



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



# Instalaciones Eléctricas

Cargas Eléctricas y Estimación de la Demanda

## Contenido

1. BIBLIOGRAFÍA.....	3
2. CLASIFICACIÓN DE LOS RECEPTORES .....	3
3. TENSIONES NOMINALES NORMALIZADAS .....	4
4. CONSIDERACIONES GENERALES.....	6
5. CALCULO DE LA POTENCIA DEMANDADA POR CADA TIPO DE RECEPTOR .....	7
5.1. Motores de inducción .....	7
5.2. Equipos que contienen dispositivos de electrónica de potencia .....	8
5.3. Cargas tipo Resistivas .....	9
5.4. Lámparas fluorescentes .....	10
5.5. Lámparas de descarga.....	11
6. POTENCIA DEMANDADA POR UNA INSTALACIÓN – FACTORES DE CÁLCULO .....	12
7. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA PARA EDIFICIOS INDUSTRIALES, RESIDENCIALES Y COMERCIALES.....	14
7.1. Estimación de la demanda de potencia para una instalación industrial .....	14
7.1.1. Cargas de motores y equipos en general.....	14
7.1.2. Cargas de iluminación.....	15
7.1.3. Cargas asociadas a tomacorrientes .....	15
7.2. Estimación de la demanda de potencia para instalaciones comerciales y residenciales.....	16
7.3. Estimación de la demanda de potencia para un edificio de viviendas .....	16
7.3.1. Cálculo de la potencia prevista para los servicios generales (Psg) .....	17
7.3.2. Cálculo de la potencia prevista para locales comerciales y oficinas (Pc + Po)	18

## 1. BIBLIOGRAFÍA

- Instalaciones Eléctricas – 3ª edición – Ademaro A. M. B. Cotrim – Mc. Graw Hill
- Instalaciones Eléctricas en las edificaciones – Alberto Guerrero – Mc. Graw Hill

## 2. CLASIFICACIÓN DE LOS RECEPTORES

Los receptores de energía eléctrica, pueden clasificarse siguiendo diversos criterios:

- **Según su voltaje nominal de servicio, se clasifican en:**
  - Receptores para corriente alterna:
    - Receptores para muy baja tensión - Tensión de servicio igual o menor a 50V.
    - Receptores para baja tensión - Tensión de servicio mayor a 50V y hasta 1.000V.
    - Receptores para media tensión - Tensión de servicio mayor a 1.000V y hasta 72.500V.
  - Receptores para corriente continua:
    - Receptores para muy baja tensión - Tensión de servicio igual o menor a 120V.
    - Receptores para baja tensión - Tensión de servicio mayor a 120V y hasta 1.500V.
- **Según su frecuencia nominal de servicio, se clasifican en:**
  - Receptores de frecuencia alta - mayor a 50Hz o 60Hz.
  - Receptores de frecuencia normal - 50Hz o 60Hz.
  - Receptores de frecuencia reducida - menor a 50Hz o 60Hz.
- **Según sus requerimientos desde el punto de vista de la confiabilidad y continuidad del servicio:**
  - Receptores cuya desconexión pone en peligro la vida de las personas. Para este tipo de receptores, se prevé además de su alimentación normal, sistemas de alimentación de seguridad<sup>1</sup>.
  - Receptores cuya interrupción implica pérdidas materiales importantes. Para este tipo de receptores, se prevé además de su alimentación normal, sistemas de alimentación de respaldo<sup>2</sup>.
  - Receptores que no queden incluidos en las categorías anteriores.

<sup>1</sup> Sistema de alimentación de seguridad: Sistema de alimentación previsto para mantener en funcionamiento el equipamiento esencial para la seguridad de las personas.

<sup>2</sup> Sistema de alimentación de respaldo: Sistema de alimentación previsto para mantener en funcionamiento la instalación o parte de la instalación, en caso de falla de la alimentación normal, por otras razones que las de seguridad de las personas.

- **Según el tipo de equipamiento, pueden clasificarse en:**
  - Motores eléctricos o equipos movidos por motores eléctricos, y que se consideran a los efectos del diseño de la instalación como una carga fija.
  - Equipos con dispositivos de electrónica de potencia (convertidores, variadores de frecuencia).
  - Hornos eléctricos.
  - Equipos de soldadura.
  - Máquinas herramientas, que se consideran a los efectos del diseño de la instalación asociado a un tomacorriente de uso específico.
  - Equipos de calefacción.
  - Equipos de alumbrado.
  - Equipos de oficinas.
  
- **Según su régimen de trabajo, se clasifican en:**
  - Receptores que operan en régimen continuo o poco variable.  
Estos receptores pueden trabajar durante un tiempo prolongado después de llegar a su temperatura máxima de trabajo, sin que se dañen. Ejemplo de ello son los motores eléctricos de compresores, bombas, ventiladores, etc.
  - Receptores que operan en régimen de corta duración.  
Estos receptores tienen un ciclo de trabajo corto, en el que no se llega a la temperatura máxima de trabajo, y luego el período de reposo es tal, que permite la disminución de su temperatura hasta la temperatura ambiente.
  - Receptores que operan en régimen intermitente.  
Estos receptores tienen un ciclo de trabajo corto, en el que no se llega a la temperatura máxima de trabajo, y luego el período de reposo es tal, que no permite la disminución de su temperatura hasta la temperatura ambiente.

### 3. TENSIONES NOMINALES NORMALIZADAS

En Uruguay se toma como referencia para la normalización de los valores de tensión de las redes, la norma IEC 60038 “IEC Standard Voltages”.

Esta norma se aplica a:

- Las redes de transporte, de distribución y de utilización de corriente alterna a la frecuencia normal de 50 Hz y 60 Hz con una tensión superior a 120V y a los materiales usados en tales redes.
- Redes de tracción de corriente alterna y corriente continua.
- Materiales de corriente alterna y corriente continua con una tensión nominal inferior a 120 V en corriente alterna o inferior a 750 V en corriente continua, en los que las tensiones en corriente alterna están previstas esencialmente, aunque no exclusivamente, para los sistemas de 50 Hz y 60 Hz; este material comprende las baterías, otros dispositivos de alimentación de energía eléctrica

(corriente alterna o corriente continua), materiales eléctricos (incluyendo material industrial y de telecomunicación), equipos e instrumentos eléctricos.

Dicha norma no se aplica a tensiones normales que representen o transmitan señales o valores de medida, tampoco se aplicará a tensiones normales de componentes y elementos utilizados dentro de dispositivos eléctricos o detalles de equipo.

Cada sistema es caracterizado por tres valores de tensión:

- **Tensión nominal:** Es la tensión para la cual está diseñada una red o material, y a la que se refieren determinadas características de funcionamiento. Por ejemplo, para los interruptores, el valor del poder de corte ( $I_k$ ), está dado en función de la tensión nominal.

Valores extremos de la tensión de una red, excluyendo condiciones transitorias o anormales:

- **Tensión máxima de una red:** Es el mayor valor de la tensión que se presenta en un instante y en un punto cualquiera de la red, en las condiciones de funcionamiento normales.
- **Tensión mínima de una red:** Es el menor valor de la tensión que se presenta en un instante y en un punto cualquiera de la red, en las condiciones de funcionamiento normales.

Cuando se selecciona un material, debe tenerse presente que el mismo debe soportar en régimen permanente los valores antedichos.

Estos valores estarán regulados por la URSEA, a través del Reglamento de Calidad de Servicio, donde se indican los valores límites de los parámetros técnicos definidos en dicho reglamento.

La siguiente tabla muestra los valores de tensión normalizados según IEC, para Baja Tensión (BT), para redes trifásicas tetrafilares o trifilares y monofásicas trifilares.

El primer valor designa la tensión entre fase y neutro, y el segundo valor designa la tensión entre fases.

Redes trifásicas tetrafilares o trifilares	Redes monofásicas trifilares
Tensión nominal (V)	Tensión nominal (V)
-	120/240
230/400	-
277/480	-
400/690	-
1000	-

Tabla 1: Tensiones normalizadas de BT, según IEC.

Esta norma indica que las redes 220/380V evolucionarán hacia el valor recomendado dado en la tabla de 230/400V.

Por otra parte recomienda que las tensiones que exceden de 230/400V, sean destinadas exclusivamente a aplicaciones de la industria pesada.

Los sistemas de conductores activos (fases y neutro), utilizados en Uruguay en las Redes de Distribución de BT son los siguientes:

Sistema de conductores activos	Tensión Nominal	Distribución
Monofásico, 2 conductores	230VAC, fase-neutro	fase-neutro
	230 VAC, fase-fase	2 fases
Trifásico, 3 conductores	230VAC, fase-fase	3 fases
Trifásico, 4 conductores	400VAC, fase-fase	3 fases + neutro

Tabla 2: Tipos de distribución BT en Uruguay.

#### 4. CONSIDERACIONES GENERALES

El cálculo de la demanda de potencia máxima de una instalación es fundamental para el diseño de la misma, en las siguientes etapas:

- **Contrato de suministro de energía:** Entre otros aspectos, el valor de la potencia aparente máxima que demandará la instalación, puede definir el tipo de suministro que se solicitará a la empresa distribuidora.
- **Capacidad del transformador:** Cuando el contrato de suministro con la empresa distribuidora sea en Media Tensión (MT) o Alta Tensión (>72.5kV, AT), corresponderá al usuario la transformación a BT, y la potencia del transformador quedará definida por la demanda máxima de potencia.

Para realizar el cálculo de la demanda de potencia máxima, debe primero conocerse cómo determinar la potencia aparente de cada receptor, a estos efectos se analizarán a continuación los receptores fijos y de uso generalizado en las instalaciones eléctricas de BT:

- Motores de inducción
- Dispositivos de electrónica de potencia
- Cargas resistivas
- Lámparas fluorescentes y de descarga

## 5. CALCULO DE LA POTENCIA DEMANDADA POR CADA TIPO DE RECEPTOR

### 5.1. Motores de inducción

El motor eléctrico absorbe energía eléctrica de la línea y la transforma en energía mecánica disponible en el eje. Esta transformación se produce con determinada eficiencia, que se define a través del rendimiento del motor.

En consecuencia, siendo:

- $P_n$ : Potencia nominal o potencia útil del motor (potencia disponible en el eje).
- $P_e$ : Potencia activa máxima demandada por el motor a la red en régimen permanente.
- $\eta$ : Rendimiento del motor.
- $S$ : Potencia eléctrica aparente.
- $\cos\varphi$ : Factor de potencia del motor.

Se puede escribir:

$$P_e = \frac{P_n}{\eta}, \quad S = \frac{P_e}{\cos\varphi}$$

Se debe observar en el cálculo anterior que la potencia  $P_n$  sea expresada en las unidades correctas (W) y no en *HP*. En adelante cuando se refiera a la potencia activa máxima demandada, se hará solo como potencia máxima demandada.

La corriente demandada por el motor a plena carga se calcula como:

- Para un motor trifásico:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \eta \cdot \cos\varphi}$$

- Para un motor monofásico:

$$I_n = \frac{P_n}{U_n \cdot \eta \cdot \cos\varphi}$$

Dónde:

- $U_n$ : Tensión nominal, fase-fase.
- $I_n$ : Corriente de línea demandada por el motor a plena carga, en A.

Para este cálculo se considera que el motor no cuenta con compensación local de energía reactiva, por lo que el valor del factor de potencia, así como el del rendimiento se obtienen de la hoja de datos técnicos del motor.

Como se puede ver en las hojas de datos de los motores, estos valores dependen de la potencia nominal, el régimen de carga y la velocidad del motor.

En esta etapa del diseño de la instalación, en general se trabaja con los datos correspondientes al régimen de plena carga.

En caso de no disponer de los datos específicos del motor pueden manejarse los siguientes valores medios:

Potencia nominal del motor (kW)	Factor de potencia	Rendimiento
< 1	0.5	-
1 a 4	0.7	0.7
5 a 50	0.8	0.8
>50	0.9	0.9

**Tabla 3: FP y rendimientos típicos para motores de inducción.**

En el arranque los motores demandan una corriente mucho mayor que su corriente nominal, no obstante, este transitorio no afecta el dimensionado de los componentes de la instalación considerados en esta etapa, como puede ser el transformador de potencia, ya que no se produce en general el arranque simultáneo de los motores y además la duración de este transitorio puede ser del orden de 10 segundos.

De todos modos, en los casos en instalaciones en que la potencia del motor es importante en relación a la potencia total de la instalación, el arranque del motor puede producir la apertura del ICP (Interruptor de Control de Potencia). En estos casos se coordina con UTE la curva de disparo del ICP, o debe aumentarse la potencia a contratar.

## 5.2. Equipos que contienen dispositivos de electrónica de potencia

Los equipos que contienen dispositivos de electrónica de potencia de aplicación más general en instalaciones eléctricas de BT son:

- Los convertidores AC/DC para alimentación y control de velocidad de motores de corriente continua.
- Los arrancadores suaves para motores de inducción.
- Los variadores de frecuencia para motores de inducción.

En estas aplicaciones la forma de onda de la corriente demandada por el receptor no es sinusoidal, sino que aparecen armónicos, siendo los de mayor amplitud, los de orden 3, 5, 7, 9.

En el caso de los arrancadores suaves, esta distorsión se produce sólo en el arranque, en los otros casos la distorsión se mantiene en régimen permanente.

Como se verá al final del curso en el tema compensación de energía reactiva, para el diseño de algunos elementos de la instalación puede ser necesario en algunos casos tener en cuenta la perturbación que introducen en la red estos dispositivos.

Los arrancadores suaves y variadores de frecuencia, se verán con más detalle en el tema comando y arranque de motores, y el principio de funcionamiento, se estudia en los cursos de Electrónica de Potencia.

A los efectos del cálculo de la demanda máxima, se puede considerar que el rendimiento de estos controladores es 1, y por tanto la potencia demandada por el conjunto motor-controlador coincide con la potencia demandada por el motor.

Por otra parte el factor de potencia de estos equipos depende de su tecnología:

En los variadores de frecuencia con rectificadores no controlados, que son los de uso generalizado, tiene un valor de 0.9.

En los que utilizan rectificadores controlados, tiene un valor variable.

En general los fabricantes dan tablas de valores de la corriente demandada por el conjunto motor + controlador para las diferentes aplicaciones, y debe conocerse también el factor de potencia para calcular la potencia demandada por el conjunto motor + controlador.

### 5.3. Cargas tipo Resistivas

Se incluyen en este punto las cargas de calefacción, lámparas incandescentes, etc. La potencia aparente consumida por este tipo de cargas es igual a la potencia nominal indicada por el fabricante, ya que las mismas no consumen potencia reactiva, ni utilizan ningún equipo auxiliar para su conexión a la red que agregue consumo de potencia.

En este caso se tiene entonces:

$$\eta = 1$$

$$\cos\varphi = 1$$

$$S = P_n$$

Y según la carga sea monofásica o trifásica la corriente demandada se calculará como sigue:

- Para una carga trifásica:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n}$$

- Para una carga monofásica:

$$I_n = \frac{P_n}{U_n}$$

## 5.4. Lámparas fluorescentes

Las lámparas fluorescentes producen una descarga eléctrica en una atmósfera de vapor de mercurio a baja presión.

Estas lámparas requieren para su funcionamiento de un equipo auxiliar, habitualmente formado por los siguientes componentes:

- **Balasto:** su función es limitar la intensidad de corriente que circula a través de la lámpara, regular la corriente necesaria para el precalentamiento de los electrodos y producir el impulso de tensión preciso que ayuda al encendido de la lámpara. El más sencillo está formado por una bobina con núcleo de chapas metálicas.
- **Arrancador o cebador:** su función es permitir durante un breve período el pasaje de corriente por los electrodos (precalentamiento de los electrodos) de la lámpara hasta que pueda comenzar el encendido. Se conecta en serie con el balasto y los electrodos.

En este caso estamos refiriéndonos a un equipo auxiliar electromagnético, se utilizan también los equipos auxiliares electrónicos.

El rendimiento y prestaciones en general de la lámpara, dependen entre otras cosas de las características del equipo auxiliar.

Para el cálculo de la demanda de potencia máxima, debemos entonces considerar que la potencia indicada en el tubo de la lámpara fluorescente, no incluye la potencia disipada en el equipo auxiliar.

En este caso tenemos entonces:

$$S = \frac{P_{\text{equipo aux.}} + P_n}{\cos\varphi}$$

El valor del factor de potencia depende del tipo de balasto, de la potencia de la lámpara, y puede variar para cada marca, como valores medios pueden considerarse los siguientes:

- Para lámparas sin condensador de compensación de energía reactiva y con balasto electromagnético:  $\cos\varphi = 0.60$
- Para lámparas con condensador de compensación de energía reactiva y con balasto electromagnético:  $\cos\varphi = 0.86$
- Para lámparas sin condensador de compensación de energía reactiva y con balasto electrónico:  $\cos\varphi = 0.96$

La potencia disipada en el balasto, también depende del tipo de balasto, y puede estimarse en un 25% de la potencia nominal de la lámpara, para los electromagnéticos, en el caso que no se disponga del dato del fabricante. La eficiencia del balasto electrónico es superior.

## 5.5. Lámparas de descarga

En las lámparas de descarga, la luminosidad está producida por la descarga a través de un gas o vapor con componentes metálicos, encerrado en una envoltura transparente a una presión predeterminada.

En este caso la potencia indicada en la lámpara tampoco incluye la potencia disipada en el balasto.

En la tabla siguiente se dan valores medios de la potencia disipada en el balasto y de la corriente demandada, para distintos tipos de lámparas de descarga, según su potencia. Estos valores pueden también variar para cada marca.

En todas las lámparas se produce un pico de corriente en el encendido, que en el caso de las lámparas de descarga puede tener una duración de hasta 15 minutos. La amplitud de esta sobrecarga varía entre 1.3 y 2 veces la corriente nominal.

Este transitorio no es tenido en cuenta en la estimación de la demanda, porque en general tiene poco peso sobre el total y es un fenómeno de corta duración, por lo que no afecta el dimensionado de los elementos que se está definiendo en esta etapa.

Disposiciones de lámparas, arrancadores y balastos	Potencia del Tubo (W) <sup>3</sup>	Potencia Consumida (W)	Corriente (A) a 220V/240V			Longitud tubo (cm)
			FP no corregido	FP corregido	Balasto Electrónico	
1 tubo con arrancador	18	27	0.37	0.19		60
	36	45	0.43	0.24		120
	58	69	0.67	0.37		150
1 tubo con balasto de alta frecuencia $\cos\phi = 0.96$	32	36			0.16	120
	50	56			0.25	150
2 tubos iguales con balasto de alta frecuencia $\cos\phi = 0.96$	2 x 32	72			0.33	120
	2 x 50	112			0.50	150

Tabla 4: Corriente demandada y potencia consumida de los tubos de iluminación más comunes (para 220/240 V y 50 Hz).

<sup>3</sup> Potencia en W indicada en el tubo.

## 6. POTENCIA DEMANDADA POR UNA INSTALACIÓN – FACTORES DE CÁLCULO

En base a las potencias demandadas por cada receptor se calcula la potencia demandada por la instalación, introduciendo distintos factores que tienen en cuenta la utilización de cada carga (no operación a plena carga de cada receptor) y la diversidad del uso (operación no simultánea de todas las cargas de determinado grupo).

Los factores que se manejarán en el presente curso son:

- **Factor de utilización ( $f_u$ ):**

En condiciones de operación normal, la potencia consumida por una carga es algunas veces menor que la indicada como su potencia nominal, y para su cálculo se define el factor de utilización como el cociente entre la potencia efectivamente demandada por la carga, y la potencia nominal de la misma:

$$f_u = \frac{P_e}{P_n}$$

- **Factor de simultaneidad ( $f_s$ ):**

Normalmente la operación simultánea de todas las cargas de un sistema nunca ocurre, apareciendo siempre determinado grado de diversidad, que se expresa para cada grupo de cargas mediante el factor de simultaneidad. El mismo se define como el cociente entre la demanda máxima del grupo  $j$ , y la suma de las demandas máximas de cada carga ( $i$ ) del grupo  $j$ :

$$f_s = \frac{D_{mj}}{\sum_i D_{mi}}$$

- **Factor de demanda:**

Este factor se define para un conjunto de receptores, como el cociente entre la potencia máxima demandada por el conjunto, y la potencia instalada correspondiente al mismo conjunto, y agrupa los dos factores definidos anteriormente.

La determinación de estos factores es responsabilidad del proyectista, requiere un conocimiento detallado de la instalación y de las condiciones en las cuales cada carga y cada grupo de cargas son explotados. Por estas razones no es posible dar valores de aplicación general correspondientes a todos los factores, no obstante si no se dispone de información precisa pueden manejarse los siguientes valores para el factor de simultaneidad:

- Para tableros de distribución que alimentan determinado número de circuitos, se especifican los siguientes factores de simultaneidad, cuando no se conoce como se distribuye la carga total entre los circuitos:

Número de circuitos	Factor de simultaneidad
2 y 3	0.9
4 y 5	0.8
6 a 9	0.7
10 o más	0.6

**Tabla 5: Factores de simultaneidad típicos para tableros de distribución.**

Si las cargas son principalmente cargas de iluminación, es recomendable considerar factor de simultaneidad = 1.

Para grupos de cargas del mismo tipo, se especifican los siguientes factores:

Tipo de carga	Factor de simultaneidad
Iluminación	1
Calefacción y Aire Acondicionado	1
Toma corrientes	0.1 o 0.2 <sup>4</sup>
Elevación y carga:	
motor mayor	1
2º motor	0.75
resto de los motores	0.6

**Tabla 6: Factores de simultaneidad típicos, por tipo de carga.**

- **Factor de reserva:** Este factor debe ser estimado de acuerdo a las extensiones previstas de la instalación, no obstante en caso de no disponerse de información precisa, se recomienda considerar un 20% de reserva para ampliaciones futuras.

Por último debe tenerse presente que la potencia aparente instalada, a menos de la aplicación de los factores correspondientes, es comúnmente asumida como la suma aritmética de la potencia aparente de cada carga individual. Esto en rigor no es válido porque todas las cargas no tienen el mismo factor de potencia, y por tanto no pueden sumarse sus módulos aritméticamente para obtener el módulo de la potencia aparente resultante.

El procedimiento correcto es:

A menos de los factores de utilización y simultaneidad correspondientes, o del factor de demanda general de la instalación, si cada carga demanda una potencia aparente, el grupo de cargas demandará:

<sup>4</sup> Estos valores valen para más de 20 tomas. En industrias u otros casos puede ser mayor.

$$P = \sum_i P_i$$

$$Q = \sum_i Q_i$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$\cos\varphi = \frac{P}{S}$$

Debe realizarse entonces una suma de potencias activas y reactivas por separado, o bien la suma compleja de las potencias aparentes.

## 7. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA PARA EDIFICIOS INDUSTRIALES, RESIDENCIALES Y COMERCIALES

### 7.1. Estimación de la demanda de potencia para una instalación industrial

En una instalación industrial se tiene en general tres tipos de cargas:

- Cargas de motores y equipos en general
- Cargas de iluminación
- Cargas asociadas a tomas

#### 7.1.1. Cargas de motores y equipos en general

Previamente se mostró cómo calcular en función de los valores de potencia nominal de cada carga, la potencia eléctrica correspondiente a la misma.

Luego, la potencia efectivamente requerida por cada carga ( $P_{ei}$ ), se calcula como:

$$P_{ei} = P_{Ni} \cdot f_{ui}$$

Como siguiente paso debe definirse la agrupación de las cargas, y el factor de simultaneidad de cada grupo, para calcular la potencia efectivamente requerida por cada grupo ( $P_{ej}$ ), como:

$$P_{ej} = f_{sj} \cdot \sum_i P_{ei}$$

Por último, siendo  $f_s$  el factor de simultaneidad entre grupos, la demanda de potencia total ( $P_{eT}$ ) se calcula como:

$$P_{eT} = f_s \cdot \sum_j P_{ej}$$

Para un proceso de producción conocido, puede obtenerse el valor del factor de demanda, y calcular la demanda de potencia total como:

$$P_{eT} = f_d \cdot \sum_i P_{Ni}$$

En algunos libros de texto de Instalaciones Eléctricas de BT como el indicado en la Bibliografía se indican factores de demanda medios, según el tipo de proceso productivo y el rango de potencia total instalada.

Es recomendable utilizar este factor, solo en caso de que sea un dato aprobado por el técnico que conoce efectivamente el proceso productivo.

### 7.1.2. Cargas de iluminación

Se distinguen dos casos:

- Si ya está realizado el anteproyecto de iluminación y por tanto se conoce la cantidad y el tipo de artefactos que se instalará, se puede calcular la potencia requerida para iluminación en función de la requerida por cada artefacto, con los criterios ya presentados.
- En caso contrario se calcula mediante un cálculo global, que se desarrollará en el tema de Iluminación.

### 7.1.3. Cargas asociadas a tomacorrientes

Se distinguen dos casos:

- Si son tomas de uso fijo, se realiza el cálculo en función de la potencia efectivamente requerida para cada equipo, teniendo en cuenta su modalidad de uso (factor de simultaneidad).
- Si son de uso múltiple y son más de 20 tomas, se considera la potencia correspondiente a la corriente nominal del toma y un factor de simultaneidad según la tabla (entre 0.1 y 0.2). Si son menos de 20 tomas, debe estimarse una modalidad de uso para definir el factor de simultaneidad.

## 7.2. Estimación de la demanda de potencia para instalaciones comerciales y residenciales

Estimación de la demanda de potencia para una vivienda o local comercial.

- Iluminación: 100W por pico.
- Si son tomas de uso fijo, se realiza el cálculo en función de la potencia efectivamente requerida para cada receptor, teniendo en cuenta su modalidad de uso (factor de simultaneidad).
- Si son tomas de para usos múltiples, puede utilizarse el siguiente criterio (Contenido en la Norma de Instalaciones de UTE):
  - Tomas Monofásicos:  
Hasta 3 tomas inclusive: 1kW  
De 4 a 6 tomas: 2kW  
Más de 6 tomas: Se consideran 2 kW más, cada 6 tomas o fracción.
  - Tomas Trifásicos:  
Hasta 3 tomas: 3 kW  
Más de 3 tomas: Se considera 1 kW más cada 3 tomas o fracción.

Para una estimación de carga a nivel de Anteproyecto de Arquitectura se pueden utilizar factores de densidad de carga por metro cuadrado para la determinación de la demanda individual de cada local o vivienda, y luego se aplican factores de simultaneidad estándar para el cálculo de la demanda total.

La Norma de Instalaciones de UTE, recomienda la utilización de los siguientes factores:

- Para locales comerciales: 0.1 kW/m<sup>2</sup>
- Para viviendas sin sistema de calefacción: 0.06 W/m<sup>2</sup>
- Para viviendas con losa radiante: 0.16 W/m<sup>2</sup>

## 7.3. Estimación de la demanda de potencia para un edificio de viviendas

Una vez determinada la demanda máxima de cada vivienda, se procede a calcular la demanda máxima de potencia del edificio.

La demanda máxima de potencia de un edificio ( $P_T$ ), se calcula como la suma de las potencias previstas para viviendas, servicios generales, locales comerciales y oficinas.

Siendo:

- $P_V$ : Potencia prevista para el conjunto de viviendas

- $P_{SG}$ : Potencia prevista para los servicios generales
- $P_C$ : Potencia prevista para los locales comerciales
- $P_O$ : Potencia prevista para las oficinas

Se tiene:

$$P_T = P_V + P_{SG} + P_C + P_O$$

La potencia prevista para el conjunto de viviendas, se calcula como la suma de las potencias previstas para cada vivienda, por el factor de simultaneidad según el número de viviendas.

Se da a continuación una tabla como referencia:

Número de consumidores (viviendas)	Factor de simultaneidad
2-4	1
5-9	0.78
10-14	0.63
15-19	0.53
20-24	0.49
25-29	0.46
30-34	0.44
35-39	0.42
40-49	0.41
50 y más	0.4

**Tabla 7: Factores de simultaneidad típicos para grupos de viviendas.**

Los valores de la tabla anterior suponen que no se está utilizando calefacción por acumulación. Cuando se utiliza esta modalidad, en general el consumo por calefacción se produce en un horario predeterminado y durante el cual en general no hay otros consumos en la vivienda. Por lo que debe estudiarse por un lado la demanda correspondiente a calefacción, considerando para este tipo de consumo un factor de simultaneidad de 0.8 y contrastar la demanda máxima por calefacción contra la demanda máxima de potencia diurna correspondiente a los demás usos de la energía.

### 7.3.1. Cálculo de la potencia prevista para los servicios generales ( $P_{sg}$ )

Se consideran servicios generales de un edificio aquellos que son de uso común a todas las viviendas, tales como:

- Ascensores
- Montacargas
- Iluminación de espacios comunes
- Calefacción y aire acondicionado de espacios comunes
- Garajes

A cada uno de estos servicios se le asigna una potencia de cálculo, y la suma de todas ellas dará la potencia de los servicios generales. Se considera factor de simultaneidad uno entre los distintos tipos de cargas.

A modo de orientación y a falta de datos específicos de cada servicio general, pueden utilizarse los valores indicados en la Norma de Instalaciones de UTE.

### **7.3.2. Cálculo de la potencia prevista para locales comerciales y oficinas ( $P_c + P_o$ )**

Para las áreas destinadas a uso comercial o de oficinas, deben utilizarse los criterios dados para viviendas y locales comerciales individuales.