotovoltaicas transforman la energía solar en electricidad en forma de corriente continua <sup>4</sup>, y ésta suele transformarse a corriente alterna para poder utilizar los equipos eléctricos y electrónicos que tienen las instalaciones.

El dispositivo que se encarga de la transformación de energía solar en electricidad se denomina inversor.

El inversor transforma la corriente continua en corriente alterna <sup>5</sup> con las mismas características que la de la red eléctrica a la que va a conectarse, controlando la uniformidad y calidad de la señal.

#### 6.3.1. Panel fotovoltaico y sus instalaciones

##### ***Partes de un panel fotovoltaico y sus instalaciones***

Las células se encapsulan en una resina, y se colocan entre dos láminas para formar los módulos fotovoltaicos. La lámina exterior es de vidrio y la posterior puede ser de plástico opaco o de vidrio, si se quiere hacer un módulo semitransparente.

---

<sup>4</sup> **Corriente continua:** corriente eléctrica que fluye en forma constante en una dirección, como la que fluye

en una linterna o cualquier otro aparato con baterías

<sup>5</sup> **Corriente alterna:** corriente eléctrica, en la que el flujo de electrones va y viene en ciclos constantes. La corriente que fluye por las líneas eléctricas y que se dispone en inmuebles en corriente alterna

Durante el transporte existe el riesgo que los módulos se dañen cuando no encajan correctamente o no existe un método de fijación apropiado. Los módulos deben ser manejados con precaución y según las instrucciones del fabricante, para evitar así la generación de macro y micro fisuras.

### 6.3.2. Tecnología en paneles fotovoltaicos

En el mercado se pueden encontrar 3 tipos de paneles fotovoltaicos:

Silicio monocristalino      Silicio policristalino      Celdas de capa delgada

| Monocristalino   | Policristalino   | Capa fina o delgada (flexible)   |
|--|--|--|
| Se reconoce a simple vista, ya que su superficie es uniforme. Expuestas a la luz Actúan como un espejo grisáceo. | Refleja la luz en forma no uniforme, pudiéndose observar las imperfecciones del cristal. Presentan una coloración azulada. | Como su nombre lo indica estas células no poseen una estructura<br><br>Cristalina. Son más económicos. Se usa línea de producción continua. (Paneles transparentes y flexibles). |
| Eficiencia: 18% - 22%  | Eficiencia: 14% - 17%  | Eficiencia: 8% - 12%   |

### 6.3.3. Conexión de paneles fotovoltaicos

Raramente se utiliza un único módulo fotovoltaico, ya que para lograr mayores potencias los módulos se interconectan entre sí.

Para convertir la corriente continua de los paneles fotovoltaicos en corriente alterna para un sistema conectado a red o un sistema aislado, es necesario hacer uso de uno o más equipos inversores. Dependiendo de la potencia de consumo requerida, esos equipos admitirán una mayor o menor tensión y corriente de entrada. Para obtener los valores requeridos de tensión y corriente es necesario conectar en serie o paralelo los paneles fotovoltaicos. El conexionado en serie suma las tensiones y el conexionado en paralelo suma las corrientes.

Varios paneles conectados en serie también se conocen internacionalmente como “cadena” (en inglés, “string”). De esta manera, una instalación puede estar formada por varias cadenas conectadas en paralelo.

### 6.3.4. Criterios que se tienen en cuenta para el diseño de Instalaciones Fotovoltaicas

Para el diseño se considera al menos lo siguiente:

- Condiciones del suelo o techo donde se ubicarán los soportes.



- Condiciones generales donde se vaya a ubicar.
- Espacio o superficie disponible en metro cuadrado (m<sup>2</sup>).
- Evaluación de posibles sombras.
- Orientación e Inclinación de los paneles fotovoltaicos.
- Radiación solar del lugar.
- Seguridad eléctrica
- Tipo de soporte para los paneles fotovoltaicos.
- Ubicación del recinto donde se instalará el sistema fotovoltaico.

### **Figura 201**

*En la actualidad existen múltiples aplicaciones que nos ayudan a dar la inclinación exacta de los paneles. En todos los casos vendrá determinada por proyecto.(SolarCT... etc)*

#### **6.3.5. Efecto sombra en los paneles fotovoltaicos**

La sombra provoca una inconsistencia de energía, si la productividad de un panel fotovoltaico baja demasiado debido a la sombra, el sistema que alimenta sufre fluctuaciones de energía, lo cual, puede dañar irremediablemente los accesorios que se utilizan, como el inversor de corriente o la batería.

| Efecto sombra negativo   | Efecto sombra positivo  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produce menos energía.</li> <li>• Aumenta la temperatura en el módulo afectado.</li> <li>• Reduce la vida útil y produce puntos calientes.</li> <li>• Disminución del rendimiento del sistema.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los conectores de salida regresan a su temperatura normal preparándose para volver a trabajar en su máxima capacidad.</li> <li>• Aumenta la productividad al tener un descanso.</li> <li>• Durante la noche puede recibir este beneficio.</li> </ul> |

**Tabla 69**

#### **6.3.6. Medidas de seguridad para el instalador**

La electricidad siempre fluye a través del camino que ofrezca la menor resistencia.

El cuerpo humano presenta poca resistencia a las corrientes eléctricas debido a su alto contenido de agua y electrólitos. Las siguientes condiciones se aprovechan de las buenas propiedades de conducción del cuerpo humano y pueden causar electrocución:

- El contacto con cables o alambres que no estén debidamente aislados.
- El contacto directo con cables eléctricos.
- Tocar un artefacto cargado con electricidad con las manos mojadas o mientras está parado en agua.
- El flujo de la corriente eléctrica corriendo a través del cuerpo puede causar quemaduras graves internas y externas.
- Los circuitos o equipos sobrecargados pueden causar incendios o explosiones, especialmente si ocurren en áreas donde se almacenan sustancias explosivas o inflamables.

#### **6.3.7. Vestimenta y Equipo de Protección Personal:**

- Protección para la cabeza, ojos y cara no conductora de electricidad.
- Ropa y guantes de goma.
- Zapatos o botas con suela de goma.
- El cabello largo debe estar tomado con gorros o redes.
- Usar ropa de algodón o ropa incombustible.

Los trabajadores deberán contar con equipos de protección personal (EPP) correspondiente a trabajos y descargas eléctricas. En los sistemas fotovoltaicos existe el riesgo de electrocución, quemaduras, etc., tanto en la parte de corriente continua como en la parte de corriente alterna. Por esta razón, se debe utilizar todos los elementos de protección y seguridad en todo momento durante la ejecución de la instalación fotovoltaica.

### **6.3.8. Medidas para minimizar los riesgos eléctricos**

- Se debe tener la conexión de todas las partes metálicas a tierra (aterrar).
- Señalizar mediante tarjetas de operación (No operar, Fuera de servicio, etc.), la condición de bloqueo, ver las normas vigentes y usar señales adecuadas.
- Verificar si los componentes están desenergizados a través de instrumentos de medición adecuados.
- Partes energizadas que no pueden ser desenergizadas deben ser tapadas (para evitar contacto accidental).
- Los módulos no se pueden desenergizar durante todo el día, por tanto, no se debe tocarlas partes que puedan llevar energía como las partes metálicas.
- Las herramientas eléctricas deben ser apropiadas para el trabajo (Ejemplo: nivel de voltaje) y aisladas.
- En caso de cables de alta tensión, si no es posible desenergizarlos se debe cumplir con la distancia de protección.

### **6.3.9. Falla a tierra:**

En caso de falla a tierra el inversor y el sistema de monitoreo debe mostrar la falla (generalmente es un LED rojo) e interrumpir el flujo de corriente.

En caso de falla, sólo personal autorizado puede intervenir el sistema utilizando siempre elementos de protección personal necesarios. Es deber de un profesional con experiencia determinar el lugar de falla y corregirla.

## **6.4. Tecnología en inversores**

### **6.4.1. ¿Qué es un inversor?**

Para poder inyectar a la red eléctrica la energía generada por los paneles solares, esta debe ser convertida de corriente continua (DC) a corriente alterna (AC) y se deben ajustar la

tensión, frecuencia y fase a los valores de la red eléctrica instante a instante. Todo esto es realizado por el “inversor de conexión a red”.

Estos equipos funcionan como una fuente de corriente, cuya forma de onda es senoidal pura. El nivel de tensión y frecuencia van a depender de los presentes en el punto de conexión.

Los inversores de conexión a red se denominan así ya que trabajan en paralelo con la red eléctrica de distribución, y ante la ausencia de esta los equipos se deben apagar inmediatamente. Esto es debido a que, si el corte de la red es para realizar mantenimiento en la misma, los inversores de conexión a red no pueden seguir aportando energía a la red ya que pondría en peligro a los operarios de la distribuidora.

Una onda senoidal representa el valor de la tensión de la corriente alterna a través de un tiempo continuamente variable en un par de ejes cartesianos marcados en amplitud y tiempo.

#### **6.4.2. Inversores Trifásicos**

Los inversores trifásicos pueden ser para instalaciones solares aisladas con sistemas de conexión a red, los inversores trifásicos incorporan el regulador de carga MPPT, en cada modelo de inversor deberemos fijarnos en la ficha técnica cuántos paneles solares admite el mismo, así como las líneas de módulos que deberemos instalar para alcanzar el voltaje de trabajo óptimo del inversor. Los inversores trifásicos de aislada son todos a 48V, lo que quiere decir que deberemos de instalar un banco de baterías de 48V para hacer funcionar correctamente el sistema. Los inversores trifásicos suelen utilizarse en lugares donde hay un consumo elevado de energía en viviendas o para uso industrial.

#### **6.4.3. Interconexión**

La interconexión entre los diversos componentes se realiza con conectores MC4 que han sido especialmente diseñados para energías renovables

Son extremadamente seguros y confiables, permitiendo un gran ahorro de tiempo al admitir conexiones rápidas, fáciles de usar y de instalación sencilla

El diámetro del enchufe es 3 mm diseñado para un voltaje máximo de 1000v y una corriente de 20 Amp

#### **6.4.4. Microinversor**

Un microinversor es un inversor fotovoltaico que convierte la corriente eléctrica (corriente continua) de uno o dos (dependiendo del fabricante), paneles solares a corriente alterna (AC). Es un inversor de tamaño reducido que se conecta en la parte posterior del panel solar y llegan a tener hasta una garantía de 20 años.

Se suele combinar la salida de varios microinversores, para alimentar a la red eléctrica. Los microinversores contrastan con los inversores de cadena convencional o dispositivos de inversión central, que están conectados a múltiples paneles fotovoltaicos, debiéndose cambiar el inversor cuando se añade uno más paneles fotovoltaicos nuevos a la instalación inicial.

Los microinversores tienen varias ventajas sobre los inversores centrales convencionales. La principal ventaja es que cuando se presenta una pequeña cantidad de sombra, sobre un mismo panel fotovoltaico o si, incluso, ocurre un fallo completo de un panel, no se reduce de manera desproporcionada la producción de todo el conjunto. Cada microinversor recoge la cantidad de energía óptima mediante la realización del seguimiento del punto de máxima potencia para su panel conectado. También son fáciles de diseñar y almacenar, ya que normalmente hay un único modelo de convertidor que se puede utilizar con cualquier tamaño de matriz o conjunto y con una amplia variedad de paneles.

#### **6.4.5. Punto de máxima potencia:**

Dispositivo electrónico que regula la carga de baterías controlando el punto en el que los paneles solares empleados para la carga producen la mayor cantidad de energía eléctrica. MPPT significa Seguidor de Punto de Máxima Potencia por sus siglas en inglés (Maximum Power Point Tracker).

### **6.5. Aspectos regulatorios y normativa**

#### **6.5.1. Equipamiento certificado**

En cuanto a la normativa técnica exigible a los equipos de generación distribuida de tecnología solar fotovoltaica, la reglamentación de la ley 27.424 establece las certificaciones a cumplimentar tanto para los paneles como para los inversores de conexión a red:

#### **6.5.2. Paneles:**

Se requiere certificación de la norma IEC 61730-1/2 (norma de construcción y seguridad). Luego, deberán contar con las siguientes certificaciones de clasificación de diseño y aprobación de tipo de módulos:

##### **Módulos de tipo Silicio Cristalino:**

- IRAM 210013-17 (exceptuando el ensayo de Torsión IRAM 210013-5)
- IEC 61215-1/2:2016
- IEC 61215:2005

##### **Módulos de tipo Película Delgada:**

- IEC 61215-1/2:2016
- IEC 61646:2008

### **6.5.3. Inversores:**

Los inversores de conexión a red deberán estar certificados bajo la norma IRAM 210013-21 (requisitos generales de los inversores), o en su defecto contar con certificación de las normas IEC 62109-2 (seguridad de inversores), IEC 62116 o VDE 0126-1-1 (Protección anti-isla) y cumplir con alguno de los códigos de red internacionales contenidos en las normas: VDE-AR-N 4105 o RD1699.

Si bien estos requisitos son obligatorios para los sistemas conectados a red en el marco de la ley 27.424, los mismos pueden utilizarse también para sistemas off-grid.

## **6.6. Capacitación y beneficios de mantenimiento**

### **6.6.1. Capacitación**

Resulta importante brindar al usuario una pequeña capacitación de cómo funciona y se utiliza el sistema, enseñar aspectos básicos de limpieza y cuidados como:

- Energización y desenergización del sistema fotovoltaico.
- Mantenimiento básico de un panel fotovoltaico.
- Operación y mantenimiento.
- Seguridad para el usuario.

### **6.6.2. Beneficios del mantenimiento**

En general los sistemas fotovoltaicos son muy confiables y seguros, su vida útil puede llegar hasta los 25 años. Sin embargo, con el paso del tiempo, el sistema está expuesto a la intemperie con cambios de temperatura, lluvia, tormentas, radiación ultra violeta (UV), entre otros. Aunque todos los componentes tienen que cumplir los requerimientos normativos para la intemperie, las fallas (por ejemplo, un fusible defectuoso) se pueden presentar. A veces, estas fallas pueden ser reparadas a bajo costo, de lo contrario afectan el rendimiento y ahorros esperados en la cuenta de electricidad de manera perceptible. Por tanto, una instalación fotovoltaica necesita un mantenimiento eficaz, que puede beneficiar de tres maneras posibles:

- Mejorar el rendimiento, aumentando la cantidad de energía entregada durante su operación.
- Evitar o, como mínimo, reducir el tiempo fuera de servicio, maximizando la disponibilidad de energía entregada.
- Aumentar la vida útil de la planta fotovoltaica.

### **6.6.3. Limpieza y mantenimiento**

El rendimiento de los paneles fotovoltaicos también depende, en gran medida, de su limpieza y buen estado de mantenimiento. La suciedad se deposita en la superficie del panel dificultando la captación de la radiación electromagnética con la consiguiente reducción de la producción de electricidad. Las pérdidas producidas por la suciedad depositada en los colectores varían entre 10% a 15%.

Por esta razón, dentro de los distintos programas de mantenimiento preventivo del sistema fotovoltaico, será necesario planificar las tareas de limpieza necesarias para mantener las superficies de los paneles en perfecto estado, maximizando la producción de electricidad y reduciendo el periodo de amortización de la inversión.

Se puede realizar una clasificación de los distintos métodos de limpieza que pueden utilizarse en los paneles fotovoltaicos.

- Limpieza con vapor de agua.
- Limpieza por rodillo autopropulsado.
- Limpieza mecanizada automática.
- Limpieza mediante robots.

Los procedimientos de limpieza son múltiples y variados. Lo importante será encontrar el más adecuado para la instalación concreta. En última instancia agua, gamuza y jabón.

## **6.7. Instalación**

### **6.7.1. SISTEMAS CONECTADOS A RED (ON-GRID)**

Esencialmente, un sistema conectado a red posee los siguientes componentes:

- Paneles fotovoltaicos
- Inversor de red
- Protecciones
- Cables de interconexión
- Medidor bidireccional

El conexionado entre ellos se realizará en conformidad con la normativa reglamentaria según la Ley 27.424 de generación distribuida



## 6.8. PROTECCIONES

### 6.8.1. Paneles a inversor.

De acuerdo con ambos diagramas, debe existir un seccionamiento entre los paneles fotovoltaicos y el inversor el cual puede ser uno de las siguientes:

- Base porta fusible seccionable
- Interruptor termomagnético de DC

En todos los casos, las protecciones deben poder seccionar tanto sobre el positivo como sobre el negativo.

Interruptor termomagnético

Seccionador DC

Base portafusible seccionable

Luego de las protecciones mencionadas que permiten separar los paneles del inversor, es necesario proteger a la instalación contra las sobretensiones y descargas atmosféricas, es decir, contra las sobretensiones que pueden generar los rayos de una tormenta.

Dependiendo las condiciones de la instalación, existen varios dispositivos de protección:

- **Tipo 1:** Son protecciones contra descargas atmosféricas directas, por ejemplo, a través de pararrayos o líneas eléctricas aéreas. Son capaces de absorber grandes cantidades de energía y generalmente consisten en descargadores gaseosos o varistores de potencia.
- **Tipo 2:** Son protecciones contra descargas atmosféricas indirectas, por ejemplo, sobretensiones inducidas por rayos impactando en los alrededores de un edificio o por operaciones sobre la red eléctrica. Pueden absorber menores cantidades de energía y están compuestos mayormente por varistores.
- **Tipo 1+2:** Son combinaciones de los dos tipos mencionados anteriormente, y por lo tanto ofrecen protección tanto contra descargas directas como indirectas. Se utilizan para proteger dispositivos electrónicos muy sensibles, como equipos de comunicaciones.

### 6.8.2. Inversor a red.

Según la reglamentación técnica de la ley nacional de generación distribuida, es necesario

contar con tres protecciones entre el inversor y la red:

- Interruptor termomagnético
- Interruptor diferencial
- Descargador de sobretensiones

Interruptor diferencial de 30 mA. Interruptor termomagnético AC

### **Figura 211**

En este caso es necesario especificar que el mismo reaccione con una corriente mínima de 30 mA. Los módulos fotovoltaicos pueden tener una capacidad parásita según estén secos o húmedos. Consecuentemente, las instalaciones de 1 kW o más de potencia pueden generar corrientes de dispersión mayores a 30 mA. El uso de un interruptor diferencial de un rango más pequeño puede generar cortes relacionados con estas corrientes de dispersión, sacando fuera de funcionamiento al inversor. Para evitar inconvenientes, es importante seguir siempre las recomendaciones del fabricante en lo que respecta estas protecciones.

#### **6.8.3. Cables de conexión**

Para un óptimo funcionamiento del sistema de generación fotovoltaica, es recomendable que las caídas de tensión en los cables de DC y AC no superen el 1,5% de las tensiones nominales de continua y alterna respectivamente. Esto implica que será necesario estimar la sección del cable en función de la tensión que se pretende obtener y la distancia del cable a utilizar. Cada sección de cable permite un máximo de corriente a transportar en función de su cobertura, que puede ser Solar, PVC, XLPE (polietileno reticulado) o bien EPR (caucho etileno-propileno). Típicamente, los cables para instalaciones domiciliarias son de PVC. Tanto los XLPE como los EPR tienen características similares con la diferencia que los EPR son más flexibles. De esta manera, la mayoría de los cables subterráneos utilizados en instalaciones fotovoltaicas son del tipo EPR o XLPE

#### 6.8.4. Tableros



Figura 213

Se deberá contemplar futuras ampliaciones por lo que el tablero deberá contemplar un mínimo de 36 módulos DIN

## MODULO VII

### INSTALACIÓN PARA ALIMENTACIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

#### 7.1. Funcionamiento básico de un vehículo eléctrico o híbrido

Un coche eléctrico es aquel que se impulsa con la fuerza que produce un motor alimentado por electricidad. Esta electricidad esta almacenada en una batería.

Hay motores eléctricos de todos los tamaños, que impulsan desde un coche de radiocontrol a una locomotora. Los motores eléctricos ofrecen muchas ventajas frente a los de combustión, empezando por un menor tamaño y peso, además de una mayor sencillez técnica.

Podemos hacer una clasificación de los vehículos eléctricos como:

*Coches eléctricos de baterías:* también conocidos a veces por coches 100% eléctricos: estos coches se mueven gracias a un motor eléctrico que se alimenta de la energía eléctrica acumulada exclusivamente en un paquete de baterías, que se recargan principalmente enchufándolo a la red eléctrica (Nissan LEAF, Peugeot iOn, Tesla Model S, etc.).

*Coches eléctricos de autonomía extendida:* se puede considerar como un coche eléctrico ya que se mueve gracias a un motor eléctrico que se alimenta igualmente de la electricidad de las baterías (que también se recargan enchufando el coche), pero cuando estas se descargan, entra en funcionamiento un motor de combustión interna (normalmente de gasolina) para mover un generador de electricidad que alimente el motor eléctrico (y si se puede, recargue también algo las baterías) (Opel Ampera o Chevrolet Volt).

*Coches híbridos enchufables:* estos son coches que se mueven gracias a la combinación y funcionamiento colaborativo y sinérgico de dos motores, uno eléctrico y otro de combustión interna, ambos pueden mover las ruedas independientemente, o trabajando juntos. Tienen un modo de funcionamiento exclusivamente eléctrico (normalmente no muchos kilómetros) y también se pueden enchufar a la red para recargar las baterías (Toyota Prius Plug in, VW Golf GTE, Mitsubishi Outlander PHEV, etc.).

Teniendo como única fuente de energía la electricidad, los vehículos 100% eléctricos funcionan con baterías recargables similares a las que ya conocemos por nuestros ordenadores portátiles, nuestros teléfonos inalámbricos, etc. Esta batería sirve para almacenar la electricidad y transmitirla hasta un motor eléctrico que mueve las ruedas, normalmente a través de una caja reductora con diferencial.

Dependiendo de los valores de las señales de entrada provenientes de los pedales de freno y de aceleración, el controlador del vehículo (ECU) regula el flujo de potencia entre el motor eléctrico y las baterías, para conseguir una respuesta adecuada del motor eléctrico. Si se dispone de un sistema de frenado regenerativo, se requiere el retorno de la potencia generada durante la frenada o cuando se está bajando una pendiente para recargar las baterías. Se necesita además un convertidor a diferentes niveles de tensión para alimentar los sistemas auxiliares del vehículo como son la climatización, iluminación, navegación, etc.

El sistema regenerativo de frenado, a diferencia de un coche convencional, el pedal de freno no actúa sobre el circuito hidráulico, sino sobre una centralita (2) y otra (3) que decide cuánto y cómo frenar. Ante solicitudes moderadas, pone al motor "a contracorriente" a regenerar energía y la encamina a la batería (con lo que únicamente frenan las ruedas delanteras). Para las frenadas intensas, aplica presión hidráulica a cada freno, de forma convencional (sigue teniendo los habituales ESP, ABS, etc.)

## **7.2. Otros vehículos eléctricos**

Además de los coches eléctricos, existen otros vehículos como motocicletas, bicicletas, etc., que básicamente funcionan de manera similar

### **7.2.1. Cómo funcionan las motos eléctricas**

Una de las principales ventajas de las motos eléctricas es que no emiten ningún tipo de ruido

molesto. No solo no contaminan la atmósfera, sino que tampoco producen contaminación acústica, por lo que son una alternativa al transporte de motor de combustión.

El coste de combustible para el motor eléctrico es aproximadamente el 10% de lo que cuesta el motor de gasolina: es decir, puedes llegar a ahorrar hasta un 90% en tu factura energética cada mes. Además, una moto eléctrica puedes recargarla en tu propio garaje sin necesidad de que te desplaces hasta el punto de recarga.

#### **7.2.2. Cómo se cargan las motos eléctricas**

Utilizar el cable de conexión que sale de la moto hacia el enchufe (en los puntos de recarga públicos que haya por la ciudad)

A través de las baterías extraíbles. Se pueden llevar a casa y cargarlas cómodamente en tu propio garaje, como si fuera un móvil.

#### **7.2.3. Funcionamiento motor eléctrico de una moto**

La innovación de los motores eléctricos y las baterías no ha dejado de evolucionar en los últimos años. En la actualidad, las baterías de las motos eléctricas suelen ser de litio que, a diferencia de muchas baterías de teléfonos móviles, suelen perder el “efecto memoria”, es decir, el famoso efecto que reduce su vida útil con el paso del tiempo. Por esta razón, puede recargar las baterías varias veces, incluso en el mismo día, sin miedo a que se deteriore su potencia y duración.

Las baterías de las motos eléctricas tienen unos 500 ciclos completos de duración (baterías de plomo) y entre 1000 y 2000 ciclos completos para las baterías de litio.

#### **7.2.4. Otros vehículos eléctricos**

De la misma manera, existen otros vehículos eléctricos que conforman un gran abanico de posibilidades

La patineta lleva integrado en su interior un motor que tiene una batería recargable que suelen ser de plomo o de litio. Gracias a ello, el patín puede llegar a tener una velocidad de entre 15 a 65 kilómetros de acuerdo con el modelo.

Desde allí se activan las baterías, las cuales van a transmitirle de vuelta al motor su electricidad. Para ello se cuenta con unos cables que funcionan de conectores.

Dependiendo del tipo de modelo de patinete eléctrico, el motor brindará la energía necesaria a la rueda delantera o en su defecto a ambas ruedas. Así, la patineta iniciará su movimiento de desplazamiento.

Cabe destacar que el tipo de motor que suelen tener los patinetes eléctrico es un tipo de motor con escobillas lo que hace que sean motores resistentes y de gran calidad

El motor de la bicicleta cuenta con una batería que es la que lo alimenta. Las baterías, que tienen una vida útil de unos dos años de media, se pueden extraer o se pueden cargar puestas. Se tienen que conectar a un cargador, que es el que se conecta a la red eléctrica. Normalmente, tienen una autonomía de entre 25 y 70 kilómetros, dependiendo del modelo que compremos.

### **7.3. Sistemas de carga de vehículos eléctricos**

El sistema dependerá del lugar donde se puede cargar el coche y, en función del lugar, se necesita un punto de carga distinto:

De entre todas las clases de vehículos electrificados, hay dos tipos enchufables (es decir, que se puedan cargar en puntos de recarga): los 100% eléctricos (vehículos eléctricos de baterías, BEV) y los híbridos (Vehículos eléctricos híbridos enchufables, PHEV). Los primeros se basan enteramente en baterías recargables para proporcionar energía, mientras que los segundos tienen baterías que se pueden recargar, pero también cuentan con motores convencionales como respaldo.

El cargador ubicado dentro del vehículo eléctrico es algo clave en todo el sistema, ya que define la carga del coche. En esencia, se trata de un transformador, ya que convierte la corriente alterna (CA) del punto de recarga a corriente continua (CC) que se almacena en la batería.

Pero hay otros elementos fundamentales que también definen la carga, como el cable de carga; la entrada de alimentación; y, por supuesto, el sistema de alimentación de vehículo eléctrico, es decir, el mismo punto de recarga. Es importante recalcar que la capacidad de carga queda definida por el elemento de menor potencia de entre todos los que componen el sistema de recarga.

#### **7.3.1. Modos de carga**

Aunque los modos de carga de los coches eléctricos están en constante evolución, actualmente los permitidos según AEA 90364-7-722 Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles. Sección 722: Suministro a Vehículos Eléctricos son:

##### **7.3.1.1. Modo 0**

Es la carga del vehículo eléctrico mediante un cargador externo y no fijo a la instalación eléctrica del inmueble, que entrega corriente continua al vehículo eléctrico. Es alimentado por cualquier punto/boca (IRAM 2071 o IRAM 60309) del circuito de tomacorriente de uso general (TUG). La



corriente máxima del lado de alterna no debe ser superior a 10 A. - **PERMITIDO EN ARGENTINA**

Este modo de carga es utilizado por:

- Bicicletas
- Monopatines
- Hoverboard
- Segway

#### **7.3.1.2. Modo 1**

Es una conexión directa entre el VE y la red eléctrica. La tensión puede ser monofásica o trifásica. Este Modo no posee seguridad intrínseca, por lo tanto, se **“prohíbe su uso en la República Argentina”**

#### **7.3.2. MODO 2**

Es una conexión indirecta del vehículo eléctrico a la red eléctrica a través de un cable de carga. La tensión es monofásica o trifásica, con una corriente máxima de 10 A. El cable de carga integra un gabinete con funciones de control y protección piloto y un sistema de protección contra descargas mediante el conductor de protección a tierra. - **PERMITIDO EN ARGENTINA**

#### **7.3.3. MODO 3**

Es la conexión entre el vehículo y la red eléctricos empleando una estación de carga que entrega corriente alterna al vehículo. La estación de carga está fija a la instalación eléctrica del inmueble y su tensión de alimentación puede ser monofásica o trifásica, con su corriente limitada según la corriente máxima de los diferentes componentes del circuito. En este modo de carga podrá ser exigido por la Autoridad de Aplicación un control de potencia para adoptar estrategias de carga. . - **PERMITIDO EN ARGENTINA.**

#### **7.3.4. MODO 4**

Es la conexión entre el vehículo y la red eléctricos empleando una estación de carga externo que entrega corriente continua al vehículo. La estación de carga está fija a la instalación eléctrica del inmueble e integran un cargador externo, además de las funciones piloto y de control de carga. En este modo de carga podrá ser exigido por la Autoridad de Aplicación un control de potencia para adoptar estrategias de carga. - **PERMITIDO EN ARGENTINA**

### **7.4. Infraestructura de Recarga del Vehículo Eléctrico**

#### **7.4.1. Esquemas de instalación para la recarga de vehículos eléctricos Instalaciones en interior (ESVE)**

**Modo 0 y Modo 2**

Para carga en Modo 0 y Modo 2 en interiores, las bocas de tomacorrientes del circuito de carga del vehículo eléctrico deben ser de tipo IRAM 2071 de 10 A (**tomacorrientes de uso general= TUG**).

El ESVE de Modo 2 debe incluir la función piloto para protección de los conductores y la batería del VE e incluir el conductor de protección (**tomacorrientes de uso general= TUG**).

### **Modo 3 y Modo 4**

En Modo 3 y Modo 4 es obligatoria la instalación de una estación de carga, con un circuito eléctrico dedicado y dimensionado para este fin según la Reglamentación AEA 90364-7-771, **circuito de uso específico ACU (Alimentación de Carga Única)**.

Debe asegurarse la estación de carga tenga un grado IP e IK aptos para el uso según su ubicación.

## ***7.4.2. Instalaciones en intemperie***

### **Modo 0 y Modo 2**

Para la carga en Modo 0 y Modo 2 en intemperie, deben utilizarse módulos de tomacorriente IRAM 2071 de 10 A (**TUG**) siempre que la instalación asegure el grado de protección IP correspondiente cuando el Vehículo Eléctrico se encuentra enchufado.

Debe asegurarse que los componentes del ESVE tengan un grado IP e IK aptos para el uso según su ubicación. El ESVE en intemperie sin chorro de agua debe proveer un grado de protección contra el ingreso de agua y sólidos IP44 o superior. En ubicaciones expuestas a chorros de agua, el grado de protección IP mínimo debe ser IP55 o superior.

Nota: Grados IP para instalaciones en exterior según AEA 90364-7-771, cláusula 7.6, Nota 2.

### **Modo 3 y Modo 4**

Para la carga en Modos 3 y 4 en intemperie, es obligatoria la instalación de una estación de carga, con un circuito eléctrico dedicado y dimensionado para este fin según la Reglamentación AEA 90364-7-771, **circuito de uso específico ACU (Alimentación de Carga Única)**.

Debe asegurarse que los componentes del ESVE tengan un grado IP e IK aptos para el uso según su ubicación. El ESVE en intemperie sin chorro de agua debe proveer un grado de protección contra el ingreso de agua y sólidos IP44 o superior. En ubicaciones expuestas a chorros de agua, el grado de protección IP mínimo debe ser IP55 o superior.

Nota: Grados IP para instalaciones en exterior según AEA 90364-7-771, cláusula 7.6, Nota 2.

Existen diversos tipos de instalaciones según cada caso siendo los más representativos.

## Edificios

Edificio: Diagrama unifilar empleando bocas tomacorrientes IRAM 2071 o IRAM 60309 en un esquema de carga múltiple con hasta ocho bocas de tomacorriente e instalación eléctrica dedicada y protegida mediante un interruptor diferencial Clase A y un PIA de calibre debidamente dimensionado, en un tablero seccional individual (**circuito tipo ACU**)

**TABLA RESUMEN DE MODOS PERMITIDOS EN ARGENTINA.**

| MODO | CONECTOR                                 | CORRIENTE MAXIMA | VOLTAJE MAXIMO | POTENCIA                              | PROTECCION  |
|------|--|------------------|----------------|---------------------------------------|---|
| 0    | TUG- (IRAM 2071)                         | 16 A             | hasta 220V     | desde 250W                            | diferencial (ID) y magneto térmico (PIA).                   |
| 2    | TUG- (IRAM 2071)                         | 32 A             | hasta 220V     | de 3,7 KW a 22 kW                     | diferencial (ID) y magneto térmico (PIA).                   |
| 3    | tipo 1(SAE J1772) / tipo 2 (IEC 62196-2) | 32 A / 63 A      | 240V / 480V    | de 3,7 KW a 7,6 kW / de 15 KW a 43 kW | está incluida en la instalación y el equipo ( <b>ACU</b> ). |
| 4    | Combo CSS / CHAdeMO                      | 125 A / 125 A    | 850V / 500V    | hasta 100 kW / hasta 62 kW            | está incluida en la instalación y el equipo ( <b>ACU</b> ). |

### **7.4.3. Tipos de conectores de vehículos eléctricos**

En el mercado actual existen distintos tipos de conectores destinados a los coches eléctricos. Esta situación puede confundir a los usuarios, por lo que el presente artículo vamos a intentar despejar las dudas que pueden crearse alrededor de estas diferentes conexiones.

#### **7.4.3.1. Instalación Fija: Tomacorriente IRAM 2071**

Tomacorrientes bipolares con toma de tierra para uso en instalaciones fijas domiciliarias, de 10 A y 20 A, 250 V de corriente alterna. Son los enchufes habituales que encontramos en los hogares, y constan de dos polos principales (la fase y el neutro) y un contacto adicional para la toma de tierra.

#### **7.4.3.2. Instalación móvil: Conector Tipo 1 (SAE J1772)**

Este conector es el adoptado por los mercados asiáticos y americanos. Originario de Japón (donde también se le denomina Yazaki) es el conector que montan vehículos eléctricos como el Nissan

Leaf, Nissan ENV200, Opel Ampera, Mitsubishi Outlander, Mitsubishi iMiev, Peugeot iON, Citroën C-Zero, Renault Kangoo ZE (tipo 1), KIA SOUL EV, Ford Focus electric o el Toyota Prius Plug in.

El **conector de Tipo 1** dispone de los mismos contactos que una toma IEC 2071, típicos de un conector monofásico de baja tensión: fase, neutro y tierra. Adicionalmente, dispone de dos contactos destinados para la comunicación entre el cargador externo y el vehículo. Además, dispone de un dispositivo de bloqueo que impide la desconexión del conector durante la recarga.

La máxima intensidad a la que puede operar es de 32 A en baja tensión monofásica, lo que permite una potencia máxima de recarga de 7,4 kW.

El **Conector tipo 2** (IEC 62196-2) es actualmente el conector homologado como estándar europeo. Se conoce también como conector Mennekes, que es el nombre del primer fabricante de este tipo de conectores.

El conector Mennekes o de tipo 2 es un conector de corriente alterna que podemos encontrar en los modelos de coches eléctricos europeos, como el Audi A3 E-tron, BMW i3, i8, Renault Zoe, Tesla Model S, Mercedes S500 plug-in, Porsche Panamera, Renault Kangoo ZE, VW Golf plug-in hybrid, VW E-up o Volvo V60 plug-in hybrid.

El conector Tipo 2 o Mennekes permite realizar cargas monofásicas desde 16 A hasta cargas trifásicas 400V y 63 A, lo que significa poder trabajar con recargas de corriente alterna en potencias desde 3,7 kW hasta 44 kW.

Dispone de 7 contactos, dos más que los disponibles en conector Tipo 1, y corresponden a 3 contactos de fase (para cargas trifásicas), un neutro, una toma de tierra, y los dos contactos para establecer comunicaciones entre cargador y vehículo.

### **Conector tipo 3**

Este conector apareció en 2010, una época aun de indefinición de estándares de conectividad para la recarga de vehículos eléctricos, por la asociación EV Plug Alliance. En esta asociación encontramos empresas como Schneider Electric, Scame y Legrand. Actualmente está en desuso, ya que en Europa se han impuesto los conectores estándar homologados como tipo 2 o Mennekes.

### **Conector CHAdeMO**

Este conector fue desarrollado por una asociación de empresas japonesas entre las que

encontramos a TEPCO (Tokyo Electric Power Company), Mitsubishi, Nissan, Toyota y Subaru. Se trata de un conector para realizar recargas rápidas en corriente continua, diseñado para soportar hasta 50 kW de potencia y una intensidad de 125 A de corriente continua. La mayoría de los vehículos eléctricos japoneses dispone de este conector para posibilitar las recargas rápidas. Los modelos que montan este conector (además del conector Tipo 1 para las recargas lentas en corriente alterna y baja tensión de 230V) son el Mitsubishi iMiev, Mitsubishi Outlander, Peugeot iON, Citroën C-Zero, KIA SOUL EV, Nissan Leaf y Nissan ENV200,

### **Conector Combo 2 (IEC-62196-3)**

En Europa se ha optado por un conector distinto para recargar en corriente continua. Se trata de un ingenioso conector combinado que está compuesto por un conector de corriente alterna Tipo 2 (Mennekes) y un conector de corriente continua con dos contactos. El conector Combo 2 permite cargar el vehículo en modos 2, 3 y 4 a través de una sola toma, lo cual es la clave del éxito de este conector. La potencia máxima a la que puede trabajar en corriente alterna es de 44 kW (63A en trifásica 400V) y de hasta 100 kW en corriente continua, aunque actualmente sólo se realizan cargas en corriente continua de 50kW. Algunos fabricantes europeos de vehículos eléctricos ya montan este conector en sus vehículos: Audi, BMW, Porsche, Daimler y Volkswagen incorporan ya este tipo de conector.

## **ANEXO : CONDICIONES BAJO LAS QUE SE EXTENDERÁN LOS CERTIFICADOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS APTAS**

Toda certificación se extenderá en cumplimiento de la “Reglamentación Técnica para la Ejecución y Verificación de Instalaciones Eléctricas” definida por RG ERSeP N° 49/2016 - Anexo III, modificada por la RG N° 17/2021, aplicable a las instalaciones alcanzadas. La certificación deberá adicionalmente acreditar el cumplimiento de requisitos técnicos y constructivos para el punto de conexión y medición de energía eléctrica de la instalación certificada, conforme lo establecido por RG ERSeP N° 08/2017.

Las definiciones aplicables según la RG ERSeP N° 49/2016 - Anexo III - modificada por la RG N° 17/2021:

*Instalación del usuario*: instalación eléctrica bajo responsabilidad del usuario del servicio eléctrico, según lo dispuesto por el Reglamento de Comercialización de la Energía Eléctrica de EPEC o el Reglamento de Suministros aplicable por las Cooperativas Concesionarias (ANEXO VIII del Contrato de Concesión del Servicio Público de Distribución de Energía), según corresponda,

el o los que lo/s modifique/n o reemplace/n.

**Instalación nueva:** es toda instalación del usuario que pretenda vincularse por primera vez a la red de distribución de energía eléctrica.

**Instalación existente:** es toda instalación eléctrica del usuario que pretenda vincularse a la red de distribución de energía eléctrica y que haya contado con suministro eléctrico en forma previa o que, sin haber contado con suministro eléctrico en forma previa, haya sido construida o su construcción se haya iniciado antes de la fecha definida por el Artículo 1º de la Resolución General ERSeP N° 46/2017 (01 de diciembre de 2017).

**Instalación de uso circunstancial y de carácter provisorio:** es toda instalación del usuario que pretenda vincularse a la red de distribución de energía eléctrica y que pertenezca a obras en construcción, exposiciones, puestos ambulatorios y toda otra de similares características.

La reglamentación aplicable de acuerdo a RG ERSeP N° 49/2016 - Anexo III - Capítulo II al V, modificada por la RG N° 17/2021:

***Instalaciones nuevas*** (Capítulo II): se exige cumplimiento de la Reglamentación AEA aplicable y que los materiales y elementos verificados respondan a normas vigentes.

***Pequeñas instalaciones existentes*** (Capítulo III): se definen las condiciones mínimas de seguridad exigibles y que los materiales y elementos verificados deben responder a normas vigentes.

***Instalaciones existentes mayores*** (Capítulo IV): se definen las partes componentes de la instalación que deben cumplimentar la Reglamentación AEA aplicable y que los materiales y elementos verificados deben responder a normas vigentes.

***Instalaciones de uso circunstancial y de carácter provisorio*** (Capítulo V): se definen las condiciones mínimas de seguridad exigibles y que los materiales y elementos verificados deben responder a normas vigentes.

Es recomendable tener todos los archivos ya listos de la instalación a certificar en pdf para ser cargados en la generación del Certificado. Se verá el procedimiento para obtener los Certificados de Instalaciones Eléctricas Aptas para los casos de “Instalaciones Nuevas” y “Instalaciones Existentes”:

Al ingresar a la plataforma se verán dos botones a la izquierda, uno naranja “NUEVO” que si se cliquea en él, se ingresará para emitir un nuevo certificado, mientras que el azul “CONSULTAR”

es para revisar o ver los certificados emitidos.

Se analizan las dos opciones:

Al seleccionar “NUEVO”, se ingresa para generar un Certificado. Allí se encuentran las dos opciones vistas, que son “INSTALACIONES NUEVAS” o bien “INSTALACIONES EXISTENTES”, pues bien se selecciona “INSTALACIONES NUEVAS” ya que se está por certificar una nueva instalación:

Ingresando se verá que se debe empezar a cargar una serie de datos e información necesaria, que es el PRIMER PASO -PANTALLA 1-, como:

Datos del Propietario

Luego se cargan los datos del Inmueble cuya instalación se certificará. En la pantalla se pide en el último renglón el “Número de Registro ante el Colegio”. Eso es aplicable sólo para las Categorías I y II.

a) Luego se debe seleccionar las opciones:

- 1) Tipo de Instalación a Certificar: (instalación nueva/modificación de instalación existente/ ampliación de instalación existente)
- 2) Finalidad de la Instalación: (instalación domiciliaria/ pequeña instalación industrial/ pequeña instalación comercial/ instalación mayor o de características especiales)
- 3) Que se certifica de la instalación: (instalación del usuario y punto de conexión y medición/ solo instalación del usuario)
- 4) Tensión nominal(V): (220/ 380)
- 5) Potencia máxima(kW): (ingresar cantidad)

A medida que se selecciona desde el punto 1) se desplegarán opciones en el punto 2) y luego de la selección en el punto 2) se despliegan opciones en el punto 3)

Se deben completar el nivel de tensión y la potencia total a certificar

Luego el sistema solicitará “CONDICIONES A VERIFICAR”, de algunos de los puntos que desplegarán por último en función al tipo de instalación a certificar, tales como:

a) La instalación certificada cumple con la reglamentación de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) vigente de acuerdo a su tipo.



b) Los materiales y elementos que conforman la instalación certificada responden a las normas IRAM o IEC aplicables y se ajustan a la resolución MP-SC N° 171/2016 comp. Modif, o reemp., de ser exigible.

d) El punto de conexión y medición de energía eléctrica de la instalación certificada cumple con los estándares para los materiales, elementos, equipos eléctricos y ejecución, conforme a las prescripciones de las especificaciones técnicas aplicables, en lo relativo a su construcción, condiciones y estado, verificables en forma previa al otorgamiento del servicio.

Es importante ya que si no se clickean porque no llegan a cumplirse no habrá CERTIFICADO APTO.

Para pasar al SEGUNDO PASO: PANTALLA 2, debemos clickear el botón celeste, así se despliega:

Como veremos podemos cargar una breve descripción de la instalación a certificar. Se puede cargar en esta segunda pantalla la lista de materiales o bien se puede hacer en el siguiente paso de manera ordenada con todos los archivos a cargar.

Como se aprecia en el TERCER PASO: PANTALLA 3, en la opción “SELECCIONAR” se despliega las opciones o temario de los archivos a subir. Se recomienda elegirlos de manera sucesiva para evitar olvidos o confusiones. Al seleccionar la opción se habilita el botón para la carga del archivo correspondiente, el cual será buscado en la carpeta de su PC en que esté guardado.

En el ejemplo se seleccionó la “Descripción de la Instalación Certificada” y con el botón “Seleccionar Archivo” buscar el archivo en su PC.

Una vez cargados los CINCO (5) archivos solicitados, se procede a finalizar el Certificado, clickeando el botón celeste de “FINALIZAR”.

DOCUMENTACIÓN REQUERIDA (Se debe adjuntar en formato .pdf o .jpg.): -

- 1) Descripción de la Instalación.
- 2) Esquema unifilar del/del tablero/s de la instalación certificada.
- 3) Vista en planta de la instalación certificada.
- 4) Materiales de la instalación certificada.
- 5) Fotografías de la Instalación.

- A) Ahora volvemos a seleccionar el botón “NUEVO”, se ingresa para generar un Certificado. Allí nos encontraremos con las dos opciones vistas, que son “INSTALACIONES NUEVAS” o bien “INSTALACIONES EXISTENTES”, pues bien seleccionaremos **“INSTALACIONES EXISTENTES”** y no instalaciones nuevas, ya que estamos por certificar una instalación existente:

Ingresando veremos que debemos empezar a cargar una serie de datos e información necesaria, que es el PRIMER PASO -PANTALLA 1-, como:

- 1) Datos del Propietario
- 2) Luego se cargan los datos del Inmueble cuya instalación se certificará. En la pantalla se pide en el último renglón se pide el “Número de Registro ante el Colegio”, eso es solo para las Categorías I y II solamente.
- 3) Luego se debe seleccionar las opciones de:
  - I. Tipo de Instalación a Certificar.
  - II. Finalidad de la Instalación.
  - III. Que se certifica de la instalación.

A medida que se selecciona desde el punto 1) se desplegarán opciones en el punto 2) y luego de la selección en el punto 2) se despliegan opciones en el punto 3), que una vez clikeado dará opciones a verificar.

Se deben completar el nivel de tensión y la potencia total a certificar.

Luego le solicitará “CONDICIONES A VERIFICAR”, algunos de los puntos que se desplegarán por último en función al tipo de instalación a certificar, tales como:

- a) Se verifica la correcta instalación y características del tablero principal del usuario.
- b) Se verifica la correcta instalación del sistema de puesta a tierra de protección del usuario.
- c) Se verifica la correcta instalación del interruptor automático de maniobra con protección contra sobrecarga y cortocircuito para cada línea o circuito eléctrico de la instalación (1).
- d) Se verifica la correcta instalación del/los interruptor/es automático/s por corriente diferencial de fuga (2).
- e) Los materiales y elementos que conforman los sistemas precedentemente enumerados responden a las normas IRAM o IEC aplicables y se ajustan a la resolución MP-SC N° 171/2016, comp., modif., o reemp., de ser exigible.
- f) Se verifica continuidad en el sistema de puesta a tierra de protección del usuario.

g) Se verifica la correcta instalación de las canalizaciones, conductores, tomacorrientes y bocas en general (3).

h) El punto de conexión y medición de energía eléctrica de la instalación certificada cumple los estándares para los materiales, elementos, equipos eléctricos y ejecución, conforme a las prescripciones de las especificaciones técnicas aplicables, en lo relativo a su construcción, condiciones y estado, verificables en forma previa al otorgamiento del servicio.

*\* (1) Debe instalarse en el tablero principal del usuario y en cada tablero seccional, un interruptor automático de maniobra con protección contra sobrecarga y cortocircuito para cada línea o circuito eléctrico, con interrupción de fase/s y neutro.*

*(2) Debe asegurarse la protección de la instalación con interruptor automático por corriente diferencial de fuga, menor o igual a 30 mA (INTERRUPTOR DIFERENCIAL), instalado en el tablero principal del usuario o en cada tablero seccional debidamente protegido contra sobrecarga y cortocircuito.*

*(3) Debe verificarse visualmente que la totalidad de los tomacorrientes se encuentren en buenas condiciones y sean de tres patas planas, que las bocas en general estén correctamente cerradas y que no existan cables a la vista, todo ello mínimamente.*

Es importante que se completen, ya que si no se clickean porque no llegan a cumplirse no habrá CERTIFICADO APTO.

Para pasar al SEGUNDO PASO: PANTALLA 2, debemos clicar el botón celeste, así se despliega:

Como veremos podemos cargar una breve descripción de la instalación a certificar. Se puede cargar en esta segunda pantalla la lista de materiales o bien se puede hacer en el siguiente paso de manera ordenada con todos los archivos a cargar.

Como se aprecia en el TERCER PASO: PANTALLA 3, en la opción “SELECCIONAR” se despliega las opciones o temario de los archivos(documentos) a subir (“descripción de la instalación certificada” /” esquema unifilar de o los tableros de la instalación certificada” /” vista en planta de la instalación certificada-plano” /” materiales de la instalación certificada” /” fotografías de la instalación certificada”). Se recomienda elegirlos de manera sucesiva para evitar olvidos o confusiones. Al seleccionar la opción se habilita el botón para la carga del archivo correspondiente, el cual será buscado en la carpeta de su PC en que esté guardado.

En el ejemplo se seleccionó la “Descripción de la Instalación Certificada” y con el botón “Seleccionar Archivo” buscar el archivo en su PC.

Una vez cargados los archivos solicitados, se procede a finalizar el Certificado, cliqueando el botón celeste de “FINALIZAR”.

**DOCUMENTACIÓN REQUERIDA** (Se debe adjuntar en formato .pdf o .jpg.)! **esto es lo que la oficina virtual electricista debe facilitarle al electricista!:** -

- 1) Descripción de la Instalación.
- 2) Esquema unifilar del/del tablero/s de la instalación certificada.
- 3) Vista en planta de la instalación certificada.
- 4) Materiales de la instalación certificada.
- 5) Fotografías de la Instalación.
- 6) Acreditación instalación existente según Resolución General N° 54/2018 (Solo en caso de certificar instalación existente según Resolución 54/2018)