

MEMORIA DE ELECTRICIDAD

Trabajaremos en el mismo edificio de la práctica anterior, situado en la comunidad de Madrid, compuesto por 7 plantas, con 40 viviendas en total, con garaje y piscina.

A efectos de cálculo nos centraremos en la vivienda tipo B de la planta 6ª.

El cálculo de la instalación eléctrica lo haremos en función de los siguientes datos:

- El grado de electrificación de cada vivienda es elevado, por lo que la potencia contratada será de 8,8 Kw y la máxima será de 8Kw.
- Los cuartos de contadores están situados en la planta baja.
- Las derivaciones individuales serán monofásicas con las caídas de tensión estipuladas según reglamento pero, en previsión de un futuro aumento de potencia por preverse en las viviendas una instalación de aire acondicionado, se adopta el elevado.

MEMORIA DE CÁLCULO

La memoria de cálculo la dividiremos en 3 partes claramente diferenciadas: el cálculo de la potencia eléctrica total demandada por el edificio, el estudio de la necesidad de uso de transformador o no, y el cálculo de la sección de la línea en cada zona de la instalación.

1.- POTENCIA QUE DEMANDA LA LÍNEA

En primer lugar calcularemos el valor de la potencia eléctrica total que va a demandar el edificio; para ello tendremos que hacer un estudio de todas las zonas del mismo, tales como la potencia destinada a viviendas, potencia destinada a alumbrado de las zonas comunes del edificio, la iluminación y ventilación del garaje..., y todos aquellos elementos que tengan una demanda eléctrica en nuestro edificio.

La potencia total del edificio nos servirá después para el estudio de la necesidad o no de transformador, así como para el cálculo de las secciones de las líneas. Para ello nos valdremos de la fórmula:

$$P_t = P_v + P_g$$

siendo:

- P_t = potencia total
- P_v = potencia de viviendas.
- P_g = potencia de servicios generales.

Potencia de viviendas:

El grado de electrificación de las viviendas es elevado, es decir tomaremos 8Kw por vivienda. Como en nuestro edificio tenemos 40 viviendas, aplicamos la siguiente fórmula:

$P_v = G \times N \times C_s$ siendo: G: grado de electrificación

N: número de viviendas

C_s : Coeficiente de simultaneidad.

$$P_v = 8 \times 40 \times C_s = 176,8 \text{ Kw (Tabal XIV-2)}$$

Potencia de servicios generales:

Son todos los servicios generales que puedan demandar corriente eléctrica para la comunidad de vecinos.

Tomamos que $P_g = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$, siendo:

P1 = Alumbrado de zonas comunes:

Tomamos como dato que la iluminación por m² con elementos incandescentes es de 40 w/m², y con elementos fluorescentes es de 10 w/m².

ELEMENTO	SUPERFICIE (m²)	TIPO ILUMINACIÓN	w/m².	POTENCIA (Kw)
portal	45	incandescente	40	1,800
vestuarios	28,6	fluorescente	10	0,286
cuartos luz, gas, agua	33,2	fluorescente	10	0,332
cuarto basuras		fluorescente	10	0,080
cuarto depuradora	10	fluorescente	10	0,100
escaleras	255	fluorescente	10	2,550
pasillos distribución	200	fluorescente	10	2,000
porche	140	fluorescente	10	1,400
			total P1=	8,550 Kw

P2 = potencia ascensores:

En nuestro edificio tenemos 2 ascensores con una capacidad para 8 personas cada uno, que desarrollan una velocidad de 1,6 m/s, por lo que la potencia de cada uno, según tablas será de $p = 18,5 \text{ Kw}$, por lo que:

$$P_2 = 2 \times 18,5 = 37 \text{ Kw}$$

P3 = potencia garaje:

Tomamos que la ventilación y el alumbrado de la planta sótano, destinada a garaje, demanda una potencia de 25 w por cada m², por lo que, sabiendo que la superficie destinada es de 1460 m², tendremos:

$$P_3 = 25 \times 1460 = 36,5 \text{ Kw}$$

P4 = potencia de los grupos de presión de fontanería:

De la práctica de fontanería sabemos que los grupos de presión instalados generaban una potencia de 5,87 Kw/h, por lo que aplicando un rendimiento de la energía eléctrica del 80 % nos queda:

$$P_4 = 5,87/0,8 = 7,34 \text{ Kw}$$

P5 = potencia destinada a otros servicios:

En este apartado incluimos el portero automático, la depuradora de la piscina, y otros posibles elementos que

puedan aparecer en nuestra instalación en un futuro, estimaremos una demanda

$$P5 = 15 \text{ Kw}$$

Haciendo la suma de todos estos apartados nos queda que la potencia total de servicios generales es de:

$$P_g = 8,55 + 37 + 36,5 + 7,34 + 15 = 114,4 \text{ Kw}$$

y la potencia total demandada por nuestro edificio será de:

$$P_{\text{total}} = 176,2 + 114,4 = 291,2 \text{ Kw}$$

Ante esta demanda de potencia será necesario disponer de dos líneas de acometida, (porque la potencia máxima permitida por cada línea es de 160 KW), y aparte otra para servicios de emergencia, que ya estudiaremos posteriormente.

2.- ESTUDIO DEL USO DE TRANSFORMADOR

El transformador es la máquina estática, capaz de producir tensiones, simplemente por la aplicación de los fenómenos de autoinducción que se producen en sus bobinas de cobre.

Según la REBT (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión), a partir del límite establecido de 50 Kw de potencia demandada se precisa reservar un local a la compañía distribuidora de energía eléctrica por si decide emplazar un centro de transformación y dar servicio en Alta Tensión, o llevar una línea desde un centro de transformación cercano, si lo hubiere.

Ya que el valor de potencia demandada de nuestra práctica de 291,2 Kw es claramente superior a la potencia límite 50Kw, deberemos acomodar un local para el emplazamiento del centro de transformación (CT).

El CT se colocará en la planta baja del edificio teniendo en cuenta para su ubicación las siguientes servidumbres:

- Accesos para los materiales que resistan sobrecargas de 2000 Kg/m².
- Necesidades de ventilación del local, para evitar calentamientos excesivos del transformador, disponiendo entradas inferiores de aire y salidas superiores, de forma que la corriente incida sobre el transformador.
- Los locales destinados a CT permanecerán cerrados con llave y no se permitirá el acceso a los mismos de las personas ajenas al servicio.
- Las puertas de acceso al local serán abatibles y abrirán siempre hacia el exterior del recinto, llevando en su cara exterior rótulos indicadores de AT.
- En su interior se prohíbe el uso de pavimentos deslizantes.
- Los tabiques de separación entre celdas serán de materiales incombustibles y mecánicamente resistentes a las cargas de los apoyos que reciban.
- El ancho libre de los pasillos de servicio, con tensión a ambos lados será de 1,20 m y la anchura libre de los mismos de 2,20m.

La disposición tradicional del local sería por medio de celdas de entrada, de salida, de paso a abonado, de protección, de medida y de rafo; pero nosotros lo realizaremos por cabinas que materializan cada elemento del aparellaje del AT (distribución moderna).

Los transformadores quedarán definidos por su potencia aproximada, la cual se determinará a partir de varias hipótesis:

- Conociendo la potencia específica.
- Partiendo del consumo total.
- Partiendo de la potencia de consumo total del edificio.

Para nuestro cálculo utilizaremos la última hipótesis partiendo de la fórmula:

$$P_t = P / \eta \times \cos \phi$$

P_t : potencia del transformador

P : potencia demandada por el edificio

η : rendimiento (tomaremos el 80 %)

$\cos \phi$: factor de potencia

$$P_t = 291,2 / 0,8 \times 0,8 = 455 \text{ KVA.}$$

Y a este valor le añadimos ahora un 20 % para imprevistos, por lo que la potencia no quedará: $P_t = 455 \times (1+0,2) = 546 \text{ KVA}$

Dado que esta potencia no está normalizada, necesitaremos un transformador de la potencia inmediatamente superior, éste será de **630 KVA**.

3.- CÁLCULO DE SECCIONES DE CONDUCTORES

Para el cálculo de las secciones de los conductores que van a formar la instalación de electricidad del edificio, y que lógicamente irán disminuyendo en sección desde la acometida hasta los receptores a utilizar; cada circuito se realizará mediante 5 pasos:

- Cálculo de la potencia demandada por la línea.
- Cálculo de la intensidad.
- Cálculo de la sección por caída de tensión.
- Comprobación en las tablas de la $I_{m\acute{a}x}$.
- Comprobación que $I_{m\acute{a}x} > I_{calculada}$.

3.1.- Dimensionado de las líneas de acometida:

Seguiremos los 5 pasos citados anteriormente para el cálculo:

1.- Cálculo de la potencia total del edificio:

La potencia ya se ha calculado en el apartado primero de nuestra memoria, siendo $P = 291,2 \text{ Kw}$, pero como tenemos la necesidad de disponer dos acometidas, cada una de ellas llevará la mitad de la potencia, es decir tomaremos que

$$P = 145,6 \text{ Kw.}$$

2.- Cálculo de la intensidad:

Se halla la intensidad de consumo de cada circuito a partir de la fórmula de la intensidad eléctrica para una distribución trifásica:

$$I_i = P_t / \sqrt{3} \times V \times \cos$$

I_i : intensidad calculada

P_t : potencia total

V : Tensión sobre fases.

$\cos$: factor de potencia

$$I_i = 145,6 \times 10^3 / \sqrt{3} \times 380 \times 0,8 = 276,52 \text{ A}$$

3.- Cálculo de la sección por caída de tensión:

Se halla la sección de línea del circuito a partir de la fórmula de sección para una distribución trifásica partiendo de los datos obtenidos anteriormente:

$$S = \sqrt{3} \times L \times I_i \times \cos / c \times v$$

L : longitud de la línea

I_i : Intensidad calculada

$\cos$: factor de potencia

c : conductividad del cobre

v : caída de tensión

$$S = \sqrt{3} \times 50 \times 276,52 \times 0,8 / 56 \times (0,01 \times 380) = 90,02 \text{ mm}^2$$

Con el resultado obtenido comprobamos en la tabla XIV-6, entrando en ella con los datos de sección y tipo de conductor:

Para una sección de 95 mm² (sección directa superior a 90,02 mm²), con conductor de polietileno reticulado en circuito enterrado (3F + N) obtenemos un valor máximo de intensidad de 335 A, que, al estar el conductor protegido por tubo lo multiplicamos por 0,8, con lo que nos queda una intensidad de 268 A, que es menor que la que calculamos, por lo que tendremos que acudir a mayores secciones. Para una sección de **120 mm²** nos queda

$$I = 380 \times 0,8 = 304 \text{ A} > 276,52 \text{ A} ! \text{ Vale.}$$

Por lo tanto tendremos 3 fases de 120 mm², 1 neutro de 60 mm² (mitad de la sección de la fase), y una toma de tierra de 60 mm².

$$3 \times 120 + 60 + TT \text{ o } 3 \times 120 + 60 + 60$$

3.2.- Dimensionado de la línea a la vivienda tipo B

Seguiremos, de nuevo, los 5 pasos anteriormente citados:

1.- Cálculo de la potencia total del edificio:

Al tratarse de una vivienda con grado de electrificación elevado su potencia contratada es de 8,8 Kw y su potencia máxima (la utilizada) es de 8 Kw.

$$P = 8000 \text{ w}$$

2.- Cálculo de la intensidad:

Se halla la intensidad de consumo de cada circuito a partir de la fórmula de la intensidad eléctrica para una distribución monofásica:

$$I_i = P_t / V \times \cos$$

I_i : intensidad calculada

P_t : potencia total

V : Tensión sobre fases.

$\cos$: factor de potencia

$$I_i = 8000 / \sqrt{3} \times 220 \times 0,8 = 45,45 \text{ A}$$

3.- Cálculo de la sección por caída de tensión:

Se halla la sección de línea del circuito a partir de la fórmula de sección para una distribución trifásica partiendo de los datos obtenidos anteriormente:

$$S = 2 \times L \times I_i \times \cos / c \times v$$

L : longitud de la línea

I_i : Intensidad calculada

$\cos$: factor de potencia

c : conductividad del cobre

v : caída de tensión

$$S = 2 \times 42 \times 45,45 \times 0,8 / 56 \times (0,01 \times 220) = 24,79 \text{ mm}^2$$

Acudimos a la sección directamente superior, que será de 25 mm², y con este dato entramos en la tabla XIV-4:

Para una sección de 25 mm² en un circuito formado por conductores de cobre aislados con PVC le corresponde una intensidad de 64 A > 45,45 A, por lo que daremos por válida esta sección.

Por lo tanto, la línea monofásica correspondiente a la vivienda tipo B será de una fase de **25 mm²**, un neutro de 16 mm², y la toma de tierra de 5 mm².

$$25+16+TT \text{ o } 25+16+5$$

El diámetro del tubo protector se halla mediante la tabla de tubos eléctricos en la cual se entra con el diámetro de la fase, el tipo de aislante y el número de conductores:

A un diámetro de fase de 25 mm² le corresponde un tubo protector para tres conductores de PVC de 23 mm, siendo el tubo rígido de PVC.

3.3.– Secciones en el interior de la vivienda

Según los circuitos de la vivienda, aparecen normalizadas las secciones.

DESIGNACIÓN DE CIRCUITOS	1º Alumbrado 2º Alumbrado 3º Enchufes varios usos 4º Enchufes varios usos 5º Lavadora 6º Cocina eléctrica
SECCIÓN DE CIRCUITOS	1º 1,5 mm ² 2º 1,5 mm ² 3º 2,5 mm ² 4º 2,5 mm ² 5º 4 mm ² 6º 6 mm ²

4.– DOTACIÓN ELÉCTRICA DE LA VIVIENDA

En el cuadro siguiente aparecen los distintos elementos que componen nuestra vivienda, así como el reparto de la potencia.

	CARACTERÍSTICAS	G. ELECTRIFICACIÓN ELEVADO	
		Salón-comedor	3 puntos de luz 6 tomas de 10 A tomas aire acondicionado
		Dormitorios	1 punto de luz 2 tomas de 10 A cada 6 m ² tomas aire acondicionado

		Cocina	1 punto de luz 3 tomas de 10 A + TT 1 toma de 16 A + TT 1 toma de 25 A + TT
		Baños	1 punto de luz 1 toma de 10 A + TT
		Distribuidor	1 punto de luz 2 tomas de 10 A
		Pasillo	2 puntos de luz
	REPARTO DE CARGAS	Alumbrado	60 % potencia alumbrado a 60 w/punto
		Enchufes de fuerza	2200 w en dos tomas de cada circuito
		Cocina	4400 w en su toma
		Electrodomésticos con caldeo eléctrico	3500 w en lavadora
	CUADRO DE DISTRIBUCIÓN		1 diferencial de 40 A
			2 P.I.A de 10 A
			1 P.I.A de 15 A
			1 P.I.A de 20 A
			2 P.I.A de 25 A

5.- ESTUDIO DE ACOMETIDAS ADICIONALES

En nuestro edificio dispondremos una tercera acometida además de las dos que ya aparecían en la memoria de cálculo de la instalación. Esta nueva acometida tendrá como uso único para casos de emergencia. A esta acometida conectaremos una línea hasta uno de los ascensores, para que pueda ser usado por los bomberos en caso de incendio. Asimismo, a esta acometida también se conectaría el grupo de presión encargado de surtir a las bocas de incendios, pero en nuestro edificio no hubo necesidad de ello (ver memoria de protección contra incendios).

Cada ascensor tiene una potencia de 18, 5 Kw, por lo que nuestra acometida deberá abastecer esta potencia como mínimo.

6.- CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA

Enumeramos a continuación diversos aspectos a tener en cuenta a la hora de ejecutar nuestra instalación:

- La instalación, en general deberá cumplir unas determinadas condiciones técnicas:
- Debe existir la posibilidad absoluta de permitir el paso de intensidad de corriente necesaria en cada

- circuito, con arreglo a los consumos de los receptores instalados, sin que se resienta la instalación de una caída de tensión por encima del valor admisible o de un calentamiento de los conductores anormal.
- El nivel de aislamiento de los conductores y mecanismos debe estar acorde con la tensión de utilización y con los riesgos de seguridad que en cada caso demande la instalación.
 - Dotación de los sistemas de protección contra incendios de cortocircuitos y sobreintensidades que se puedan producir en toda la instalación, no dejando de proteger ningún punto de la instalación directa o indirectamente.
 - Cumplimiento estricto de toda la normativa de seguridad, para evitar los posibles accidentes del usuario de la instalación, utilizando todas las posibilidades de las más modernas tecnologías en material eléctrico.
 - Adecuación del nivel o grado de electrificación acorde con la potencia instalada, evitando grandes diferencias entre ambos conjuntos.
 - Previsión futurista de la instalación que permita posibilidad material de ampliación, evitando el cerramiento inamovible del conjunto de la instalación, fundamentalmente en los circuitos o líneas de carácter general o principales.
- Las cajas generales de protección se fijarán al muro de la fachada principal. Las dimensiones de cada caja serán de 70 x 140 x 30 cm, y cumplirán la recomendación UNESA (1403), y las normas particulares de la empresa suministradora. En ella dispondremos los fusibles generales de nuestra instalación.
- El cuarto de centralización de contadores deberá cumplir las siguientes normas:
 - Será de fácil y libre acceso
 - No será húmedo y estará suficientemente ventilado.
 - Tendrá sumideros de desagüe, si la cota del suelo es igual o inferior a la de los pasillos y locales colindantes.
 - La puerta de acceso al local, de dimensiones normales (mínimas de 1,90 x 0,66 m), abrirá hacia el exterior y su cierre estará normalizado por la compañía distribuidora.
 - Sus dimensiones serán tales que permitan alojar las diversas centralizaciones de contadores.
 - La altura mínima del local será de 2,30 m.
 - No estará próximo a locales que presenten riesgo de incendio o produzcan vapores corrosivos.
 - No será atravesado por conducciones de otras instalaciones que no sean eléctricas.
 - Las paredes que delimitan el local no tendrán resistencia inferior a la del tabicón.
 - Los contadores estarán dispuestos en batería, y serán de motor elemental de inducción. Además se instalará un contador reactivo a la línea que alimenta a los ascensores.
 - Dispondremos los siguientes elementos, que irán distribuidos en módulos:
 - Embarrado general, con fusibles de seguridad conectados a cada fase, y el neutro conectado mediante bornes.
 - Módulos de medida, es decir, los contadores, ya sean activos o reactivos.
 - Embarrado general de protección.
- Los tubos destinados a alojar las líneas de derivación individual, deberán tener un diámetro nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 50 %. Por el interior de los tubos discurrirán asimismo los conductores principales de la línea de tierra.
 - Las rozas para los tubos deberán guardar unas distancias aconsejables respecto del suelo, así como de huecos de ventanas y puertas. Las rozas nunca se harán horizontales, sino que se trazarán inclinadas en el cerramiento, para limitar en lo posible el debilitamiento de éste ante esfuerzos e impactos.
 - Las líneas de distribución discurrirán por los huecos destinados a instalaciones a ambos lados de la escalera. Es necesaria la total registrabilidad. El registro se dispondrá a unos 20 cm del techo con una altura aproximada de 30 cm. Cada tres plantas, por lo menos, se dispondrá en el patinillo una placa cortafuegos situada en la parte inferior de los registros.

- En cada vivienda dispondremos, entre otros elementos, un Interruptor de Control de Potencia (ICO), cuyas dimensiones serán de 250 x 115 x 53 mm, y se colocará a una altura entre 1,8 y 2m sobre el piso. Es importante recordar que se colocará antes del Cuadro General de Mando y Protección.
- En el interior de la vivienda los conductores estarán aislados, bajo tubo de PVC empotrado en la tabiquería.
- Se deberán conectar a tierra los siguientes elementos:
 - Los hierros de construcción
 - Los conductores de protección de las instalaciones interiores
 - Las tuberías metálicas que penetren en el edificio, tales como las de fontanería o gas.
 - Las guías de los ascensores.
 - Las antenas colectivas de TV, FM, etc.
 - Cualquier masa metálica importante que sea accesible como la depuradora, etc.
 - Según la función de cada uno de los conductores de la instalación le asignaremos un color, de la forma que aparece en la siguiente tabla:

Nº DE CONDUCTORES	UNO DE LOS CONDUCTORES ES DE PROTECCIÓN	SIN CONDUCTOR DE PROTECCIÓN
2	---	Azul claro Negro
3	Amarillo – verde Marrón o negro Azul claro	Azul claro Marrón Negro
4	Amarillo – verde Negro Azul claro Marrón	Azul claro Marrón Negro Negro
5	Amarillo – verde Negro Azul claro Marrón Negro	Azul claro Marrón Negro Negro Negro

7.- LISTADO DE MATERIALES

- Conductores unipolares de diámetro: 120 mm² y 60 mm² para la línea de acometida, de 25mm², 16mm² y 5mm² para la línea a vivienda y de 1,5 mm² (alumbrado), 6mm² (cocina), 2,5 mm² (usos varios) y 4mm² (tomas cocina), para la distribución interior de la vivienda.
- Aislamiento seco termoplástico de polietileno reticulado (PRC).
- Tubos protectores de PVC para conductores de 23 y 29 mm de diámetro (23mm para tramos rectos y 29mm para curvas).

- Cajas de empalme y derivación de las mismas dimensiones que los tubos protectores, que permitan la total registrabilidad de la instalación.
- Mecanismos de protección:
 - Fusibles
 - Interruptores automáticos
 - Limitadores de intensidad.
 - Interruptores diferenciales
 - Relés de protección
- Mecanismos de maniobra:
 - Interruptores
 - Conmutadores
 - Pulsadores
- Bases de enchufe de 10–16 A+TT y de 10–16 A
- Zumbador
- Mecanismos de señalización y control:
 - Pilotos o leds de señalización
- Aparatos tales de medida tales como amperímetros y voltímetros.