TRABAJO PRACTICO Nº 16

SISTEMAS ELÉCTRICOS

Instalaciones eléctricas en grandes edificios destinados a viviendas u oficinas

Preparado por: Arq. Jorge Czajkowski [Profesor Titular]

La nueva reglamentación del ENRE (Ente Nacional Regulador de la Electricidad) restringe las incumbencias del Arquitecto a que solamente pueda proyectar, calcular y dirigir un proyecto de instalación eléctrica para su propia obra. En cualquier otro caso deberá acudir a un matriculado de primera categoría que el ENRE designa al ingeniero electricista. Cabe destacar que en la Comisión redactora de la norma de la Asociación Electrotécnica Argentina AEA no hay participación de arquitectos.

Como en el curso anterior (Instalaciones 1) se desarrolló el tema de instalaciones eléctricas para viviendas unifamiliares, en el presente curso no se profundizará la instalación en detalle para cada Unidad Funcional del edificio, limitándonos a cuantificar la cantidad de bocas de iluminación, cantidad de tomacorrientes de uso general, y cantidad de tomacorrientes para usos especiales al solo efecto de cuantificar la potencia total necesaria para abastecer de energía eléctrica al edificio.

El plano reglamentario se compone de la siguiente documentación:

1. Esquema de plantas: en el cual se indican la posición de las bocas, tomacorrientes, interruptores de efecto, cajas de paso, ubicación de tableros, diámetro de cañerías, cantidad y sección de conductores.
2. Diagrama Unifilar de la Instalación: donde se indican esquemáticamente todos los elementos de maniobra, control, medición, y protección, tanto de las Unidades funcionales como de los Servicios Generales del Edificio.
3. Cuadro de Potencias: en el cual se cuantifican todas las bocas, y mediante la aplicación de coeficientes de simultaneidad se determina la potencia necesaria requerida por el edificio.
4. Esquema de montantes: en las que se ubican los tableros tanto principal como seccionales, montante de flotantes para tanques de reserva, montante de circuitos cuya protección se encuentra en el tablero principal, tal como baliza, o tomas para usos especiales como por ejemplo Booster para videocable en sala de máquinas en azotea. En todos estos se indica diámetro de cañería y cantidad y sección de cables.
   a. En esquema aparte se indica montante de tomacorrientes para conexionado de equipos autónomos de luz de emergencia.
   b. En esquema aparte se indica montante de luz temporizada de escalera y pasillos
   c. En esquema aparte se indica montante de tomacorrientes para usos generales de pasillos y espacios comunes.
   d. En esquema aparte se indica montante de circuitos de iluminación no temporizada (con interruptores de efecto) en espacios comunes.
   e. El esquema de montantes se completa con un esquema para Portero Eléctrico, otro para telefonía, y otro para circuitos de videocable o TV abierta.
   f. Esquema de pararrayos, y Puesta a Tierra del Sistema completo.
   g. Adicionalmente, y cuando el proyecto lo requiera, se deberá incluir montante de circuitos cerrados de TV, alarmas contra incendio, señalización de circulaciones y escapes, etc.

BIBLIOGRAFÍA:

Sobre la bibliografía caben dos posibilidades: a. adquirir en la AEA o el ENRE la normativa vigente que implica una lectura en lenguaje excesivamente técnico y hermético o b. adquirir un libro de texto. Nuestra cátedra considera que el libro del Ing. Levy (Profesor Titular de Instalaciones en la Universidad Nacional de Córdoba) es el único texto actualizado y recomendable por su claridad y pedagogía.

Levy, Rubén (1999) **Proyecto y arquitectura de las instalaciones**. Edit Cuker SRL. ISBN 987-97674. Bs As.
CAMBRE (2001) **Manual de instalaciones eléctricas**. 1er. Curso de Seguridad Eléctrica actualizado. Instalaciones Eléctricas en Inmuebles. www.cambre.com.ar

A continuación se desarrollará el práctico, realizando la instalación paso a paso, siguiendo el razonamiento que debe llevar a cabo el proyectista para ejecutar el plano con la documentación indicada precedentemente.

P01: Analizar el proyecto desde el punto de vista funcional y cuantificar la cantidad de Unidades Funcionales (UF) que requieran de medidores de energía independientes.

En edificios de departamentos:
- Cantidad de departamentos
- Cantidad de locales comerciales
- Servicios Generales del Edificio comunes a todas las UF

En edificio de oficinas:
- Cantidad de oficinas independientes
- Cantidad de locales comerciales
- Servicios Generales del Edificio comunes a todas las UF

En cada caso enumerar la cantidad de UF identificadas (UF1, UF2, etc.) en la Columna 1 de la Tabla 1, excluyendo de este análisis todo lo referido a los SG (Servicios Generales) del edificio, los cuales dada su complejidad serán tratados por separado.

P02: Indicar en la Columna 2 de la Tabla 1 la superficie de planta en metros cuadrados correspondiente a cada UF (a excepción de los SG).

P03: Indicar en el plano de planta la ubicación del tablero principal del edificio, en el cual se ubicarán los medidores de energía de cada UF y el de Servicios generales..

P04: Indicar en el plano de planta la ubicación de los tableros seccionales desde donde se alimentará cada UF, la columna montante de electricidad, y la ubicación de las cajas de paso de esta última.

P05: Indicar en el plano para cada UF las bocas de iluminación proyectadas y la ubicación de sus interruptores de efecto.

P06: Totalizar e indicar en la Columna 3 de la Tabla 1 la cantidad de bocas de iluminación correspondientes a cada UF

UF	Sup [m^2]	Bocas Luz	TUG	Circ. Luz	Circ. TUG	Circ. TUE	Grado Electrificación
1	2	3	4	5	6	7	8
UF1 UF2 UF3 UF4 UF5							
UFN Servicios generales	----------						

TABLA 1: cantidad de bocas de iluminación correspondientes a cada UF

P07: Indicar en el plano para cada UF las bocas de tomacorriente para usos generales TUG proyectadas.

P08: Totalizar e indicar en la columna 4 de la Tabla1 la cantidad de TUG.

P09: Indicar en la Columna 5 de la Tabla1 la cantidad de circuitos de luz, considerando un circuito cada 15 bocas como máximo.

P10: Indicar en la Columna 6 de la Tabla1 la cantidad de circuitos de TUG, considerando un circuito cada 15 bocas o fracción.

P11: Indicar en la Columna 8 de la Tabla 1 el grado de electrificación necesario a asignar a cada UF de acuerdo a la reglamentación vigente, es decir en función de la cantidad de circuitos de iluminación y TUG , y a superficie de planta de cada UF.

Boca de iluminación: boca que alimenta artefactos de iluminación y no supera los 6 Amp.
TUG - Tomacorriente de usos generales: boca que que alimentan cargas unitarias inferiores a 10 Amp. La protección termomagnética de estos circuitos no podrá ser mayor a 16 Amp.
TUE - Tomacorriente de usos especiales: boca que alimenta cargas unitarias superiores a 10 Amp. También se denominan TUE a los circuitos correspondientes a alimentar parques y jardines. Su protección termomagnética no podrá ser superior a 25 Amp.

Por lo tanto, de acuerdo a la reglamentación vigente:

	Deberá contar como mínimo con los siguientes circuitos:
Grado de electrificación mínima Menos de 60 m2	1 circuito para bocas de alumbrado 1 circuito para bocas de tomacorriente de usos generales TUG
Grado de electrificación medio Más de 60 m2 y menos de 150 m2	1 Circuito para bocas de alumbrado 1 Circuito para bocas de tomacorriente de usos generales TUG 1 Circuito para bocas de tomacorriente de usos especiales TUE
Grado de electrificación elevada Más de 150 m2	2 circuitos para bocas de alumbrado 2 circuitos para tomacorrientes de usos generales TUG 2 Circuito para bocas de tomacorriente de usos generales TUG

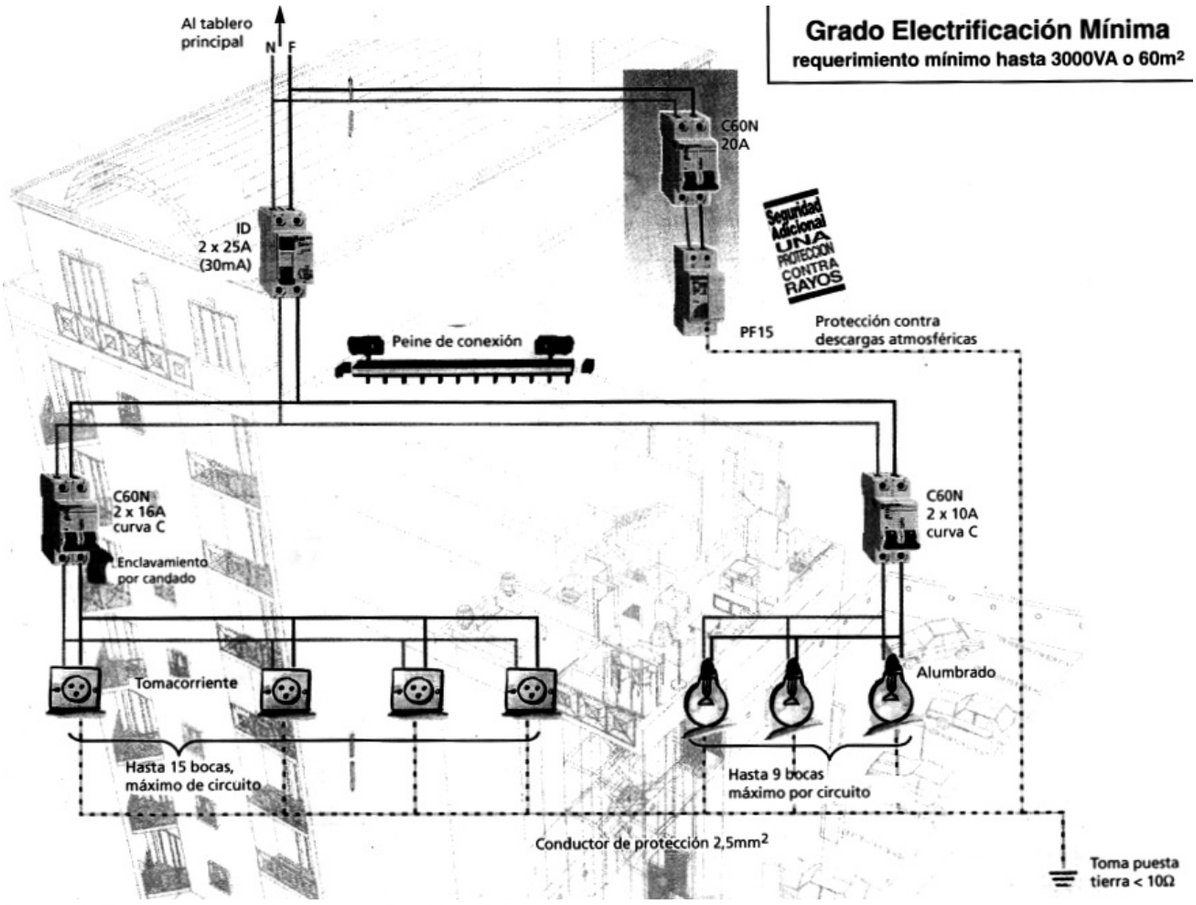

Figura 1: Esquema de grado de electrificación mínimo.

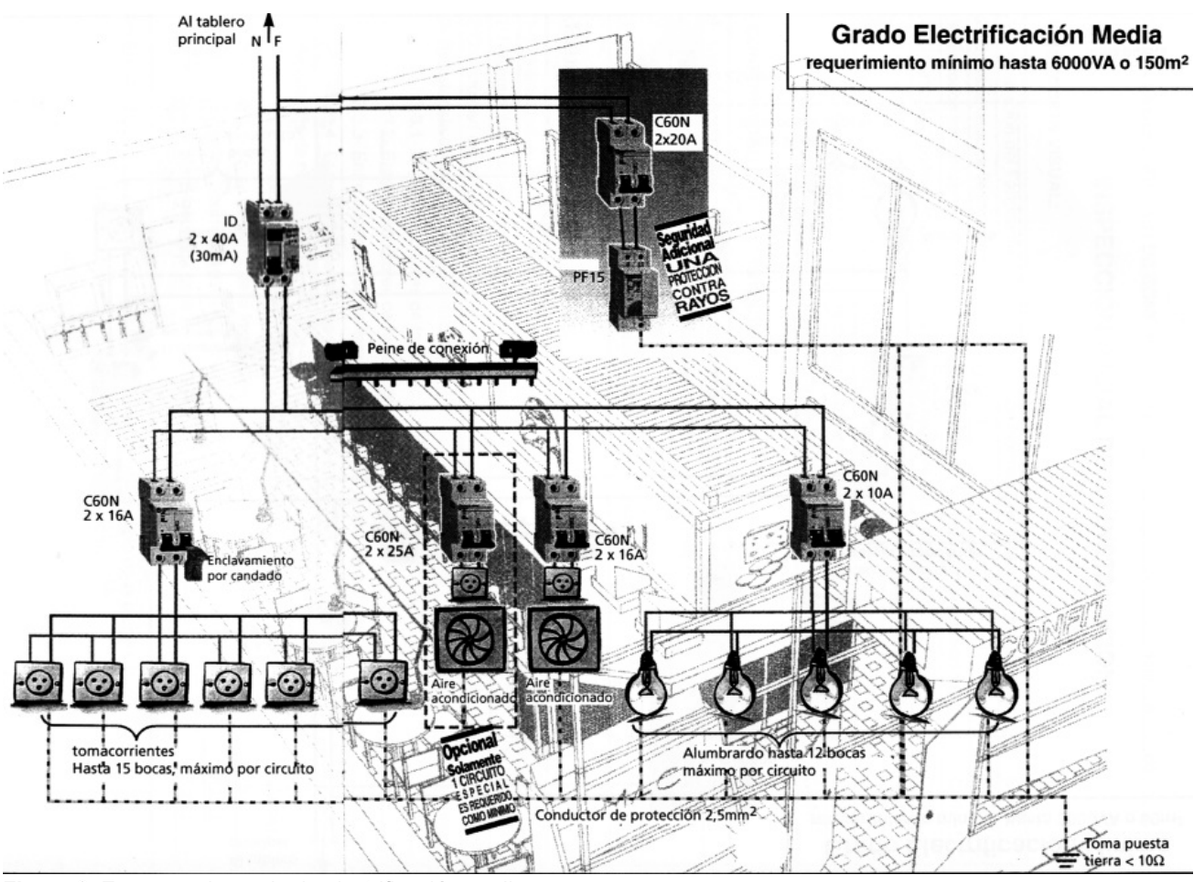

Figura 2: Esquema de grado de electrificación media.

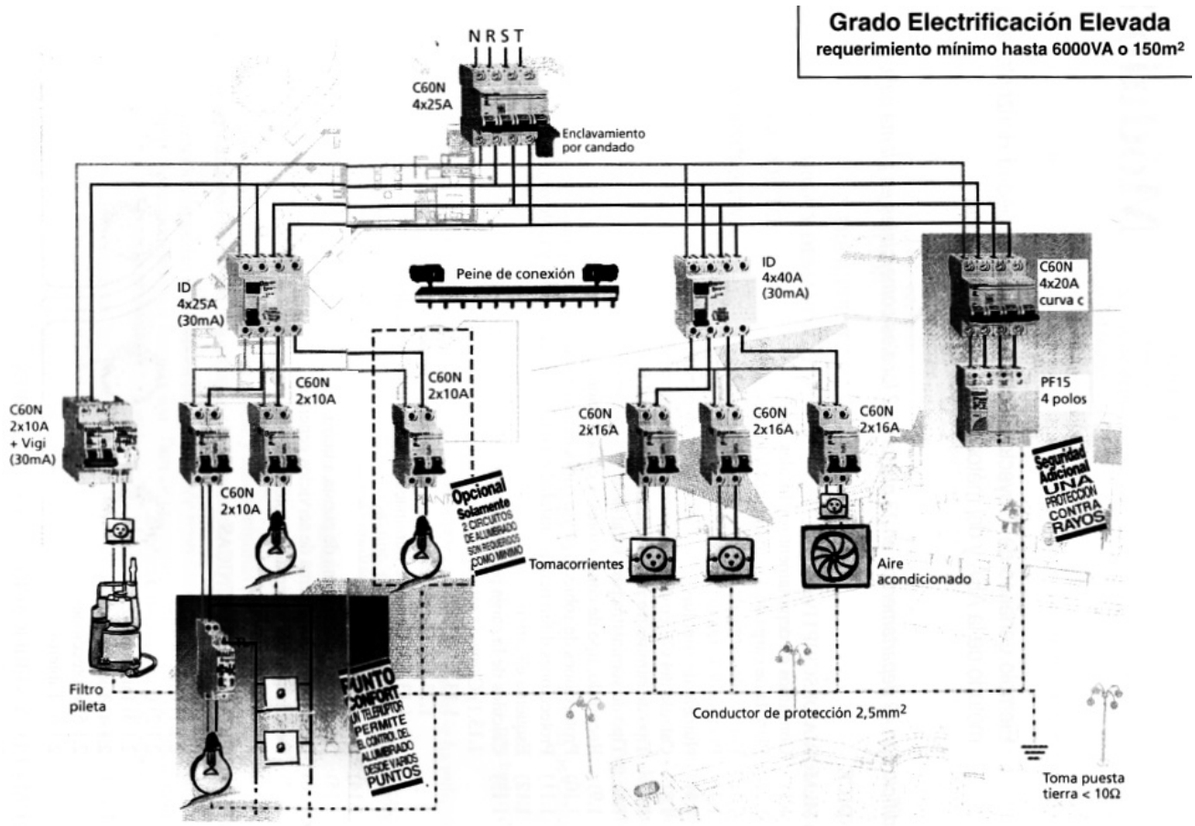

Figura 3: Esquema de grado de electrificación elevada.

Paso12: En caso de establecerse para alguna UF grado de electrificación medio, se deberá adicionar a esa UF un circuito de tomacorrientes para usos especiales TUE. Por lo tanto se deberá consignar en la Columna 7 de la Tabla 1 y se indicará en el plano de planta la ubicación de las bocas respectivas, a razón de 8 bocas como máximo por circuito. En caso de establecerse para alguna UF grado de electrificación elevado, se deberá adicionar a esa UF dos circuitos de tomacorrientes para usos especiales TUE. Por lo tanto se deberá consignar en la Columna 7 de la Tabla 1 y se indicará en el plano de planta la ubicación de las bocas respectivas, a razón de 8 bocas como máximo por circuito. En este último caso se deberá contar con un TUE por dormitorio y ambiente principal.

Paso13: Verificar para cada UF que las bocas proyectadas cumplan con la cantidad mínima de bocas requeridas según su Grado de Electrificación, según se indica a continuación. En caso de no cumplirse con los requisitos mínimos corregir proyecto y realizar pasos 5 a 12 nuevamente.

Grado de Electrificación Media

- Sala de estar y comedor: un tomacorrientes por cada 6 m2 de superficie, y una boca de alumbrado cada 20 m2 de superficie.
- Dormitorio: una boca de alumbrado y tres de tomacorriente
- Cocina: dos bocas de alumbrado y tres de tomacorriente. Si está prevista la instalación de otros artefactos electrodomésticos de ubicación fija se instalará un tomacorriente por cada uno de ellos
- Baño: una boca de alumbrado y una de tomacorriente
- Vestíbulo: una boca de alumbrado y una de tomacorriente cada 12 m2 de superficie.
- Pasillos: una boca de alumbrado y una de tomacorriente cada 5 metros de longitud

Grado de Electrificación Elevada

La cantidad mínima de bocas requerida para el grado de electrificación elevada es la misma que para las UF con grado de electrificación media con el agregado de un TUE en cada una de las habitaciones.

Paso 14: Realizar un relevamiento de espacios comunes y servicios generales del edificio, a efectos de proyectar su instalación. Ubicar en el plano las cargas a ser cubiertas. A continuación se da una lista con la mayoría de las necesidades a ser cubiertas.

- Iluminación no temporizada de espacios comunes indicando ubicación de interruptores de efecto
- Tomacorrientes para usos generales TUG
- Equipos de bombeo elevadores de agua a tanques de reserva
- Equipos de bombeo pluvial
- Equipos de bombeo cloacal
- Equipos de bombeo contra incendio
- Equipos de acondicionamiento de aire central
- Iluminación de baños y Offices de uso común no vinculados a ninguna UF
- Central de Portero eléctrico ó videocámara
- Circuito cerrado de TV
- Equipo compactador de residuos
- Balizas
- Carteles luminosos
- Carteles de señalización
- Portones automáticos
- Semaforización

- Booster de videocable
- Ascensores
- Montacargas
- Presurizadores de agua
- Equipo de presurización de escalera
- Centrales de incendio
- Otros sistemas de alarma
- Automatización de bachas y mingitorios de baños de espacios comunes
- Equipos de radiocomunicación comunes a todas las UF
- Tomacorrientes para artefactos luz emergencia
- Iluminación de escaleras temporizados

P15: Indicar en planta la ubicación del tablero principal de Servicios Generales TPSG, y los tableros seccionales de TSSG independientes y necesarios como por ejemplo ascensores, montacargas, equipos de bombeo, centrales de alarma, y otros que por la ubicación de los consumos sea necesario manejarlos descentralizadamente del tablero principal de SG.

P16: Realizar el trazado de cañerías en planos de planta siguiendo el criterio y orden que a continuación se indica:

- Ubicación de protección de distribución (Fusibles de empresa distribuidora de energía), y conexión entre esta protección y el TP (Tablero Principal).
- Cañería entre TP y los TSSG que se encuentren en la misma planta. No se trazarán las cañerías en plano de planta entre TP y TSSG y Tableros seccionales de UF, dado que estos se identifican en esquemas de montantes.
- Cañerías de circuitos de cada uno de los TSSG.
- En lo posible utilizar cañerías independientes para cada circuito en particular. Si bien se utilizará mayor cantidad de caños, adoptando este criterio se abaratan los materiales por estandarización de diámetros de caños y secciones de conductores.
- En un mismo caño se podrán alojar como máximo tres líneas de circuitos de usos generales, siempre que pertenezcan a la misma fase, y el número total de bocas alimentadas por estos circuitos no supere las 15 unidades.
- Deberán colocarse cajas de paso en tramos horizontales cada 12 m, y en tramos verticales cada 15 m.

P17: Indicar en la parte inferior de cada caño la sección de los conductores necesarios, de acuerdo al siguiente criterio:

Bocas de iluminación: 1.5 mm2
Conductores de retorno de bocas de iluminación general: 1 ó 1.5 mm2
Tomacorrientes de usos generales: 2.5 mm2
Tomacorrientes de usos especiales: 2.5 mm2
Para alimentación de otros circuitos específicos se deberá calcular previamente la corriente que consumirá la carga, y luego de Tabla 2 se establecerá la sección del conductor necesario.

Sección Nominal [mm2]	Corriente Admisible [Amp]	Diámetro exterior [mm]	Sección Total [mm2]
1	9,6	2,65	5,5
1,5	13	3	7,1
2,5	18	3,45	9,35
4	24	4,2	13,85
6	31	5,2	21,25
10	43	6,5	33,2
16	59	7,85	48,4
25	77	9,6	72
35	96	11,1	97
50	116	13,5	150

Para cargas monofásicas: I [A] = P [Watt] / 220 [V]
Para cargas trifásicas: I [A] = P [Watt / (1.73 x 380 [V])

En función de la corriente se establece de Tabla 2 el conductor a adoptar

Las líneas seccionales desde tablero principal hasta tableros seccionales serán de sección tal que soporten la carga total de cada uno de ellos. Adicionalmente se deberá pasar por cada caño un conductor de protección color verde amarillo de sección no inferior a los conductores de alimentación de ese circuito, y nunca de sección inferior a 2.5 mm2.

P18: Una vez establecido el trazado de cañerías y secciones de conductores, se deberá indicar en la parte superior de cada caño su diámetro. Se establece en forma general que la sección ocupada por los conductores no podrá superar el 35% de la sección interna del caño. En la Tabla 3 se indican las dimensiones de caños livianos y semipesados. Por lo tanto, conociendo la cantidad de conductores y sus respectivas secciones nominales que pasan por un determinado caño, de Tabla 2 se obtienen sus secciones totales con aislación incluida, y de Tabla 3 se determina el diámetro de caño a utilizar.

Designación	Caño liviano				Caño Semipesado			
Comercial	Dint	Dext	Sección [mm2]	Sección Útil [mm2]	Dint	Dext	Sección [mm2]	Sección Útil [mm2]
5/8	14	16	153	53	13	16	132	46
3/4	17	19	227	79	15	19	176	61
7/8	20	22	314	110	18	22	254	88
1	23	25	415	145	21	25	346	221
1 1/4	29	32	660	231	28	32	615	215
1 1/2	35	38	961	336	34	38	907	317
2	48	51	1808	632	46	51	1661	581

P19: Realizar el esquema general de montantes indicando distribución de tableros y cajas de paso por planta, sección de cañerías y sección de conductores. Se realizarán por separado los siguientes esquemas de montantes:

- Esquema de montante de circuitos de iluminación general
- Esquema de montante de iluminación temporizada de escalera
- Esquema de montante para TUG de escaleras y espacios comunes
- Esquema de montante para tomacorrientes destinados al conexionado de equipos autónomos de iluminación de emergencia en áreas comunes.
- Esquema de montante de Portero Eléctrico
- Esquema de montante de Telefonía
- Esquema de montante de TV ó videocable
- Esquema de montante de Sistema de Puesta a tierra y pararrayos.

P20: Calcular la potencia necesaria para abastecer de energía eléctrica el edificio. Para ello se deberá completar la tabla 4, la cual es la vigente reglamentaria que se incluye en el plano correspondiente. Se utilizarán como base los siguientes valores:

20.1.- Edificios de Vivienda

De Tabla 5 se obtiene la potencia de cada circuito, con la potencia de cada circuito se calcula la potencia de cada UF en función de los circuitos que contenga cada una de ellas.

Tipo de Circuito	Potencia
Alumbrado	Cantidad de bocas x 0.125 KVA x 0.66
TUG	0.22 KVA por circuito
TUE	0.275 KVA por circuito

Los coeficientes de simultaneidad a utilizar por agrupamiento de UF son los indicados en la Tabla 6.

Cantidad de Unidades Funcionales	Coeficiente de Simultaneidad	
	Electrificación mínima y media	Electrificación Elevada
2 a 4	1	0,8
5 a 15	0,8	0,7
15 a 25	0,6	0,5
> 25	0,5	0,4

20.2.- Edificios de Oficina y Comerciales

Se calcula a base de 0.125 KVA por metro cuadrado de superficie, con un mínimo de 3.75KVA por UF. El coeficiente de simultaneidad por agrupamiento es siempre 1.

CUADRO DE POTENCIAS

UNIDADES FUNCIONALES	CANT.	CIRCUITOS POR UNIDAD FUNCIONAL	Cantidad	Pot.Un. [KVA]	Coef. Simult.	Subtot. [KVA]	Pot.Total Instalada [KVA]	Coef. Simult	Pot.Tot Simult
		Bocas de iluminación		0,125	0,66				
Electrificación mínima		Circuitos de tomas generales		2,20	1			1	
		Bocas de iluminación		0,125	0,66				
		Circuitos de tomas generales		2,20	1			0,8	
Electrificación media		Circuitos de tomas especiales		2,75	1				
		Bocas de iluminación		0,125	0,66				
Electrificación elevada		Circuitos de tomas generales		2,20	1			0,8	
		Circuitos de tomas especiales		2,75	1				
Oficinas			[m2]	0,125	1				
		Bocas de iluminación		0,125	0,66				
		Circuitos de tomas generales		2,20	1				
		Circuitos de tomas especiales		2,75	1				
		Bombas elevadoras de agua			0,5				
Servicios Generales		Motores de ascensores			1			1	
		Presurizador contra incendio			0				
		Bombas cloacales			0,5				
		Bombas pluviales			0,5				
Cantidad total de Suministro			Potencia Total Instantánea **[KVA]**				Potencia Simultánea **[KVA]**		
							Con cos (fi) = 0.85		