



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



# Instalaciones Eléctricas

Cargas Eléctricas y Estimación de la Demanda

# Receptores Eléctricos

Existen distintos tipos de receptores:

- Electrodoméstico
- Lámpara
- Motor
- Servidor / IT Rack
- Ascensor
- Aire Acondicionado
- Cámara de Frio
- Maquinaria Industrial
- Auto eléctrico
- Etc.



Se conecta a una fuente de energía eléctrica y realiza una función específica a partir de la transformación de dicha energía.

# Receptores Eléctricos

- Electrodoméstico
- Lámpara
- Motor
- Servidor / IT Rack
- Ascensor
- Aire Acondicionado
- Cámara de Frio
- Maquinaria Industrial
- Auto eléctrico
- Etc.

Características en común que son de interés al ingeniero eléctrico:

- Cómo se conecta a la red
- Cómo usa la energía

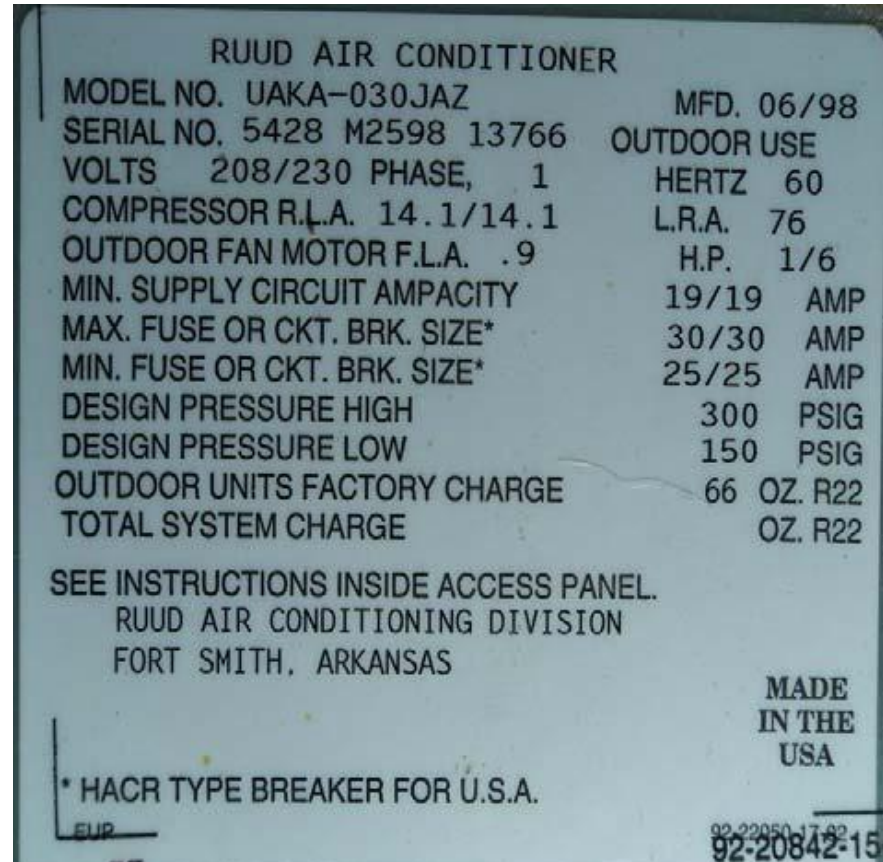
Chapa de características:

<b>SIEMENS</b>					
PE•21 PLUS™			PREMIUM EFFICIENCY		
ORD.NO.	1LA02864SE41		E. NO.		
TYPE	RGZESD		FRAME	286T	
H. P.	30.00		SERVICE FACTOR	1.15	3 PH
AMPS	34.9		VOLTS	460	
R.P.M.	1765		HERTZ	60	
DUTY	CONT		40°C AMB.		DATE CODE
CLASS INSUL.	F	NEMA DESGN	B	KVA CODE	G
SH. END BRG.	50BC03JPP3		OFF. END BRG.	50BC03JPP3	
<b>MILL AND CHEMICAL DUTY QUALITY INDUCTION MOTOR</b>					
Siemens Energy & Automation, Inc, Little Rock, AR				MADE IN U.S.A.	

Valores NOMINALES: valores normales de funcionamiento, para el ciclo de trabajo y las condiciones de instalación normales.

# Receptores Eléctricos

Placas de características de algunos equipos:



**LED AREA AND PARKING LOT LIGHT**  
 MODEL: APL-NW150



INTERNATIONAL  
ELECTRICAL TESTING  
LABORATORY  
U.S.

RATED VOLTAGE: 100-277 VAC
RATED WATTAGE: 150W
CURRENT DRAW: 1.375A
COLOR TEMP: 5000K±300K
IP RATING: IP65
BEAM ANGLE: 85°/135°
CRI: 75 CRI
OPERATING TEMP: -49° F TO +113° F

**WARNING:**  
 THIS PRODUCT MUST BE INSTALLED IN  
 ACCORDANCE WITH LOCAL  
 ELECTRICAL CODE AND ORDINANCES.

**CAUTION:**  
 RISK OF ELECTRICAL SHOCK.  
 DISCONNECT POWER BEFORE  
 SERVICING.

-SUITABLE FOR WET LOCATIONS-

**superbrightleds.com**

# Receptores Eléctricos - clasificación

## 1) Por tensión nominal

- Receptores para corriente alterna

Muy baja tensión:  $U_n \leq 50V$

Baja tensión (BT):  $50V < U_n \leq 1000V$

Media tensión (MT):  $1000V < U_n \leq 72.5kV$

- Receptores para corriente continua

Muy baja tensión:  $U_n \leq 120V$

Baja tensión (BT):  $120V < U_n \leq 1500V$

# Receptores Eléctricos - clasificación

## 2) Según su frecuencia nominal de servicio:

- Receptores de frecuencia reducida

$$f_n < 50/60 \text{ Hz}$$

- Receptores de frecuencia normal (industrial)

$$f_n = 50 \text{ ó } 60\text{Hz}$$

- Receptores de frecuencia alta

$$f_n > 50/60 \text{ Hz}$$

## Receptores Eléctricos - clasificación

2) Según sus requerimientos desde el punto de vista de la confiabilidad y continuidad del servicio:

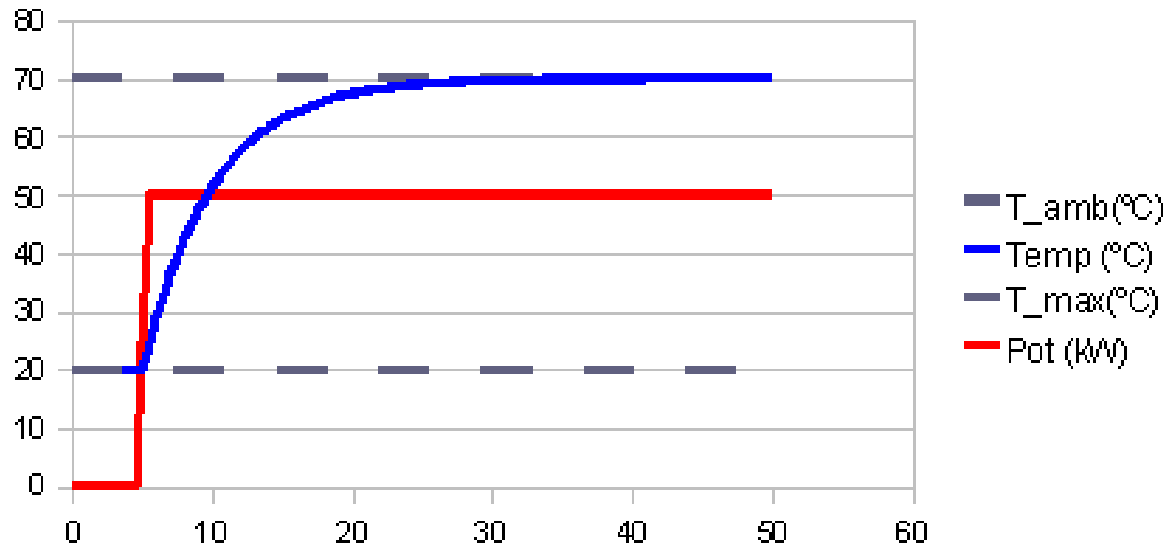
- Receptores cuya desconexión pone en peligro la vida de las personas. Sistema de alimentación de **seguridad**.
- Receptores cuya interrupción implica pérdidas (materiales) importantes pero no pone en riesgo la seguridad de vida de las personas. Sistema de alimentación de **respaldo**.
- Receptores no incluidos en las categorías anteriores.

3) Según su uso: industrial, residencial, etc.

# Receptores Eléctricos - clasificación

## 3) Según su régimen de trabajo:

- Continuo o poco variable: pueden trabajar durante un tiempo prolongado después de llegar a su temperatura de trabajo sin dañarse.

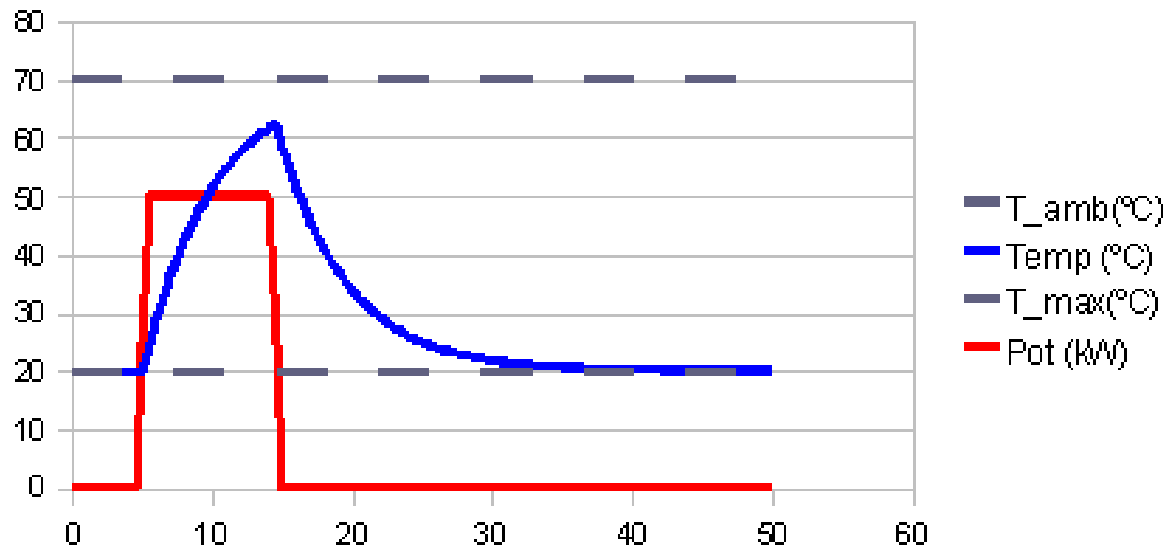




## Receptores Eléctricos - clasificación

### 3) Según su régimen de trabajo:

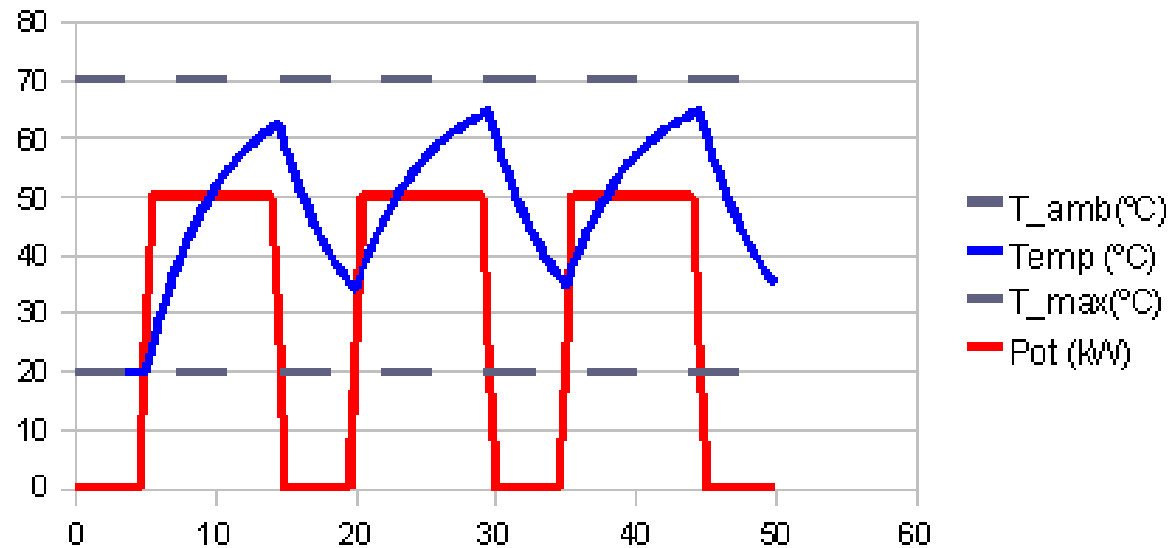
- Corta duración: poseen un ciclo de trabajo pequeño. En operación no alcanzan la temperatura máxima de trabajo y en reposo su temperatura se reduce hasta la temperatura ambiente.



## Receptores Eléctricos - clasificación

### 3) Según su régimen de trabajo:

- Intermittente: poseen un ciclo de trabajo en el que no alcanzan la temperatura máxima de trabajo, pero en el reposo su temperatura no se reduce hasta la temperatura ambiente.



# Receptores Eléctricos - clasificación

## 4) Según condiciones de Instalación:

- IP, IK
- Condiciones ambientales
- Vibración, esfuerzos mecánicos

### Protección contra cuerpos sólidos

#### IP

0		Sin protección
1		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 50 mm (ej.: contactos involuntarios de la mano)
2		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 12,5 mm (ej.: dedos de la mano)
3		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm (ej.: herramientas, cables)
4		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm (ej.: alambres, pequeños cables)
5		Protegido contra la penetración de polvo
6		Totalmente protegido contra la penetración de polvo

### Protección contra agua

#### IP

0		Sin protección
1		Protegido contra la caída vertical de gotas de agua (condensación)
2		Protegido contra la caída de gotas de agua hasta 15° de la vertical
3		Protegido contra la caída de agua de lluvia hasta 60° de la vertical
4		Protegido contra las proyecciones de agua en todas las direcciones
5		Protegido contra el chorro de agua en todas las direcciones
6		Protegido contra el chorro de agua similar a los golpes de mar
7		Protegido contra los efectos de la inmersión
8		Protegido contra los efectos de la inmersión prolongada bajo presión

### Protección contra impactos mecánicos

#### IK

00		Sin protección
01		Energía de choque 0,150 J
02		Energía de choque 0,200 J
03		Energía de choque 0,350 J
04		Energía de choque 0,500 J
05		Energía de choque 0,700 J
06		Energía de choque 1,00 J
07		Energía de choque 2,00 J
08		Energía de choque 5,00 J
09		Energía de choque 10,00 J
10		Energía de choque 20,00 J

### Índices de Protección IP e IK

Definen el grado de protección contra el polvo, humedades e impactos mecánicos según las normas IEC 60529. EN 60529 y EN 50102

# Tensión en una red

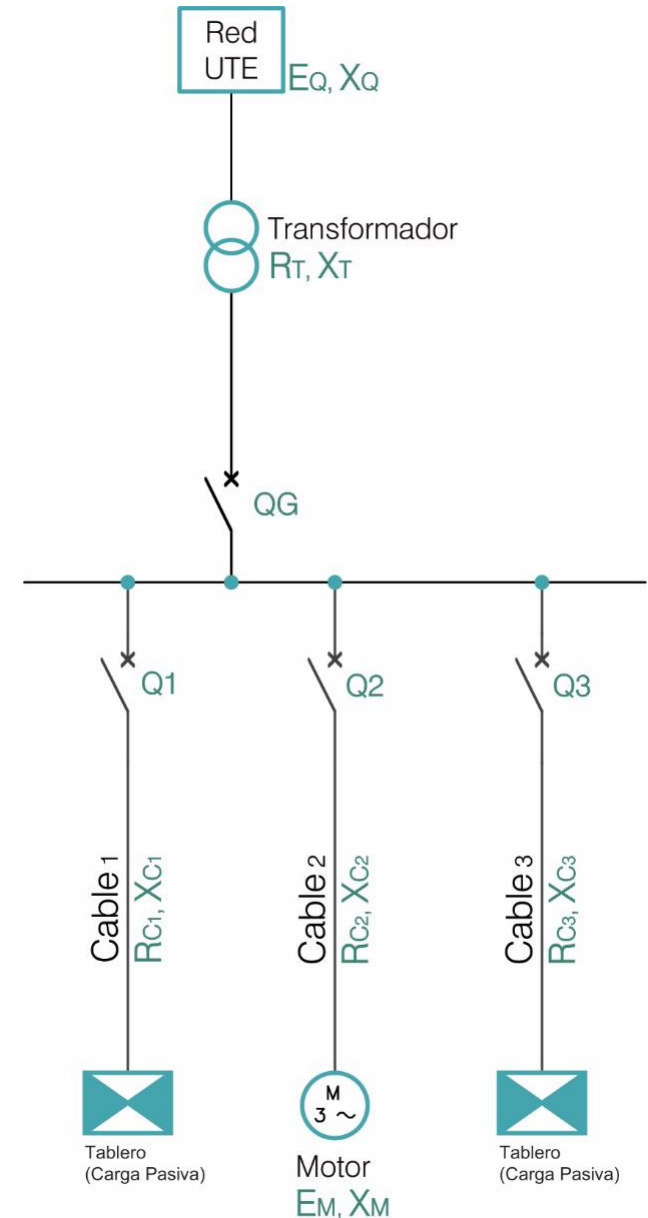
Una red se determina por 3 valores de tensión:

- **Tensión Nominal:** tensión de diseño, para la cual se refieren determinados parámetros.
- **Tensión Máxima:** es el mayor valor de la tensión que se presenta en un instante en cualquier punto de la red, en condiciones normales de funcionamiento
- **Tensión Mínima:** es el menor valor de la tensión que se presenta en un instante en cualquier punto de la red, en condiciones normales de funcionamiento.

## Estimación de la demanda: motivación

El calculo de la demanda máxima de potencia es fundamental para las definiciones del:

- **Contrato de suministro de energía.** Entre otros, define tensión de suministro.
- **Capacidad del transformador.** Cuando el suministro es en MT el usuario es responsable del diseño del centro de transformación.



## Estimación de la demanda - tipos de receptores

Para realizar el calculo de la demanda máxima, debe primero determinarse la potencia aparente de cada receptor.

Para ello se clasifican según su tipo en:

- Motores de inducción
- Dispositivos de electrónica de potencia
- Cargas tipo resistivas
- Iluminación

## Estimación de la demanda - Motores de inducción



<b>SIEMENS</b>		3 ~ MOTOR 1LA7 083-2YA60	
		2.0 HP	Ta -15/40°C FS 1.15
S1	IP55	220 YY / 440 Y V	1000msnm
60 Hz	IMB3	6.2 / 3.1 A.	10 Kg
AISL.F	$\eta$ 73.4	COS. $\varphi$ 0.86	BG 080
IEC 34	Ia 6.3In	Tn/Ta 4.18/13.7Nm	3410 rpm

- Potencia mecánica (Potencia útil) =  $P_n$  (HP)  $\rightarrow$   $P_n$  (kW)
- Potencia eléctrica (kW):  $P_e = \frac{P_n}{\eta}$
- Corriente demandada de la red (A):  $I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \eta \cdot \cos\varphi}$

Valores de factor de potencia y rendimiento dependen de la carga, para un cálculo de este tipo puede suponerse valores a plena carga.

## Estimación de la demanda - Motores de inducción

- Transitorios del arranque de los motores no afectan el dimensionado de los componentes de esta etapa porque, en general, no se produce el arranque simultáneo de varios motores y su duración es del orden de decenas de segundo.
- No obstante en aquellos casos en que la potencia del motor es importante comparada con la potencia de toda la instalación puede producirse la apertura del ICP en el arranque. En este caso se debe coordinar la curva de disparo del ICP o aumentar la potencia contratada.



## Estimación de la demanda - Electrónica de potencia



Variadores de frecuencia



Fuentes / UPS



Arrancadores de estado sólido

- rendimientos  $> 90\%$
- $\cos\varphi > 0,90$
- distorsión armónica, THD (armónicos impares 3,5,7,9)

Debe analizarse caso a caso con la hoja de datos.

## Estimación de la demanda - Cargas resistivas



- rendimientos = 100%
- $\cos\varphi = 1$

## Estimación de la demanda - Iluminación

Lámparas fluorescentes, de descarga o LED.

Poseen fuentes o drivers de electrónica de potencia,  
para la tecnología LED:

- $\cos\varphi > 0,95$
- Distorsión armónica importante!!! (THD > 20% inclusive)

El peso de la iluminación en la demanda total de la instalación tiende a reducirse con tecnologías más modernas y eficientes. Ejemplo LED (incluye equipo auxiliar):

- Oficinas: 5 W/m<sup>2</sup>
- Explanadas y corredores: 1 W/m<sup>2</sup>
- Iluminación vial: 0,3 W/m<sup>2</sup>



## Estimación de la demanda - Factores de cálculo

La potencia demanda por una instalación es la suma de la potencia demandada por cada uno de los receptores, afectados por coeficientes que tienen en cuenta su utilización y diversidad de uso:

- Factor de utilización:

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

- Factor de simultaneidad:

$$f_s(G_j) = \frac{P_e(G_j)}{\sum_{i \in G_j} P_e(i)}$$

- Factor de demanda:

$$f_d(G_j) = \frac{P_m(G_j)}{\sum_{i \in G_j} P_n(i)}$$

- Factor de reserva: 20% para ampliaciones futuras

## Estimación de la demanda - Procedimiento de cálculo

El procedimiento correcto, a menos del uso de los factores de utilización y simultaneidad, consiste en sumar individualmente las potencias activas y reactivas de todos los receptores y a partir de estas sumas obtener la potencia aparente de la instalación:

$$P = \sum_i P_i$$
$$Q = \sum_i Q_i$$
$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$
$$\cos\varphi = \frac{P}{S}$$

## Estimación de la demanda - Factores de simultaneidad típicos

- Para salidas de un tablero de distribución:

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

## Estimación de la demanda - Factores de simultaneidad típicos

- Para cargas de un mismo tipo:

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

## Estimación de la demanda - Ejemplo para una instalación industrial

- Potencia efectivamente requerida por cada carga:  $P_{ei} = P_{Ni} \cdot f_{ui}$
- Potencia efectivamente requerida por cada grupo:  
(donde  $f_{sj}$  es el factor de simultaneidad del grupo  $j$ )  $P_{ej} = f_{sj} \cdot \sum_i P_{ei}$
- Demanda de potencia total:  
(donde  $f_s$  es el factor de simultaneidad entre grupos)  $P_{eT} = f_s \cdot \sum_j P_{ej}$
- También puede calcularse la demanda de potencia total como:  $P_{eT} = f_d \cdot \sum_i P_{Ni}$



## Estimación de la demanda - Cargas residenciales y comerciales

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:  $0.1 \text{ kW/m}^2$
- Para viviendas sin sistema de calefacción:  $0.06 \text{ W/m}^2$
- Para viviendas con losa radiante:  $0.16 \text{ W/m}^2$

En caso de conocer el proyecto con mayor nivel de detalle, se puede realizar un cálculo considerando cada receptor.

## Estimación de la demanda - Ejemplo para un edificio de viviendas

La demanda máxima de potencia de un edificio se calcula como la suma de las potencias previstas para: viviendas, servicios generales, locales comerciales y locales de 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 que:

$$P_t = P_v + P_{sg} + P_c + P_o$$

## Estimación de la demanda - Ejemplo para un edificio de viviendas

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:

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