

TESIS PRESENTA A LA OBTENCION DEL TITULO  
DE INGENIERO EN LA ESPECIALIZACION DE  
ELECTROTECNIA DE LA ESCUELA POLITECNICA  
NACIONAL

NORMAS Y RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL  
DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES

Galo Cevallos Ricaurte

11-136

Quito -  
Diciembre 1971

CERTIFICO QUE ESTA TESIS FUE ELABORADA  
POR EL SEÑOR GALO CEVALLOS RICAURTE

  
JAIMÉ VERAQUEZ  
Director de Tesis

D E D I C A T O R I A

A MI ESPOSA E HIJOS

AL SR. ING. DR. GALO PAZMEÑO DOMÍNGUEZ (SUB-DIRECTOR  
DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL 1950 - 1959), MI  
MAESTRO EN LAS AULAS Y MI MAESTRO EN LA VIDA.

R E C O N O C I M I E N T O

Al Sr. Ing. DR. JUAN VILLARDO, Decano de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, y Director de tesis.

INDICE GENERAL DE MATERIAS

Pág.

PROLOGO

Capítulo I

INTRODUCCION

1.1.- Generalidades.....	1
1.2.- Definiciones.....	2

Capítulo II

NORMAS Y DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES

2.1.- Procedimiento para proyectar instalaciones electricas.....	7
2.2.- Recomendaciones para la selección y localización de aparatos, equipos eléctricos, equipos de señales y comunicaciones a utilizarse.....	9
2.3.- Normas para la determinación de la carga de diseño.....	12
2.4.- Elección del sitio para el contador y los tableros.....	55
2.5.- Selección y trazado de los circuitos.....	61
2.6.- Tipos de conductores a usarse: normas de sus características de aislamiento y capacidad de transporte.....	76
2.7.- Normas para el cálculo de los alimentadores.....	80
2.8.- Cálculo de las secciones de los conductores y canalizaciones.....	85
2.9.- Selección de los tableros.....	92
2.10.- Selección del tipo de acometida.....	97
2.11.- Protección contra sobrecarga.....	105
2.12.- Conexión a tierra.....	109
2.13.- Sistemas de control de salidas por medio de bajo voltaje.....	114

Capítulo III.

Pág.

MATERIALES RECOMENDADOS PARA EL USO DE INSTALACIONES  
ELECTRICAS INTERIORES

3. 1.- Condiciones generales para los métodos de instalación.....	116
3. 2.- Conductores y canalizaciones.....	126
3. 3.- Interruptores, tomacorrientes, enchufes, cajas, etc.....	131
3. 4.- Tableros, interruptores automáticos, fusibles.....	134
3. 5.- Materiales para uso a la intemperie e instalaciones especiales.....	137

Capítulo IV

TABLAS Y ESQUEMAS

4. 1.- Modelo de contrato con las especificaciones eléctricas para instalaciones interiores.....	139
4. 2.- Tablas.....	
4. 3.- Planos y esquemas.....	

INDICE DE TABLAS

Tabla No.1	Distribución de la energía vendida por tipos de consumidores Empresa Eléctrica "Quito S.A." (E.E.Q.)
Tabla No.2	Producción y venta de energía en la (E.E.Q.)
Tabla No.3	Artefactos típicos para edificios
Tabla No.4	Nomas de alumbrado. Intensidad de iluminación en lux.
Tabla No.5	Factor de reflexión de diversas superficies iluminadas con luz blanca.
Tabla No.6	Rendimiento de iluminación y factor de depreciación.
Tabla No.7	Flujo luminoso en las fuentes de luz más comunes
Tabla No.8	Circuitos individuales típicos
Tabla No.9	Símbolos eléctricos
Tabla No.10	Carga unidad y factores de demanda para alimentadores
Tabla No.11	Demanda máxima de cocinas eléctricas
Tabla No.12	Capacidad de transporte de corriente de los conductores
Tabla No.13	Número de conductores en un conducto
Tabla No.14	Aislamiento de los conductores: características y nombre comercial
Tabla No.15	Largos permisibles de los circuitos

INDICE DE PLANOS

1.- Planos eléctricos:

Hoja No. 1 E	Planta subsuelo- bodegas
Hoja No. 2 E	Planta almacenes - mezanine
Hoja No. 3 E	Planta mezanine - oficinas
Hoja No. 4 E	Planta oficinas
Hoja No. 5 E	Planta departamentos
Hoja No. 6 E	Planta terraza
Hoja No. 7 E	Símbolos eléctricos. Diagrama Líneas de alimentación
Hoja No. 8 E	Subtableros de distribución

2.- Planos telefónicos:

Hoja No. 1 T	Planta subsuelo - bodegas
Hoja No. 2 T	Planta almacenes mezanine
Hoja No. 3 T	Planta mezanine - oficinas
Hoja No. 4 T	Planta oficinas
Hoja No. 5 T	Planta departamentos
Hoja No. 6 T	Planta terraza
	Símbolos telefónicos. Diagrama de líneas de alimentación

## PROLOGO

Es evidente que la industria moderna se desarrolla en un ritmo bastante acelerado y continuamente pone a disposición de la actividad humana, nuevos artefactos eléctricos. Esto se traduce en un aumento de consumo de energía vendida.

Como comprobación a la afirmación anterior, basta examinar los cuadros de distribución de la energía vendida y de producción y venta de energía, publicados por la Empresa Eléctrica "Quito S.A.", en su Revista "Cinco años en cifras, Informe 1965-1969" (Tablas No.1 y No.2, capítulo IV).

De los cuadros indicados, se desprende que el consumo de energía eléctrica, tuvo un incremento superior al 50% en sólo cinco años, pudiendo asegurar que el crecimiento duplicará el consumo a mediados de nuestra década.

Puntualizada en esta forma, la importancia de la electricidad en el hogar, en el comercio y en la industria, es fácil comprender también, cuánta importancia tienen las instalaciones eléctricas en las construcciones actuales. Yo personalmente, creo que la calidad de las instalaciones eléctricas en los edificios modernos, constituyen la medida de la calidad, bondad y eficiencia del trabajo global (estructuras, mampostería, acabados

etc')

Desgraciadamente, es un hecho evidente y lamentable, frente a una inexistencia total de normas que rijan en las instalaciones eléctricas, que un gran número de construcciones últimamente trabajadas, tienen instalaciones más o menos defectuosas, debidas a su imperfección misma o a su inadaptación al constante progreso eléctrico. Por esto, mi anhelo al dedicarme a esta tesis, es tratar de dar normas y recomendaciones generales para una adecuada planificación y una correcta ejecución de las instalaciones eléctricas en edificios.

Esta tesis no pretende ser un tratado científico de Electrotecnia tampoco resuelve en forma específica, problemas particulares de instalaciones eléctricas. Busca ordenar la materia que existe al respecto en una forma dispersa, en libros, revistas y publicaciones, y dar recomendaciones inspiradas en las experiencias del trabajo diario.

Quisiera este trabajo sea una guía que clarifique al ingeniero, al electricista, al constructor y al propietario, cada una de las facetas de esta actividad. De esta manera, el ingeniero electricista, libre de la competencia inmoral, tendrá la oportunidad de entregar todo el aporte de sus conocimientos, en obras preparadas y ejecutadas con técnica y honradez; el instalador, verá que necesita aprender y capacitarse mejor para el desempeño manual de su trabajo, y el cliente, enterado de estas normas y recomendaciones, aceptará el costo de la instalación y podrá exigir su correcta realización.

CAPITULO I

INTRODUCCION

	Pág.
1.1.- Generalidades.....	1
1.2.- Definiciones.....	2

## CONSIDERACIONES GENERALES

La naturaleza ofrece al hombre innumerables fuentes de energía en forma de yacimientos minerales, corrientes de agua, viento, reacciones químicas o reacción nuclear.

\*La industria necesitada en servirse de estas fuentes de energía, ha utilizado en gran escala el carbón, el petróleo y el metano para la producción de calor; sin embargo hay que afirmar que el impulso de mayor importancia para su desarrollo encontró en la electricidad, conseguida mediante la transformación de la energía térmica de los combustibles o de la energía hidráulica almacenada en las corrientes de aguas.

La energía eléctrica, cualquiera que sea su procedencia, constituye una riqueza de importancia básica, tanto más si se tiene en cuenta la facilidad con que se puede producir, transportarla a largas distancias, y distribuirla a los puntos de consumo.

Recordemos pues brevemente - y ello servirá como base de futuros razonamientos - cómo está constituida una instalación eléctrica desde su producción hasta su consumo:

- a) La producción de energía eléctrica se efectúa en la central, que conforme lo expresado, puede ser hidráulica o térmica. La corriente eléctrica en todas nuestras centrales es alterna, a 60 ciclos por segundo, normalmente trifásica.
- b) La electricidad producida se transforma en las subestaciones elevadoras para ser conducida por las líneas de alta tensión. Esta operación es necesaria para disminuir las pérdidas de potencia, que se producen en la línea por causa del efecto Joule ( $P = Ri^2$ ).
- c) Las líneas que forman la red primaria de transmisión, que permiten la utilización de la energía producida, aún a largas distancias.

- d) Las redes primarias de distribución, que partiendo de las subestaciones primarias, conducen la energía eléctrica a tensiones inferiores a las utilizadas para los grandes transportes (46; 22, 13,8 kv.) La malla de esta red es más corta que la de la red de transporte, y lleva en sus vértices las unas subestaciones de transformación, que pueden alimentar, bien las redes menores o a los usuarios muy importantes.
- e) La red secundaria de distribución, que es conjunto de líneas de media tensión (6,3 kv.). La malla ya densa de esta red, con las múltiples conexiones posibles, sirve para asegurar la energía a todo el sistema de baja tensión que tiene su centro vital en la cabina de transformación de baja tensión.
- f) La entrega de energía a los usuarios se efectúa por las redes de distribución en baja tensión. El alumbrado, los aparatos domésticos e industriales que utilizan la electricidad, se sirven con la corriente a tensiones de 110 v. y 220 v.

La derivación desde esta red de baja tensión hasta el consumidor es el punto donde comienza el enfoque de esta tesis.

#### DEFINICIONES

Mi interés en esta parte es dar la definición exacta a un cierto número de términos empleados comúnmente en instalaciones eléctricas interiores. Son tomadas del National Electric Code Handbook, y servirán explícitamente para precisar el significado de expresiones usadas en las diferentes secciones de esta tesis.

Accesible (aplicado al método de instalación): No encerrado de un modo permanente en las estructuras del edificio, capaz de ser desmontado sin

alterar el acabado o la estructura de éste.

En general, las instalaciones al descubierto son accesibles; sin embargo, en una canalización oculta las conducciones eléctricas se consideran accesibles si pueden ser sacadas de ella.

Accesible (aplicado a equipo) : Que tiene fácil acceso por no estar protegido por puertas cerradas, elevación, etc.

Acometida : Conjunto de conductores y componentes utilizados para transportar la energía del sistema de suministro de electricidad a la instalación eléctrica de los edificios servidos.

Aislado: No fácilmente accesible a las personas, a menos que utilicen medios especiales para el acceso.

Ajustes: Son aquellos accesorios, tales como contratuerzas, tuercas, conectores y otras partes de la instalación eléctrica, cuyo fin principal es realizar una función más bien de índole mecánica que eléctrica.

Alimentador: Cualquiera de los conductores de una instalación eléctrica que se extienden entre el equipo de entrada y el dispositivo contra sobrecargas de la derivación.

Alumbrado; Caja de derivación de: Una caja de derivación destinada a la conexión directa de un portalámparas, un aparato de alumbrado o un cordón colgante terminado en un portalámparas.

Aparato portátil: Un aparato capaz de ser fácilmente movido a donde sea preciso, o lo haga necesario las condiciones de uso, pudiendo ser desenchufado de su fuente de alimentación por medio de un cordón flexible terminado en una clavija de enchufe.

Aparatos: Son todos aquellos equipos, fijos o portátiles, que consumen

corriente; por ejemplo, equipos de calefacción, de cocina y utensilios accionados por motores pequeños.

Aprobado: Aceptado por la autoridad encargada de hacer cumplir las normas

Autorización especial: Permiso escrito de las autoridades encargadas de hacer cumplir las normas.

Canalización: Tubería o conjunto de tuberías utilizadas para alojar conductores eléctricos.

Circuito derivado o derivación: Es la parte de instalación eléctrica que va del alimentador o subalimentados a la carga o equipo consumidor de corriente.

Conducto: Cualquier canal empleado para alojar conductores eléctricos diseñado y utilizado expresamente para este fin.

Conductores eléctricos: Alambres o cables empleados para el transporte de corriente eléctrica desde la fuente de aprovisionamiento al punto de consumo (Conductor activo = fase).

Demanda, Factor de: El factor de demanda de cualquier sistema o parte del sistema, es la razón de la máxima demanda del sistema, o parte del sistema, al total de la carga conectada a éstas.

Derivación o toma: Un punto de instalación eléctrica en el cual se toma corriente para alimentar aparatos, lámparas, calentadores, motores, y en general, cualquier equipo consumidor de corriente.

Desconexión, Medio de: Un dispositivo o grupo de dispositivos mediante los cuales se pueden desconectar de su fuente de alimentación los conductores de un circuito.

El término, medio de desconexión, se aplica generalmente a interruptores sin fusibles o con ellos, y a disyuntores que puedan ser accionados manualmente.

Dispositivo: Una unidad de un sistema eléctrico destinada a transportar energía, pero que no la consume.

Ejemplos de dispositivos son: interruptores, fusibles, enchufes, etc.

Distribución, Tablero: Un tablero único o un grupo de tableros diseñados para estar agrupados en forma de un tablero único; contiene barras ómnibus, con dispositivos de protección contra sobrecargas, o sin ellas, para la regulación del alumbrado, calefacción, etc., y diseñado para ser colocado en una caja de corte colocada en un muro o tabique y siendo accesible solamente por el frente.

Edificio: Una estructura que permanece aislada o que está separada de estructuras adyacentes por muros ignífugos sin perforar.

Equipo: Término general en el cual quedan incluidos materiales, ajustes, dispositivos, aparatos y todo lo que se emplea como parte de una instalación eléctrica o que tiene relación con ella.

Intemperie, A prueba de: Construido o protegido de tal forma que el estar expuesto a la intemperie no afecte su correcto funcionamiento.

Interruptor para uso general: Interruptor destinado a ser utilizado como tal en la distribución general y circuitos derivados.

Oculto: Hecho inaccesible por la estructura o acabado del edificio. Se consideran ocultos los conductores que van en canalizaciones ocultas, aún

cuando puedan llegar a ser accesibles sacándolos.

Señalización, Circuito: Cualquier circuito eléctrico que suministra energía a un dispositivo que da una señal que puede ser reconocida.

Tales circuitos incluyen los circuitos para timbres, zumbadores, sistemas de llamada codificada, luces de señales, etc.

Tensión respecto a tierra: En circuitos puestos a tierra es la tensión entre el conductor que se considera y el punto o conductor que está puesto a tierra; en circuitos no puestos a tierra es la tensión mayor que existe entre el conductor que se considera y cualquier otro conductor del circuito.

Tensión (de un circuito): La mayor diferencia de potencial eficaz entre dos conductores cualquiera del circuito.

CAPITULO II

## NORMAS Y DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS INFERIORES

	Pág.
2.1.- Procedimiento para proyectar instalaciones eléctricas.....	7
2.2.- Recomendaciones para la selección y localización de aparatos, equipos eléctricos, equipos de señales y comunicaciones a utilizarse.....	9
2.3.- Normas para la determinación de la carga de diseño.....	48
2.4.- Elección del sitio para el contador y los tableros.....	55
2.5.- Selección y trazado de los circuitos.....	61
2.6.- Tipos de conductores a usarse: normas de sus características de aislamiento y capacidad de transporte.....	76
2.7.- Normas para el cálculo de los alimentadores.....	80
2.8.- Cálculo de las secciones de los conductores y canalizaciones.....	85
2.9.- Selección de los tableros.....	92
2.10.- Selección del tipo de acometida.....	97
2.11.- Protección contra sobrecargas.....	105
2.12.- Conexión a tierra.....	109
2.13.- Sistemas de control de salidas por medio de bajo voltaje.....	114

## PROCEDIMIENTO PARA PROYECTAR INSTALACIONES ELECTRICAS

Como condiciones generales para proyectar instalaciones eléctricas se debe anotar:

Primera: La obligación de conocer y acatar los Reglamentos generales y las disposiciones particulares emitidas por la Empresa distribuidora de la energía eléctrica, por el Municipio o por cualquier otra Institución pública o privada, legalmente autorizada.

Segunda: La necesidad de consultar y seguir unas normas modernas y actualizadas de instalaciones eléctricas.

Con pleno conocimiento y sujeción a los Reglamentos y a las normas, el diseño de instalaciones eléctricas interiores debe atender:

- A las necesidades propiamente eléctricas, y
- A las necesidades de señalización y comunicaciones.

En consecuencia, el proyecto total de instalaciones interiores constará de planos eléctricos y planos de señalización y comunicaciones, a los cuales naturalmente se añadirán, la memoria descriptiva, especificaciones, lista de materiales y presupuesto del proyecto.

Para que el diseño cumpla con las necesidades propiamente eléctricas debe seguir los siguientes pasos:

- 1.- Selección de los equipos de iluminación y equipos eléctricos a instalarse en cada ambiente, conforme con las necesidades actuales y futuras del cliente. Esta selección se hará indicando también el voltaje de operación, los vatios de consumo correspondientes y demás características de los equipos.

- 2.- Elaboración de los planos de localización de las salidas de luz, interruptores, tomacorrientes de uso general, tomacorrientes de uso especial (para artefactos eléctricos fijos o móviles, etc.), de acuerdo con la selección efectuada. En estos planos se harán constar las conexiones entre los interruptores y las salidas comandadas por éstos.
- 3.- Selección de la forma de acometida (aérea o subterránea) y de la ubicación del contador eléctrico.

(Esta selección sirve para determinar la localización más adecuada del tablero general y - si los hay - de los subtableros de distribución).

- 4.- Cálculo de la carga de diseño y del número necesario de circuitos de alumbrado, circuitos de tomacorrientes y circuitos individuales.
- 5.- Trazado del recorrido de los conductores en cada uno de los circuitos fijados.
- 6.- Cálculo del calibre de los conductores, verificando las condiciones de caída de tensión y reserva impuestas.

El calibre y dirección del recorrido de los conductores determinan la sección, expresada por el diámetro, de la canalización.

- 7.- Cálculo del tamaño de los conductores alimentadores y de su canalización.
- 8.- Selección del tipo de los tableros, apropiados para el número y clase de los circuitos, incluyendo los circuitos de reserva.
- 9.- Fijar el tipo (monofásica, bifásica y trifásica) y dimensiones de la acometida.

Para el diseño de las instalaciones de señalización y comunicaciones es recomendable seguir el siguiente orden:

- 1.- Selección del tipo de aparatos y equipos para la señalización y comunicaciones a instalarse.
- 2.- Elaboración de los planos con la ubicación de cada uno de estos equipos y las conexiones entre los dispositivos de comando y los aparatos accionados por éstos.
- 3.- Selección de la forma y dimensiones de la acometida telefónica.
- 4.- Trazado del recorrido de los conductores con sus circuitos eléctricos respectivos.
- 5.- Selección de los conductores y su canalización.

De los pasos enunciados para el diseño de las instalaciones eléctricas interiores, el primero se determinará de preferencia entre el ingeniero electricista y el propietario; el tercero estará de acuerdo con las especificaciones de las Empresas de Electricidad y Teléfonos. Los otros pasos son de exclusiva responsabilidad del ingeniero proyectista, quien deberá, en lo posible, observar las recomendaciones básicas anotadas en el desarrollo de esta tesis, de tal manera que en cada caso particular se armonicen las exigencias técnicas con las disponibilidades económicas del cliente y las realidades físicas del edificio.

RECOMENDACIONES PARA LA SELECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE APARATOS, EQUIPOS ELÉCTRICOS, EQUIPOS DE SEÑALES Y COMUNICACIONES A UTILIZARSE

La planificación de una instalación eficiente y apta para un buen

servicio eléctrico, empieza con el estudio y selección de los requisitos eléctricos de cada ambiente del edificio (residencia, comercio, fábrica, industria, etc.); tomando en cuenta los diversos aparatos eléctricos fijos y móviles; los tomacorrientes, las salidas de luz, de señales y teléfonos; los pulsadores, los interruptores y demás dispositivos a instalarse inmediatamente ~~o a pedimento~~.

Para facilitar esta selección y por lo tanto, la localización acertada de las salidas eléctricas necesarias, existen variadas tablas, las cuales sirven de guía para determinar las exigencias del usuario.

Por considerarla una de las tablas más completas para averiguar las necesidades eléctricas de una construcción en proyecto, recomienda la tabla No.3 del capítulo IV. Sin embargo, aunque se tenga como base esta tabla, es el ingeniero quien debe escoger y precisar convenientemente lo aplicable en cada caso.

➤ En general, para el diseño eléctrico de cualquier ambiente de un edificio, se debe estudiar obligatoriamente: su iluminación, sus salidas para tomacorrientes de uso general y tomas especiales, y sus salidas para señalización y comunicaciones.

Veamos entonces, las normas o recomendaciones para cada uno de estos aspectos.

\*

I.- Iluminación: El proyecto de iluminación se hace tomando en cuenta las dimensiones del local, el uso al cual éste se destina; la calidad, forma y colores de los acabados arquitectónicos, y la decoración artística deseada. Estos datos, determinan la intensidad luminosa apropiada al sistema de alumbrado (directo, semi-directo, indirecto, semi-indirecto), al tipo de iluminación (alumbrado general, loca-

lizado, combinado, suplementario), y a la calidad y clase de equipo a emplear (incandescente, fluorescente, colgante, fijo, empotrado, etc.) en el local que se proyecta.

Con el objeto de que la iluminación de cualquier local sea buena, es decir, que sin fatiga para la vista, permita una visión bastante completa y pronta de los objetos, es necesario atenerse a las siguientes normas:

- a) La intensidad de iluminación debe ser suficiente.
- b) Debe existir en el local una justa proporción entre la luz que reciben los objetos directamente de la lámpara e indirectamente de las paredes y techo.
- c) La iluminación debe ser suficientemente uniforme.
- d) Debe reproducir fielmente los colores.
- e) Debe evitarse el deslumbramiento.

a) La intensidad de iluminación debe ser suficiente:

Para satisfacer esta exigencia es preciso, ante todo, tener en cuenta

*que el carb*

1

La intensidad media de iluminación de una superficie, es:  $E_m = \frac{\Phi}{S}$ ,  
donde:

$E_m$  = intensidad media de iluminación, en lux.

$\Phi$  = flujo luminoso, en lúmenes.

$S$  = área, en  $m^2$ .

La intensidad de iluminación en un punto es:  $E_p = \frac{I}{r^2}$ , donde:

$E_p$  = intensidad de iluminación en el punto p, en lux.

$I$  = intensidad luminosa, en candelas (cd).

$r$  = Distancia de la fuente de luz a la superficie, en metros.

*Hasta aquí*

que el sentido de la vista se halla adaptado a la intensidad de iluminación de la luz natural, cuyos valores en realidad son muy elevados:

Mediodía, en verano, campo abierto, cielo despejado	100.000 lux
Mediodía, en invierno, campo abierto	10.000 lux
Mediodía, en verano, bajo un balcón	2.000 - 5.000 lux
Mediodía, en verano, tras de una ventana	1.000 - 3.000 lux
Al salir y al ponerse el sol	500 lux
Luna llena con cielo claro	0,25lux

Por lo general, el sentido de la vista funciona en las mejores condiciones cuando las luminancias del campo visual varían de 10 a 1000  $\text{cd/m}^2$ , es decir con una intensidad mínima de iluminación de 100 a 200 lux, hasta una máxima de 10.000 a 20.000 lux, con un factor medio de reflexión (30 - 60%).

↓ no

2 La luminancia de una fuente de luz o de una superficie reflectora es:

$$L = \frac{I}{S_s} \quad , \text{ en donde}$$

L = luminancia, en  $\text{cd/cm}^2$

I = intensidad luminosa, en cd.

$S_s$  = área aparente, en  $\text{cm}^2$ .

La luminancia de una superficie reflectora difusa es  $L = \frac{E \cdot r_v}{\pi}$ , en donde:

E = intensidad de iluminación, en lux.

$r_v$  = factor de reflexión. hasta 0,70

En la tabla No. 4<sup>N=1</sup> (del Capítulo IV,<sup>Nº</sup>) se recomiendan algunas intensidades de iluminación que pueden servir de pauta, al proyectar instalaciones eléctricas.

De esta tabla se desprende, ante todo, la importancia que tiene la clase de trabajo, en la cual, desempeñan un papel importante, el tamaño de los detalles, el contraste luminoso y cromático, así como el que se trate de un trabajo móvil o no. Sin embargo, existen aparte de la clase de trabajo, otros factores que revisten gran importancia:

- La duración del trabajo con luz artificial: a medida que se trabaja más tiempo con luz artificial es preciso elegir una intensidad de iluminación más elevada (indicada en la tabla como "muy buen alumbrado" ).

Los requisitos de calidad que se necesitan resalta en el comercio o en la industria: mientras más estrictas sean, se necesita mayor intensidad de iluminación.

- La calidad visual de las personas que generalmente ejercen su actividad en el local, en relación, entre otros factores, con la edad. Se atiende convenientemente a este factor con un alumbrado suplementario localizado.

Por último, es preciso, indicar que los ojos, en realidad, no distinguen intensidades de iluminación, sino luminancias.

Estrictamente hablando, el concepto de "intensidad de iluminación" no es, pues, exacto: las luminancias del campo visual determinan siempre la agudeza visual. Por ejemplo: con una intensidad de iluminación de 100 lux, la luminancia de un óleo blanco (factor de reflexión 90% : tabla No.5 capítulo IV) es de 25 cd/m<sup>2</sup>, mientras que la luminancia de un pliego de óleo negro con la misma intensidad de iluminación alcanza solamente 1,2 cd/m<sup>2</sup>

En este caso, la relación aproximada de las luminancias es 1:20 con la misma intensidad de iluminación.

En la práctica, se utiliza de preferencia el concepto de intensidad de iluminación, porque su medida puede efectuarse con facilidad y seguridad mediante un luxómetro, mientras que la medida de la luminancia exige una compleja instalación que, si bien existe en los laboratorios, resulta engorrosa en la práctica. Además, hay siempre una relación fija entre la intensidad de iluminación y la luminancia ( $L = \frac{E \cdot r_v}{\pi}$ ). Al componer la tabla No. ~~7~~<sup>1</sup> con los valores en lux, se ha tenido en cuenta el valor de los factores de reflexión para las diferentes tareas visuales.

b) Debe existir en el local una justa proporción entre la luz que reciben los objetos directamente de la lámpara y la que reciben indirectamente difundido por las paredes y el techo.

Para ésto es preciso distinguir entre luz dirigida y luz difusa.

La luz dirigida se distingue por lo vigoroso de las sombras, una imagen rica en contrastes y un gran efecto plástico. Con esta clase de luz se producen zonas de sombra y de luz intensa que destacan las formas y el contorno del objeto y facilitan su reconocimiento.

La luz difusa se dispersa, disminuye el sentido de relieve, caracterizándose por la suavidad de las sombras.

Ahora bien, para la percepción de un objeto situado en el espacio, la existencia de luces y sombras es esencial, y ésto se logra no sólo con las fuentes de luz que determinan una luz dirigida o difusa, sino que también las techos y paredes prestan su contribución en forma de reflexión que, en su mayor parte, se compone de luz difusa. El sistema de iluminación y la reflexión del techo y de las paredes son, pues, decisivos.

En la práctica, se tendrá cuidado cuando se aplica la luz dirigida, ya que su exageración es peligrosa, pues si bien mejora la percepción de los objetos, en cambio, las sombras arrojadas son muy duras y se desvanecen los objetos. De otra parte, una iluminación totalmente difusa resulta fatigosa y monótona, pues, al faltar las sombras, es difícil calcular las distancias y reconocer los objetos. Por tanto, se recomienda como la más conveniente, una proporción del 50% de luz directa y del 50% de luz indirecta. Esto se logra combinando un sistema de alumbrado general con iluminación difusa, complementada con un alumbrado direccional, mediante lámparas con ameduras adecuadas. (En el comercio existen muchos tipos de luminarias que satisfagan esta recomendación, sea con luz fluorescente o incandescente.)

El sistema totalmente indirecto, sólo se utiliza en las aplicaciones puramente decorativas y es el más costoso de todos los sistemas de alumbrado.

c) La iluminación debe ser suficientemente uniforme.

La uniformidad de un alumbrado puede determinarse por la relación entre la intensidad de iluminación más baja y la intensidad de iluminación media, medidas en la superficie horizontal:

$$U = \frac{I \text{ mínima}}{I \text{ media}}$$

En un alumbrado exclusivamente general, esta relación no deberá exceder de 1/3. Si se combina la iluminación local con la general, la intensidad de iluminación de la tarea visual puede ser cinco veces mayor que la del espacio circundante.

Hablamos aquí nuevamente de intensidad de iluminación, pero recordemos otra vez, que las luminancias tienen mayor importancia en el estudio de una iluminación uniforme, pues las luminancias y las diferencias de luminancias son las que se advierten y no las intensidades de ilumina-

ción. De tal manera, que para cumplir las normas anteriormente dadas, no se puede, sin más ni más, proveer de lámparas potentes a todos los puntos luminosos de un local; hay que cuidar principalmente que las diferencias de luminancia no sean demasiado grandes, que dificulten la percepción fácil y correcta y produzcan fatiga.

Las máximas diferencias de luminosidad admisibles son:

entre tarea visual y superficie de trabajo	3 : 1
entre tarea visual y espacio circundante	10 : 1
entre fuente de luz y fondo	20 : 1
máxima diferencia de luminancia en el campo visual	40 : 1

En las oficinas privadas y viviendas, resulta, por lo general, fácil realizar un alumbrado uniforme, utilizando una o varias iluminaciones locales en combinación con un alumbrado general. En las oficinas y fábricas, donde son muchas las personas congregadas en un local, el alumbrado general deberá ser más uniforme que en otros casos.

En líneas generales, la iluminación es más uniforme si el número de luminarias son más numerosas y uniformemente distribuidas, y a igualdad de número de éstas, depende principalmente, de su altura respecto al plano de utilización, y del material y colorido de las paredes, suelos y mobiliario.

d) Debe reproducir fielmente los colores.

Lo que aprecia la vista como color no es más que la luz reflejada de una cierta longitud de onda o de una combinación de varias longitudes de onda.

Contribuyen a la impresión que producen los colores: la composición de la luz, las propiedades reflectoras de los objetos, el espa -

cio que le rodea y el sentido de la vista. Por tanto, el color de la luz influye grandemente en la calidad de una iluminación, entre otros factores.

Un buen alumbrado deberá entonces, buscar que los colores de los objetos luzcan como lucen a la luz del día. En consecuencia, el tipo de luminarias que se proyecten deben tener un manantial luminoso similar al de la luz diurna. Se consigue esto, en las lámparas comunes de filamento mediante difusores de vidrio de color índigo que impiden el exceso de radiaciones amarillas y rojas, y en las lámparas de descarga, optando por una intensidad de iluminación en un 30% más alto que la normal y por un color adecuado a la actividad del local.

Por ejemplo, Philips recomienda para obtener una correcta reproducción de los colores con sus lámparas fluorescentes (TL): para la industria, el color luz diurna, tipo No.55, para oficinas, salas de dibujo fábricas, escuelas y tiendas, el color blanco, tipo No.33; para escaparates, almacenes y restaurantes, el color blanco de lujo, tipo No.34, y para viviendas, el color tinte cálido de lujo, tipo No.32.

e) Se debe evitar del modo más absoluto el fenómeno del deslumbramiento.

El deslumbramiento fatiga la vista, la cansa excesivamente y con el tiempo afecta a la facultad visual y al sistema nervioso en general.

Cuando es necesario que el manantial luminoso sea muy potente y concentre los rayos en una dirección, se impone la iluminación directa (preferentemente con lámparas incandescentes); en este caso, hay que cuidar que la luminaria sea de tal forma, que permitiendo una buena iluminación del objeto, impida que los ojos vean el reflector de la lámpara.

Si se proyectan lámparas fluorescentes sin difusor, para el alumbrado de un local, éstas se instalarán ocultas a la vista por las vi-

gas, columnas u otros acabados constructivos; además, se debe cuidar que su colocación se lo haga en forma paralela a la dirección de la mirada y no en forma perpendicular.

En general, para combatir el deslumbramiento es preciso disponer de un apantallamiento de la fuente de luz, o colocar alta la luz para alejar del centro visual, en la medida de lo posible, la luminosidad perturbadora.

En los párrafos anteriores, he descrito en forma sucinta los requisitos que debe satisfacer una buena iluminación. En consecuencia, el proyecto y cálculo de cualquier instalación de alumbrado tendrán que basarse en dichos requisitos.

A este fin, primeramente debe establecerse qué sistema de alumbrado es el más apropiado para el lugar que se va a iluminar: es decir, que combinaciones de armaduras y fuentes de luz satisfacen mejor los requisitos específicos, tomando en cuenta, naturalmente, además de las consideraciones de orden luminotécnico las de orden económico. Después se determina la intensidad de iluminación que se precisa en la superficie de trabajo, no mediante cálculo, sino de acuerdo con las indicaciones de la tabla No. <sup>1</sup> (Capítulo IV), y en base a estos datos y las dimensiones del local se deduce el flujo luminoso total.

Respecto al cálculo de este flujo luminoso total, cabe observar que, por razones de diversa índole, no todo el flujo luminoso nominal, (símbolo  $\Phi_n$ ) llega a la superficie de trabajo, pues una parte del mismo se pierde por absorción en las paredes, techo, etc.; el flujo que en realidad recibe esta superficie se llama flujo luminoso (símbolo  $\Phi_u$ )<sup>1</sup>.  
útil.

1 <sup>1</sup>  $\Phi_u$   
Esta parte de flujo luminoso, que evidentemente se pierde para la iluminación de la superficie de trabajo, sin embargo, cumple una función visual importante: hace que el espacio sea visible.

1000 sqm

Este, siendo más pequeño que el nominal establece el rendimiento de iluminación:  $N = \frac{\phi u}{\phi n} < 1$

Por tanto, como  $\phi u = E \times S$   
y  $N = \frac{\phi u}{\phi n}$

se obtiene que:  $\phi n = \frac{E \times S}{N}$  , en donde:

E = intensidad media de iluminación, en lux.

S = superficie de trabajo, en m<sup>2</sup>.

N = rendimiento de iluminación.

Conocido el flujo luminoso de la fuente de luz, el sistema de alumbrado y el rendimiento de iluminación, se calcula el número de lámparas necesarias, siendo:

$$N_L = \frac{E \times S \times d}{\phi n \text{ lámp.} \times N} , \text{ en donde:}$$

N<sub>L</sub> = número de lámparas

d = factor de depreciación

$\phi n \text{ lámp.}$  = flujo luminoso nominal de la lámpara, en lúmenes.

El factor de depreciación (símbolo D) es la relación entre la intensidad de iluminación medida inmediatamente después de la puesta en servicio de una instalación nueva y la intensidad de iluminación algún tiempo después; es decir, relaciona la intensidad media de iluminación en la superficie de trabajo que se consigue con una instalación que se "estrena" y la que se obtiene con una instalación que ha perdido eficacia por haberse depositado polvo en las lámparas, armaduras y techos; por haber envejecido las lámparas (disminución su flujo luminoso) , o por otras causas.

Por lo anterior se desprende que para calcular el flujo luminoso total y el número de lámparas, para un local determinado, es necesario, precisar el valor del rendimiento de iluminación (N) y del factor de depreciación (d) .

Para determinar N intervienen algunos factores:

- 1) El sistema de alumbrado.- El rendimiento es más favorable a medida que aumenta la parte del flujo luminoso que se envía directamente hacia la superficie de trabajo. En la iluminación directa el rendimiento es mayor que en la indirecta, pues en este segundo sistema, la luz llega a la superficie de trabajo después de haberse reflejado en el techo, lo cual acarrea las pérdidas consiguientes.

En forma global aproximada, el valor de los rendimientos de iluminación de algunos sistemas de alumbrado son:

directo	45 %
semi-directo	40 %
difuso	35 %
directo- indirecto	30 %
semi-indirecto	25 %
indirecto	20 %

- 2) El rendimiento de la armadura.- Es la relación entre el flujo luminoso que se emite a través de la armadura y el flujo luminoso de la fuente de luz. Se expresa en tantos por ciento, y queda determinado entre otros factores por la construcción de la armadura y el material utilizado.
- 3) Los coeficientes de reflexión del techo y de las paredes.- Estos coe

ficientes establecen la relación entre el flujo luminoso reflejado por una superficie y el flujo luminoso que recibe.

En el alumbrado directo la reflexión de techo y paredes no es tan importante como en otros sistemas, ya que en esta clase de alumbrado la parte de flujo luminoso que llega directamente a la superficie de trabajo es siempre la mayor.

La reflexión del techo y las paredes es aproximadamente:

colores blanco o muy claros	70 %
colores claros	50 %
colores medios	30 %
colores oscuros	10 %

Es evidente que un alto factor de reflexión de techo y paredes favorece el rendimiento de una iluminación. Seguramente por esto se procuraba en el pasado, techos y paredes con acabados de colores muy claros. Hoy, gracias al desarrollo de las técnicas para producción de lámparas, no existela menor objeción luminotécnica que se oponga al uso de colores oscuros por motivos de índole estética. Claro que en este caso, será necesario proyectar un número mayor de luminarias.

- 4) El índice de espacio.- Este resume en una sola cantidad de las relaciones de las tres dimensiones de un local rectangular.

Vale 
$$k = \frac{2 l + 8 b}{10 h}$$
 donde:

l = longitud, en m.

b = anchura, en m.

h = altura, en m. , considerándose como altura:

- en el alumbrado directo o semidirecto, la distancia entre las armaduras y la superficie de trabajo;
- en el alumbrado indirecto o semi-indirecto, la distancia entre el techo y la superficie de trabajo, si el coeficiente de reflexión de la parte superior de las paredes es inferior a la mitad del coeficiente de reflexión del techo.

5) La distribución de las fuentes de luz en el espacio.- Generalmente se procura iluminar uniformemente un local cuyos lugares de trabajo estén distribuidos por toda su superficie. Esto se aplica especialmente a los espacios donde la intensidad de iluminación sea bastante baja. En los casos en que se precise una intensidad de iluminación elevada y cuando también sean de importancia el ambiente y el color del local, se suele prescindir deliberadamente de esa uniformidad con objeto de evitar la monotona.

El valor del rendimiento de la iluminación queda determinado, en parte, por los lugares que las fuentes de luz ocupan en el espacio. En general, tratándose de un alumbrado utilitario, se colocan las fuentes de luz de modo que su separación ( $a$ ) en ambas direcciones sea el doble de la distancia que hay entre las fuentes de luz más exteriores y las paredes ( $a/2$ ).

La distancia entre lámparas coincide aproximadamente con la altura  $h$  (distancia de la fuente de luz a la superficie de trabajo).

En espacios pequeños, donde el índice de espacio es inferior a 2 la distancia  $A$  será siempre pequeña, respecto a  $h$  pues de lo contrario no habrá modo de distribuir debidamente las fuentes de luz. Normalmente, para una buena iluminación general, se colocan cuatro armaduras en los espacios de esta clase.

No obstante, si en los locales con  $k = 1$  a  $2$  se coloca una sola

fuentes de luz en el centro, el rendimiento de iluminación es superior.

A continuación daré un resumen de la distancia máxima de las fuentes de luz en relación con la uniformidad exigida, determinada en forma experimental.

Símbolos:  $a$  = distancia máxima a que deben encontrarse las fuentes de luz para garantizar una uniformidad suficiente.

$h$  = altura de la fuente de luz sobre la superficie de trabajo.

$b$  = distancia de la armadura al techo.

- Alumbrado directo o semidirecto:

$a \leq 1,35 h$  armadura cerrada con rejilla

$a \leq 1,50 h$  reflectores industriales, armaduras con banda difusora y de artesa.

- Difusores y alumbrado directo-indirecto :  $a \leq 1,70 h$ .

- Armaduras de alumbrado directo-indirecto contra el techo, lámparas sin armadura contra el techo:  $a \leq 1,50 h$ .

- Alumbrado semi-indirecto:  $a \leq 3b$

- Alumbrado indirecto:

$a \leq 3b$  lámparas incandescentes ordinarias o lámparas fluorescentes con armadura en dos lados.

En la práctica, el rendimiento de iluminación y el factor de depreciación ya se encuentran tabulados, en base a los factores anotados,

en las tablas [No.6 del capítulo IV]. Estas tablas de rendimiento se han calculado para determinadas categorías de armaduras: por ejemplo, "lámparas fluorescentes, alumbrado directo con rejilla" o "lámparas incandescentes, alumbrado semi-indirecto", etc. La armadura que haya de utilizarse con una determinada clase de lámparas deberá hallarse comprendida en una de esas categorías.

FIN

También, el flujo luminoso de las lámparas (símbolo  $\phi$  n lámp.) se tiene tabulado en la tabla [No.7 del capítulo IV]. En esta tabla se indica el flujo luminoso para las fuentes de luz más comunes, en cuanto a su tipo y a su potencia.

Respecto a las tablas del rendimiento de iluminación ( $K$ ) y factor de depreciación ( $d$ ), es necesario explicar que:

- En la columna de la izquierda de estas tablas, se indica el tipo de armadura correspondiente, así como el diagrama de la intensidad de iluminación en la dirección de  $0^\circ$  (dirección longitudinal, punteada) y en la de  $90^\circ$  (dirección transversal, trazo lleno). Dichos diagramas representan la distribución del flujo de luz radiado en los hemisferios inferior y superior.
- El rendimiento de las armaduras (símbolo  $v$ ) se ha distribuido por encima y por debajo de la superficie horizontal.
- Los coeficientes de reflexión del techo (símbolo  $r_p$ ) y de reflexión de las paredes (símbolo  $r_w$ ) están de acuerdo con los colores y sus porcentajes de reflexión indicados en 3).
- Los valores del índice de espacio (símbolo  $K$ ) oscilan entre 1 y 10. Si  $k$  es superior a 10, la influencia es tan pequeña con relación a un índice 10 que se sigue considerando en estos casos  $k = 10$ . Si  $k$  no coincide exactamente con ninguno de los valores dados, es necesar-

rio interpolar.

- La distribución de las fuentes de luz en que se basan es a - a/2.
- Los factores de depreciación se dividen en tres grupos: ensuciamiento ligero, normal y grande.

Cada uno de estos grupos se subdivide en: limpieza periódica de lámparas y armaduras al cabo de 1 año, al cabo de 2 años, y al cabo de 3 años.

Por ensuciamiento ligero se entiende la depreciación que se produce en almacenes, oficinas y recintos escolares situados en lugares donde la suciedad es escasa.

Por ensuciamiento grande se admite la depreciación que tiene lugar en locales donde hay mucho polvo y suciedad, como es el caso de hornos, fraguas, algunas secciones de la industria textil, etc.

Los locales no comprendidos en los dos apartados anteriores integran el de "ensuciamiento normal".

En las tablas No.6, en las columnas de depreciación, se observa que en algunos casos de ensuciamiento ligero o grande para determinadas armaduras no se indica ningún factor de depreciación. En tales casos, existen razones de carácter estético, económico o lumintécnico que aconsejan el uso de otro tipo de lámpara.

En las instalaciones con lámparas incandescentes (tiempo de funcionamiento aproximado: 500 horas) no se han determinado el factor de depreciación en limpieza periódica al cabo de 3 años, porque incluso en lugares secundarios al cabo de dos años es preciso reemplazar las lámparas.

## II. TOMACORRIENTES DE USO GENERAL

Para prever el número suficiente de salidas para tomacorrientes de uso general, se busca armonizar la distribución arquitectónica (perímetro útil de paredes) y las necesidades de servicio establecidos al hacer el estudio específico de cada uno de los ambientes. De esta manera, se determina en cada caso, el tipo de dispositivo a utilizarse: tomacorrientes simples, dobles, de pared, de piso, resistentes a la intemperie etc.

Al proyectar los tomacorrientes de uso general se debe procurar que éstos sean ubicados cerca de los rincones y términos de las paredes, pues así hay menos probabilidad que queden escondidos detrás de los muebles. Por esto se recomienda instalar los tomacorrientes a 50 cm. de las esquinas, medidos a lo largo de la pared en que se va a colocar.

Como norma general y obligatoria se debe planificar siempre un tomacorriente cercano a la puerta de cualquier local de un edificio, para conectar la aspiradora, pulidora u otros objetos móviles de limpieza, de ahí que al hacer el estudio particular de cada ambiente, no se debe insistir más sobre este tomacorriente.

En la planificación eléctrica de un edificio, se deben proyectar en lo posible, en forma tal que ningún punto utilizable de las paredes esté a mayor distancia que las indicadas como normas generales para los siguientes locales:

### 1.- Oficinas:

- locales de oficinas (trabajo normal de oficina, lectura, escritura, uso de máquinas de oficina)

1,50 ms.

- locales donde no se trabaja continuamente (sala de espera, salón para reuniones, <u>ar</u> chivos)	2,00 ms.
- contabilidad mecánica	1,00 m.
- salas de dibujo	1,50 ms.
- halles y pasillos	3,00 ms.
2.- Escuelas y colegios:	
- aulas (pared frontal donde se coloca el <u>pi</u> zarrón)	2,50 ms.
- aulas (paredes laterales y posterior)	3,50 ms.
clase de costura y plancha	1,20 ms.
- salas de reuniones y conferencias	3,00 ms.
- salas de exposiciones y demostraciones	1,20 ms.
- laboratorios de física y química	1,00 m.
3.- Industrias:	
- Industria de la confección:	
salas de tejido, hilados, etc.	2,00 ms <sup>2</sup>
corte y plancha	1,20 ms.
costura y adorno	1,00 m.
- Talleres: generales	1,50 ms.
salas particulares de montaje	1,20 ms.

4.- Tiendas y almacenes:	
- locales amplios	2,50 ms.
- locales normales	2,00 ms.
- espacios de ventas y exposiciones	1,20 ms.
- escaparates grandes	0,80 ms.
- escaparates y vitrinas pequeños	0,50 ms.
5.- Iglesias en general:	3,50 ms.
6.- Hospitales, clínicas:	
- Despachos de médicos, general	1,50 ms.
- Despachos de médicos, mesas de trabajo	0,80 ms.
- Salas de consulta y tratamiento	1,20 ms.
- laboratorios	1,00 m.
- departamento de operaciones (quirófano, salas de esterilización)	1,00 m.
- departamento de Odontología	1,00 m.
- salas de hospitales, general	1,80 ms.
- salas de espera, pasillos	2,50 ms.
7.- Viviendas:	
- salón, sala de estar	1,80 ms.

- escritorio, biblioteca	1,50 ms.
- comedor	1,50 ms.
- cocina, repostero	0,50 ms.
- dormitorios	1,50 ms.
- recibos, corredores, garages	2,00 ms.

He indicado, que las recomendaciones anteriores tienen su aplicación en forma general, es decir, como provisiones mínimas para uso normal de una instalación eléctrica. Las necesidades específicas de cada local se deben atender en forma particular en cada caso. Así por ejemplo, en oficinas, salas, talleres, halles, con columnas ubicadas dentro del área del local, es conveniente proyectar también, un tomacorriente en cada una de ellas. En laboratorios, salas de cirugía, salas de odontología, se debe planificar además, un tomacorriente de piso por cada 9 m<sup>2</sup> de superficie de trabajo.

En el salón de una residencia, es recomendable prever un tomacorriente en el manto de la chimenea; en el comedor, si hay gabinetes de pie o repisas, vale la pena colocar un tomacorriente por cada uno de ellos; en las cocinas y reposteros, es necesario un tomacorriente por cada 1,20 m<sup>2</sup> de mesa de trabajo. En estos tres últimos ambientes los tomacorrientes deben ser de preferencia, controlados por interruptores exteriores al sitio de su instalación, por cuanto, además de constituir un peligro la conexión y desconexión del aparato (calefactor, reflector, hornos portátiles, cocinetas, etc.) mediante la puesta o separación directa del enchufe, produce el deterioro eléctrico de los puntos de contacto.

En los cuartos de pacientes en clínicas y hospitales, y en los dormitorios en residencias, se proyectará por lo menos un tomacorriente a cada lado de la cama. En los cuartos de baño es indispensable, si quiera un tomacorriente cerca de cada espejo o tocador, para la afeitadora, secador de pelo, secamanos, etc. En las escaleras, es necesario un tomacorriente en cada descanso.

En los exteriores (porch, garage, patio, terraza, jardín), hay que proyectar tomacorrientes de intemperie, distribuidos adecuadamente a lo largo de las paredes del edificio, que permitan conectar artefactos móviles (cortadoras de césped, podadoras, reflectores ocasionales...)

Esta instalación exterior (salidas de alumbrado y tomacorrientes) debe controlarse por interruptores situados en el interior, preferentemente todos agrupados en un subtablero exclusivo.

### III. TOMACORRIENTES PARA SALIDAS ESPECIALES

Se llaman salidas especiales a aquellas tomas de corriente eléctrica, que por la carga o funcionamiento del artefacto que van a servir, se las instala individuales.

En realidad, para determinar cuales artefactos exigen en la planificación estas salidas especiales, no pueden darse normas precisas. Sin embargo, como norma general, se debe proyectar salidas especiales para todo artefacto, cuya potencia sea mayor o igual a 1.200 vatios, o cuyo voltaje de operación es 220 voltios (Por ejemplo, un tanque calentador de agua, un elevador, una cocina eléctrica).

También se proyectarán salidas especiales para aquellos artefactos cuyo funcionamiento no puede estar sujeto a interrupciones, variaciones o perturbaciones, aunque sean sólo momentáneas, producidas por fallas, conexiones y desconexiones de otros aparatos servidos por el mismo circuito (Por ejemplo, refrigeradora, televisor, etc.)

<sup>1</sup> En nuestro medio la mayor parte de aparatos eléctricos funcionan a 110 voltios, siendo por tanto éste, el voltaje normal de los tomacorrientes de uso general.

En consecuencia, para que la planificación de estas salidas especiales sea económica, debe hacerse de acuerdo con las necesidades específicas, presentes y futuras del cliente, y para que sea adecuada debe tener flexibilidad para el cambio de emplazamiento de los equipos con relación al área disponible del local.

La tabla No.8 (Capítulo IV) es una buena guía para determinar en la práctica, cuales artefactos deben tener circuitos individuales.

#### IV. SEÑALES Y COMUNICACIONES

El proyecto de señalización y comunicaciones para un edificio, constituye un sistema de tuberías, cajas, controles, y equipo, totalmente independiente del sistema de iluminación, tomacorrientes de uso general o individual.- En principio, debe satisfacer las exigencias exclusivas del propietario y de las posibles necesidades de la instalación.

En la práctica, si no es posible, saber parcial o totalmente estas necesidades, el proyectista puede dar las soluciones más viables, en base a las siguientes recomendaciones:

a) Para señalización:

- 1) Todo edificio, en cada sitio de acceso a una área interior e independiente, debe tener la instalación de pulsadores (botones de presión) que accionen un aparato indicador, visual o auditivo, localizado en un sitio conveniente.

En una residencia, el lugar adecuado para este aparato indicador, será un hall, la cocina, el patio, la terraza o el área de servicio. Si es un edificio comercial, el puesto correcto será el centro de información o el departamento del conserje. En un local industrial, sería el local del portero o el departamento del guardián.

Para cualquiera de estos casos, el aparato indicador más apropiado es el timbre o campanilla, el din-dón musical o un zumbador. Si el edificio tiene varias puertas de acceso, este aparato podría estar en combinación de un "cuadro indicador", que permite identificar fácilmente el sitio de la llamada.

En la actualidad, la necesidad descrita, se soluciona en mejor forma, con equipos intercomunicadores, conocidos comercialmente como "porteros eléctricos". Estos aparatos permiten saber el lugar desde el cual llaman, la persona que lo hace y qué desea. Inclusive posibilitan desde adentro, abrir la puerta de acceso, accionando eléctricamente su cerradura.

- 2) Todo edificio debe también tener pulsadores en uno o varios puntos de sus locales interiores, desde los cuales, accionen así mismo, un aparato indicador convenientemente ubicado.

Si es una residencia es necesario proyectar estos pulsadores desde la sala, comedor, dormitorios y cuartos de baño. En edificios comerciales e industriales, se planificará por lo menos uno en cada oficina o taller. En clínicas y hospitales es imprescindible un punto de llamada desde cada una de las camas de los pacientes.

La utilidad de esta exigencia es obvia: requerir los servicios o presencia del portero o mensajero, enfermera o auxiliar, sin necesidad de movilizarse o llamarlos a gritos o a golpes.

Como es necesario diferenciar estas llamadas internas de las que se efectúan desde el exterior del edificio, es buena práctica que el aparato indicador, para este caso, sea un roncador, es decir un timbre de sonido más bajo que la campanilla, el mismo que debe estar en conjunto con un cuadro indicador que identifica el lugar de la llamada. Lugares apropiados para este roncador son el área de servicio, el hall, el puesto

de atención o información.

Para solucionar esta segunda recomendación, la industria electrónica también pone a nuestra disposición muchos equipos de señalización e intercomunicación: altavoces, buscapersonas, intercomunicadores, etc. @

Si se proyectan altavoces o buscapersonas, es evidente que se debe establecer una central, sitio desde el cual se opere el equipo.

- 3) El proyecto de señalización de un edificio, deberá atender también a las salidas para antenas de televisión.

En residencias se deben planificar estos puntos de conexión en el salón, sala familiar y dormitorio principal; en edificios comerciales, vale la pena dejar una salida de antena en cada local independiente, y en edificios industriales es conveniente prever una, en los ambientes de uso social colectivo.

En edificios de más de tres apartamentos no es aconsejable instalar antenas individuales para cada uno de ellos, pues, además de ser antiestéticos y caras estas instalaciones, resulta hasta peligrosa una terraza sembrada de tubos y alambres. En tales casos se debe proyectar una sola antena con un amplificador que multiplique la señal recibida y luego la distribuya a través de unos adaptadores de impedancia en cada punto, con las correspondientes protecciones o resistencias adecuadas.

Si se planifican antenas colectivas, hay que proyectar una sola tubería de bajada desde la parte más alta del edificio a todas las cajas de distribución de cada piso, y de éstas al sitio mismo de instalación.

- 4) En algunos edificios, dada su categoría, habrá que prever sistemas de alarmas contra robos, alarmas contra incendios, etc.

Cualesquiera que sean las soluciones que se den a las necesida -

des de señalización de un edificio, éstas exigirán que la planificación eléctrica prevea las tuberías y salidas apropiadas y suficientes al buen funcionamiento y servicio del sistema.

b) Para comunicaciones:

1) En lo concerniente a comunicaciones exclusivamente exteriores, se debe proyectar un sistema de tuberías unitario, compuesto por la caja de entrada de la acometida telefónica; las tuberías principales, que parten de esta caja y terminan en los cajetines de distribución del área o piso correspondiente, y de las tuberías secundarias que llegan a los puntos de utilización.

En la planificación de este sistema de comunicaciones, todos los locales principales e independientes de un edificio, deben tener por lo menos una caja de salida telefónica, conectada por medio de un tubo de 5/8" de diámetro al cajetín de distribución. Esta caja posibilita la conexión telefónica independiente hacia la red de servicio telefónico urbano. Esta salida debe ser ubicada, en la pared o en el piso, de tal manera que la instalación del teléfono permita la mayor facilidad y flexibilidad de servicio.

Si el edificio que se proyecta es una industria, o un edificio comercial o residencial, bajo un solo usuario (institución o persona) lo apropiado para las comunicaciones externas e internas, es un equipo telefónico único, operado desde una central en forma manual o automática.

2) La planificación de comunicaciones se debe completar con el proyecto para la instalación de teléfonos de intercomunicación interna. Pero hay que aclarar que esta exigencia, generalmente sólo se justifica en industrias o en edificios institucionales, aunque también precisan ciertas residencias de considerable amplitud.

Para la planificación misma de intercomunicadores y su mejor solución técnica en cuanto a tuberías, cajas, cables, central, aparatos derivados, etc., se debe tratar preferentemente con el técnico o representante del equipo que se pretende instalar.

Del estudio general, que en los cuatro aspectos (iluminación, tomacorrientes de uso general, tomas para salidas especiales, y señalización y comunicaciones) se ha hecho en las páginas anteriores, se deduce claramente, que cada local de un edificio requiere la atención y la experiencia del ingeniero. Las normas y recomendaciones que se han dado, serán obligatorias en parte o en su totalidad, según la categoría de la construcción proyectada.

Ahora bien, efectuada la selección de aparatos, equipos eléctricos y equipos de señales y comunicaciones que se van a instalar, se proceden a elaborar sobre los planos de las plantas de distribución arquitectónica:

- a) los planos eléctricos, en los cuales se señalan todas las salidas de iluminación y sus correspondientes interruptores, los tomacorrientes de uso general, y los tomacorrientes para artefactos de conexión especial, y
- b) los planos de señales y comunicaciones, en los cuales se hacen constar todos los pulsadores de llamada, anunciadores visuales o auditivos, salidas para teléfonos, intercomunicadores, alarmas, relojes, baucapersonas, etc.

Para elaborar estos planos de localización se deben tomar en cuenta las siguientes normas:

- 1.- Los planos de las plantas del edificio deben ser dibujados sin mayores detalles de construcción y de preferencia en escala 1:50.
- 2.- Utilizar en los planos los símbolos gráficos de la tabla No.9 del capítulo IV.

3.- Los locales que tengan varias entradas, necesitan un control de alumbrado general desde cada puerta de acceso. Esto se logra por medio de interruptores de vías múltiples (Dos interruptores de tres vías, si hay dos entradas principales; dos interruptores de tres vías y uno de 4 vías, si hay tres entradas principales.)

4.- Los interruptores de pared se colocan al lado de la cerradura de la puerta, o al lado de más movimiento de las entradas sin puertas, siempre en el mismo cuarto de los equipos controlados.

5.- Si en la colocación de dos interruptores que comandan las mismas luces hay una distancia menos de dos metros entre sí, uno de éstos interruptores puede ser eliminado.

Ya, en la ejecución misma de la obra, los dispositivos eléctricos se instalarán a las siguientes alturas, sobre el nivel del piso terminado:

Interruptores de pared:	1,40 ms.
Tomacorrientes normales de pared:	0,40 ms.
Tomacorrientes en cocinas y mesas de trabajo:	1,20 ms.
Tomacorrientes en cuartos de baño:	1,20 ms.
Tomacorrientes exteriores (a prueba de intemperie)	0,50 ms.
Pulsador de llamada de placa:	1,30 ms.
Salida para teléfono:	0,40 ms.
Toma para cocina eléctrica:	0,50 ms.
Salida para parlantes:	0,40 ms.
Salida para antena de televisión:	0,80 ms.
Luces de pared o apliques:	2,10 ms.

Como aplicación, haré un breve estudio particular de los principales ambientes del edificio comercial "Sociedad Directora de Colegios", cuyo proyecto y ejecución estuvieron bajo mi responsabilidad. Si es necesario, daré en él, un enfoque específico rápido de las necesidades y caracte

rísticas propias del local que proyectemos, conforme a las normas y recomendaciones descritas.

ALMACEN.- Los principales requisitos a que debe satisfacer un buen alumbrado de tiendas y escaparates son:

- 1.- Un buen apantallamiento de las lámparas fluorescentes y de los focos y proyectores que pudieran distraer la atención del público y hacer que éste se fije manos en los artículos expuestos.
- 2.- La posibilidad de ampliar o renovar las fuentes de luz en el futuro.
- 3.- La reposición de las lámparas debe ser fácil.
- 4.- El sistema de techo de los escaparates ha de ser tal que se pueda variar la iluminación sin que sea necesario variar la estructura del techo.

Estas condiciones pueden cumplirse cuando el alumbrado está formado de los siguientes elementos:

- 1.- Alumbrado general mediante lámparas fluorescentes.
- 2.- Alumbrado general complementario direccional mediante lámparas incandescentes reflectoras de vidrio prensado de 100 y 150 w.
- 3.- Alumbrado de acentuación muy direccional, mediante lámparas reflectoras de casquete plateado de 75 w.
- 4.- Alumbrado de fondo mediante lámparas fluorescentes decorativas.

Combinando este grupo de lámparas, puede crearse una gran diversidad de efectos, susceptible de adaptación de la hora del día.

No basta, en un almacén iluminar bien su interior, hay que atraer la atención del público hacia los artículos exhibidos y hay que crear un ambiente agradable que permita una visión clara y rápida de la mercadería y que reproduzca fielmente la tonalidad y calidad de sus acabados.

El alumbrado general se hace preferentemente por luces de techo. Esto permite muchas variaciones de luz directa, semi-directa e indirecta y se adaptan a cualquier tipo de instalación empotrada o adosada. Si la altura del almacén es menor a 2,50 ms. conviene proyectar salidas de tumbado para lámparas empotradas.

Cálculo del alumbrado del almacén No.2 de la planta baja:

a) Sección sin mezanine:

Dimensiones: longitud, 10,50 ms.; anchura, 4,80 ms.; altura, 5,20 ms.

Como intensidad de iluminación se consideran necesarios 200 lux (tabla No.4). Por estética y servicio, elijo una iluminación consistente en lámparas fluorescentes "TL" 40 wat., (según catálogos Philips), similar a la indicada en la tabla No.6-13.

La superficie de trabajo, estimo se halla situada a 0,80 m.s de el suelo. El tumbado es color marfil, cuyo factor de reflexión puede fijarse en 70% ( $r_p = 0,7$ ), mientras que el de las paredes es del 30% ( $r_w = 0,30$ ).

1) Determinación del rendimiento de iluminación  $N$

El índice de espacio calculo mediante la fórmula

$$k = \frac{2 l + 2b}{10 h}$$

En este caso:  $l = 10,50 \text{ m.}$   
 $b = 4,80 \text{ m.}$   
 $h = 5,20 - 0,20 - 0,80 = 4,20 \text{ m.}$  (0,20 m. =  
distancia de las luminarias al techo)

$$\text{Por tanto: } k = \frac{2(10,50) + 8(4,80)}{10(4,20)} = 1,4$$

En la tabla No.6 -13, encuentro que si  $k = 1,4$ ;  $r = 0,7$  y  $r_w = 0,3$ , el rendimiento de iluminación de la instalación en estado nuevo es  $N = 0,29$ .

Considerando que un ensuciamiento ligero y la limpieza cada 2 años de las luminarias, la misma tabla No.6-13 nos determina el factor de depreciación  $\bar{d} = 1,45$

## 2) Cálculo del número de luminarias $N_L$

Se calcula mediante la fórmula 
$$N_L = \frac{E \times S \times \bar{d}}{\phi_{\text{lámp.}} \times N}$$

En este caso:  $E = 200 \text{ lux}$   
 $S = 10,50 \times 4,80 = 50,50 \text{ m}^2$   
 $\bar{d} = 1,45$   
 $\phi_{\text{lámp.}} = 2 \times 2.800 = 5.600 \text{ lm.}$  (según tabla No.7)  
 $N = 0,29$

$$\text{Por tanto: } N_L = \frac{200 \times 50,50 \times 1,45}{5.600 \times 0,29} = 9$$

Para armonizar la distribución de las columnas con la distribución de las luminarias, proyectaré 3 filas de 3 luminarias cada una, centrándolas en cada módulo que determinan las columnas.

Complementamos el alumbrado general proyectado, instalando 4 lámparas incandescentes reflectoras (comptalux: según catálogo Philips) de 100 w., distribuidas en 2 filas de 2 lámparas cada una.

La planificación de esta parte del almacén, con estas luminarias indicadas nos estará dando el flujo luminoso de la instalación:

$$\phi_n = \frac{9 \times 5.600 + 4 \times 1.000}{50,50} = 1.070 \text{ lm/m}^2$$

La intensidad de iluminación que entregaría la instalación en estado nuevo, sería:

$$E_{\text{med}} = \phi_n \cdot N = 1.070 \times 0,29 = 312 \text{ lux}$$

Naturalmente, la intensidad de iluminación en servicio es menor.

b) Sección con mezanina:

Dimensiones: longitud 10,50; anchura 5,30 m.; altura 2,80 m.

Intensidad de iluminación: 200 lux (Tabla No.4)

Luminarias a utilizarse: lámparas fluorescentes "TL", color blanco de lujo No.33, con un tipo de armadura semidirecto, con pantalla de metacrilato, para 2 "TL" de 40 w., similar a la indicada en la tabla No.6 - 17.

Factor de reflexión del techo: 70% ( $r_p = 0,7$ )

Factor de reflexión de las paredes: 30% ( $r_w = 0,3$ )

Índice de espacio:  $k = \frac{2 \times 10,50 + 8 \times 5,30}{10 \times 1,80} = 3,52$

si  $h = 2,80 - 0,20 - 0,80$

0,20 m. = distancia de la luminaria al techo

0,80 m. = altura de la superficie de trabajo

Según la tabla No.6 - 17, el rendimiento de iluminación es  
 $N = 0,39$ .

Considerando un ensuciamiento normal, con limpieza entre 1 y 2 años, la misma tabla No. 6 - 17 determina  $d = 1,75$

Por tanto, el número de luminarias será:

$$N_L = \frac{200 \times 55,6 \times 1,75}{5.600 \times 0,39} = 8,95$$

Con igual criterio que he expresado en la parte del almacén  
SIN REZARILIS, PROYECTO 3 ELIAS de 3 luminarias cada una, y complementen-  
to el alumbrado general con 2 lámparas reflectoras incandescentes  
(compalux) de 100 w. distribuidas en las dos columnas intermedias de  
esta área.

OFICINA.- Al proyectar un sistema de alumbrado para oficinas se debe  
entender que la luz eléctrica se utiliza para complementar  
la luz diurna y sustituirla por completo. Por tanto, se procurará ob-  
tener la mayor coincidencia posible con la luz natural por lo que se re-  
fiere al nivel de iluminación, la distribución de la luz y color.

Para determinar la iluminación de oficinas, son buenas recomenda-  
ciones:

- 1) El nivel de iluminación de oficinas, debe ser suficiente para que  
las mesas y escritorios no necesiten ninguna forma de alumbrado lo-  
cal.
- 2) Las lámparas fluorescentes son, en principio, las más adecuadas.

Estas deben instalarse en armaduras bien apantalladas (armaduras provistas de celosías o difusores de material sintético). De ser posible es preferible incorporar las armaduras al tumbado o, en otro caso montarlas contra la superficie del techo.

No es aconsejable el montaje de las lámparas fluorescentes en regletas desnudas por las molestias del deslumbramiento.

- 3) Conviene agrupar las armaduras de modo que el eje longitudinal de la lámpara sea perpendicular al eje longitudinal de las mesas de trabajo.
- 4) El color de la luz más apropiado en lámparas fluorescentes es el blanco de lujo No.34 (catálogo Philips). La tabla No.7 indica su flujo luminoso conforme a su voltaje.
- 5) En las oficinas en las que se van a distribuir escritorios con máquinas de escribir, la planificación de las salidas de luz deben permitir que las armaduras sean colocadas de modo que la luz incida desde atrás. Así el texto está bien iluminado y se evitan los reflejos molestos sobre las teclas y partes brillantes de las máquinas.

Cálculo del alumbrado de la oficina No.3 (Planta de oficina)

Dimensiones: longitud, 10,20 m.; anchura, 5,60m; altura 2,40m.

Intensidad de iluminación: 320 lux (tabla No.4)

Luminarias a utilizarse: Lámparas fluorescentes "TL", color blanco de lujo No.34, con un tipo de armadura directo, con pantalla de metacrilato, para 3 "TL" de 40 w. similar a la indicada en la tabla No. 6 - 14.

Factor de reflexión del tumbado: 70% ( $r_p = 0.7$ )

Factor de reflexión de las paredes: 50% ( $r_w = 0,5$ )

Índice de espacio:  $k = \frac{2 \times 10,20 + 8 \times 5,60}{10 \times 1,40} = 4,65$

Si  $h = 2,40 - 0,20 - 0,80$

0,20 m = distancia de la luminaria al techo

0,80 m = altura de la superficie de trabajo.

Según la tabla No. 6-14, el rendimiento de iluminación es  $N=0,52$

Considerando un ensuciamiento bajo, con limpieza cada 2 años la misma tabla No. 6-14 determina  $\alpha = 1,45$

Según la tabla No.7, el flujo luminoso para 1 "TL" de 40W, color blanco de lujo No.34 es 1.750 lm; por tanto para 3 "TL" de este tipo será  $3 \times 1.750 = 5.250$  lm.

Calculamos el número de luminarias necesario

$$N_t = \frac{320 \times 57 \times 1,45}{5.250 \times 0,52} = 9,7$$

Proyectaré 9 luminarias distribuidas en 3 filas de 3 luminarias cada una, las cuales entregarán al local una intensidad de iluminación, en estado nuevo:

$$E_{med} = \frac{\phi_n}{S} \cdot N = \frac{9 \times 5.250}{57} \cdot 0,52 = 430 \text{ lux}$$

**CORREDOR.**- En las áreas de recibo, vestíbulos y corredores es recomendable proyectar lámparas de pared (apliques) o de techo, cada 4 ó 5 ms. de distancia, medidas en el eje de su dimensión mayor. Estas luces deben ser controladas desde cada uno de los puntos de acceso, mediante interruptores de una o varias vías.

Buena práctica constituye prever una luz de noche, que permita a

bajo costo iluminar las áreas de circulación.

Cálculo del corredor de acceso a la oficina No.3 (Planta de oficinas).

Dimensiones: longitudinal, 17 m.; anchura, 1,40 m.; altura, 2,40 m.

Intensidad de iluminación: 40 lux (tabla No.4) (Sección hoteles)

Luminarias a utilizarse: lámparas incandescentes, llenas de gas y con filamento de doble espiral, mateadas interiormente, de 50 w. con un tipo de armadura: difusores, similares a la indicada en la tabla No. 5-4.

Factor de reflexión del techo: 70% ( $r_p = 0,7$ )

Factor de reflexión de las paredes: 30% ( $r_w = 0,3$ )

Índice de espacio:  $k = \frac{2 \times 17 + 3 \times 1,40}{10 \times 1,89} = 2,5$

Si  $n = 2,40 = 0,60$

0,60 = altura de la superficie de trabajo (plano útil)

Según la tabla 6 - 4, el rendimiento de iluminación es  $N = 0,33$

Considerando un ensuciamiento bajo, con limpieza cada 2 años, la misma tabla No. 5-4 determina  $\delta = 1,40$

Según la tabla No.7, el flujo luminoso para lámparas incandescentes de 50 w. y de características ya indicadas es 620 lm.

Por tanto, el número de luminarias será:

$$n = \frac{40 \times 23,8 \times 1,40}{620 \times 0,33} = 4,0$$

Proyectaré 5 luminarias distribuidas a igual distancia en el eje de su longitud de 17 m.

SALA.- El proyecto de iluminación de las salas de estar debe brindar comodidad a los propietarios y a las personas relacionadas a ellas y debe armonizar con el decorado impuesto al ambiente.

Un alumbrado general es imprescindible y se hace preferentemente con lámparas de techo en sus muchísimas variaciones de luz directa, semidirecta e indirecta.

Adicionalmente, hay que proyectar luces decorativas de pared o empotradas en el tumbado, las cuales, además de producir efectos agradables, constituyen luces localizadas, útiles para diferentes actividades sin que sea necesario recurrir siempre a la luz total de la sala.

Para ciertas ocasiones sociales y para el uso de la televisión, es recomendable instalar un control de intensidad de luces, el cual permite crear un ambiente íntimo y evita los contrastes de intensidad luminosa.

Cuando se proyecten o instalen luminarias de pie o pedestal, el espacio entre dos adyacentes no debe exceder de la altura del local.

Cálculo del alumbrado de la sala del departamento No.2 (Planta de departamentos)

Dimensiones: longitud, 5 m.; anchura, 3,50 m; altura; 2,40 m.

Intensidad de iluminación: 40 lux (tabla No.4)

Luminaria a utilizar: lámpara incandescente, llena de gas y con filamento de doble espiral, mateada interiormente, de 100 w. con un tipo de armadura directo-indirecto, similar a la indicada en la tabla No. 6-3.

Factor de reflexión del tumbado: 70 % ( $r_p = 0,70$ )

Factor de reflexión de las paredes: 30% ( $r_w = 0,30$ )

Índice de espacio:  $k = \frac{2 \times 5 + 8 \times 3,50}{10 \times 1,60} = 2,4$

Si  $h = 2,40 - 0,80$

0,80 m. = altura del plano útil

Según la tabla No. 6-3 el rendimiento de iluminación es  $N = 0,43$  y determina que  $d = 1,40$  considerando un ensuciamiento bajo, con limpieza cada dos años.

La tabla No.7 indica el flujo luminoso para lámparas incandescentes de 100 w. y de las características indicadas = 1.560 lm.

Por tanto:

$$N_1 = \frac{40 \times 17,50 \times 1,40}{1.560 \times 0,43} = 1,4$$

Para esta sala proyectaré una salida para una luminaria central y dos salidas de pared para apliques con lámparas de 25 a 40 w.

COMEDOR.- El proyecto de alumbrado de un comedor, en general, exige acentuar el decorado de la mesa y sus alimentos, y busca que los comensales disfruten de la comida con toda comodidad. Se satisface ésto con una salida de luz directamente sobre el centro de la mesa.

El estilo de luminaria más apropiado es la luminaria colgante, la misma que debe tener un tipo de armadura, que dé luz hacia arriba en el techo y al mismo tiempo y en mayor proporción alumbre hacia abajo.

Si la luminaria es colgante, su parte inferior no debe quedar menos de 0,90 m. de altura de la superficie de la mesa.

Además de la luz central es recomendable planificar luces de pared que crean efectos atractivos y complementan la iluminación general, pues también no hay que olvidar, que algunos usuarios instalan lámparas centrales que entregan una luz difusa, acaso talves para retener o imitar el efecto de intimidad de un candelero de mesa de comedor.

#### Cálculo del alumbrado de l comedor del departamento No.2

Dimensiones: longitud, 4,20 m; anchura, 4 m.; altura, 2,60 m.

Intensidad de iluminación: 60 lux (tabla No.4)

Luminaria a utilizar: lámpara incandescente, llena de gas y con filamento de doble espiral, mateada interiormente, de 100 w., con un tipo de armadura semidirecto, similar a la indicada en la tabla No. 6-2

Factor de reflexión del techo: 70 % ( $r_t = 0,7$ )

Factor de reflexión de las paredes: 50 % ( $r_w = 0,5$ )

Indice de espacio:  $k = \frac{2 \times 4,20 + 8 \times 4}{10 \times 1,60} = 2,5$

Si  $h = 2,40 - 0,80$

0,80 m. = altura del plano útil.

Según la tabla No. 6-2, el rendimiento es  $N = 0,51$  y  $d = 1,40$  si considero un ensuciamiento bajo, con limpieza cada dos años.

Por tanto:

$$N = \frac{60 \times 16,80 \times 1,40}{1.560 \times 0,51} = 1,7$$

Para este comedor proyectaré una salida para una luminaria central de 100 w. y 2 salidas de pared para apliques con lámparas de 60 w.

## NORMAS PARA LA DETERMINACION DE LA CARGA DE DISEÑO

En el punto anterior 2-2, he expuesto la manera, las normas y recomendaciones que permiten la selección de los equipos de alumbrado y de uso normal o especial. Esta selección de los equipos determinan las salidas necesarias y convenientes para la luz, tomacorrientes de uso general y de uso individual, y a su vez, establecen las cargas que se van a servir de la instalación eléctrica del edificio. De este modo, la carga total, sería en principio, la suma de todos los consumos de los equipos seleccionados y previstos para uso mediano o inmediato. Digo, en principio, porque para fijar la carga de diseño, ésta debe ajustarse también a las siguientes normas:

- 1) Para aparatos de alumbrado que emplean dispositivos estabilizadores, transformadores y auto-transformadores, la carga debe basarse en el total del número de amperios fijado a tales unidades y no en la potencia de las lámparas.
- 2) En los casos en que en funcionamiento normal la máxima carga de una derivación subsista durante largos períodos de tiempo, tal como alumbrado de almacenes, talleres y cargas similares, las mínimas cargas unitarias establecidas en el punto precedente, deberán incrementarse en un 25%, con el fin de que la instalación pueda tener suficiente capacidad en el alimentador y en las derivaciones para garantizar un funcionamiento seguro.
- 3) La carga mínima (llamada también carga standard) que debe tenerse en cuenta para iluminación general en un edificio, o parte de edificio, de cualquiera de los locales incluidos en la tabla No.10 del capítulo IV, se determina multiplicando los vatios especificados por metro cuadrado por el área total en metros cuadrados.

La asignación "wattios por metro cuadrado ( $w/m^2$ )" de esta tabla No.10, cubre también las salidas de tomacorrientes para uso general, (enchufes, de 10 Amp. o menos) en viviendas de uno o varios departamentos, por tanto, no es necesario incluir carga adicional alguna en tales derivaciones.

Para calcular el área de la superficie de un edificio se toman sus dimensiones exteriores y el número de pisos, pero se excluyen porches abiertos, garages anexos a los edificios de vivienda y solares, a menos que esté previsto su uso futuro.

- 4) En viviendas unifamiliares y en departamentos independientes de edificaciones multifamiliares, a la carga wattios por metro cuadrado debe incluirse una carga no menor de 1.500 wattios para aparatos pequeños (aparatos portátiles alimentados de enchufes de 10 Amp. o menos).

En edificios comerciales, debe añadirse a la carga standard, una carga no menor de 3.000 wattios para aparatos pequeños.

- 5) Para cocinas eléctricas domésticas, la carga se calcula de acuerdo con la tabla No.11 del capítulo IV.
- 6) Para el alumbrado de escaparates se asigna una carga de 600 w. por metro lineal, medidos horizontalmente a lo largo de su zócalo.
- 7) Donde se emplean conjuntos de derivaciones múltiples, cada metro y medio, deberá considerarse como una toma de una capacidad de 1,5 Amp.
- 8) Por cada toma planificada adicionalmente, que no sirva para iluminación general ni para motores, debe incluirse una carga no menor que las siguientes cargas unitarias:

- |   |  |
|---|--|
| - Para tomas que alimentan aparatos determinados y otras cargas | Valor de intensidad especificado en el aparato |
| - Tomas que alimentan portalámparas de servicio intenso         | 5 Amp.   |
| - Otras tomas   | 1,5 Amp.                                       |
- 9) Para determinar la carga de equipos cuyo consumo no es puramente resistivo, se debe tomar en cuenta también el factor de potencia del equipo.
- 10) Si se proyectan tomas para instalar máquinas, movidas cada una de ellas por un motor individual, la carga debe basarse en la intensidad de la corriente de arranque del motor (150 a 300 % de la intensidad del motor en marcha), que en ningún caso será menor del 125% ni mayor que el 400% de la intensidad consumida por el motor a plena carga.
- 11) La carga de diseño debe también tomar en cuenta el factor de demanda.

En una instalación muy pequeña es virtualmente inevitable que en determinadas momentos se consuma la potencia conectada total. Es decir la demanda máxima será 100% de la potencia conectada total, o lo que es lo mismo, el factor de demanda para la carga de diseño será 100%.

Si el tamaño del edificio aumenta, la demanda máxima es menor que la potencia conectada total y el factor de demanda para la carga de diseño será menor que el 100%. Si el tamaño del edificio aumenta todavía más el factor de demanda continuará disminuyendo hasta que se alcance un cierto tamaño al partir del cual no habrá prácticamente ninguna variación en el factor de demanda.

Estas condiciones, que la experiencia demuestra que existen en la mayoría de los edificios, se prevén especificando para cada local una cierta carga, a la cual se aplica un factor de demanda del 100% y aplicando después a la carga de diseño restante, el factor de demanda, en la forma y valores indicados en la columna B de la tabla No.10'.

En consecuencia, la carga de diseño para la planificación de la instalación eléctrica de un edificio se determina estableciendo:

- a) Cargas de alumbrado: se calculan directamente de las indicaciones de vatios en los planos, o a base del área total de planta usando la tabla No. 10. En cada caso se utiliza el método que dé el mayor resultado.
- b) Cargas de tomacorrientes de uso general: 1,5 amperios por cada toma corriente de uso general, y un mínimo adicional de 1.500 w. para departamentos residenciales (viviendas unifamiliares y departamentos de 2 o más dormitorios) y de 3.000 w. para departamentos comerciales (almacenes, oficinas).
- c) Circuitos individuales: la suma de las cargas nominales de los artefactos de uso especial.
- d) Varios: cocinas, acondicionadores de aire, motores, alumbrado de escaparates, etc.

A la suma de a) y b) ( $a + b$ ) se aplican los factores de demanda dados en la columna B de la tabla No.10'.

En c), se aplica un factor de demanda del 75% si existen 4 o más circuitos individuales.

En d), si son cocinas se aplicarán las cargas de la tabla No.11.

para acondicionadores de aire, la capacidad nominal; para motores, por lo menos el 125% de la capacidad nominal del motor más grande, más la suma de las capacidades nominales de los demás motores; para escaparates 600 w. por metro lineal; etc.

Como aplicación determinaré la carga de diseño para el almacén No.2 y para el departamento No.2 de la planta tipo de departamentos, en el edificio tomado como ejemplo.

I.- Para el almacén No.2

a) Cargas de alumbrado.-

1) Equipos de iluminación calculados:

- Sección sin mezanina:	9 luminarias fluorescentes 2 x 40 w	720 w
	4 luminarias incandescentes de 100 w.	400 w.
- Sección con mezanina:	2 x 9 luminarias fluoresc. 2 x40 w.	1.440 w.
	2 x 2 luminarias indandesc. de 100 w.	400 w.
- Baño:	2 luminarias incandescentes de 60 w.	120 w.
	Suman	3.080 w.

2) Carga standard calculada a base del área:

Area total: 162 m.<sup>2</sup> a razón de 20 w/m<sup>2</sup> . 3.240 w.

Conclusión: Como carga de alumbrado se toma 3,240 w.

b) Cargas de tomacorrientes de uso general.-

- 20 tomacorrientes proyectados a razón de 1,5 Amp. son	
30 Amp. En circuitos de 2 hilos a 120 v. dan	3.600 w.
- Carga adicional (norma 4), punto 2-3	3.000 w.
	Suman 6.600 w.

c) Cargas de circuitos individuales.-

- Salida para letrero luminoso 2.000 w.

d) Cargas varias.-

- Alumbrado de escaparates: 7 ml. por 600 w/ml 4.200 w.

Sumamos las cargas de c y d:  $2.000 + 4.200$  6.200 w.

Sumamos las cargas de a y b:  $3.240 + 6.600 = 9.840$

Aplico a esta suma el factor de demanda: 100 % de 9.840 w. 9.840 w.

Suma . 16.040 w.

Conclusión.- Carga de diseño para el almacén No. 2. 16.040 w.

II.- Para el departamento No.2

a) Cargas de alumbrado.-

Como la carga standard calculada a base del área, para departamentos residenciales, es normalmente mayor que la suma de las cargas calculadas para servicio de cada uno de los ambientes; en este caso tomo directamente como carga de alumbrado: área total  $170 \text{ m}^2$  a razón de  $30 \text{ w/m}^2$ .

5.010 w.

b) Cargas de tomacorrientes de uso general.-

- 26 tomacorrientes proyectados a razón de 1,5 Amp. son 39 amp. En circuitos de 2 hilos a 120v. dan 4.680 w.

- Carga adicional (norma 4) 1.500 w.

Suma 6.180 w.

c) Cargas de circuitos individuales.-

- Calentador de agua	3.000 w.
- Lavadora	400 w.
- Refrigerador - congelador	600 w.
Suman	4.000 w.

d) Cargas varias.-

- Cocina	8.000 w.
----------	----------

Sumamos las cargas de a y b:  $5.100 + 6.180 = 11.280$  w.

Aplico a esta suma el factor de demanda (tabla No.10)

3.000 w. a razón del 100 % dan 3.000 w.

8.280 w. a razón del 35 % dan 2.900 w.

Suma de las cargas de a + b	5.900 w.
Suma de las cargas de c	4.000 w.
Suma de las cargas de d	8.000 w.
Suman	17.900 w.

Conclusión.- Carga de diseño para el departamento No.2:

17.900 wátios

## ELECCION DEL SITIO PARA EL CONTADOR Y LOS TABLEROS

Los elementos principales de la instalación eléctrica de un edificio son: la acometida, el contador o contadores, el interruptor principal de servicio, el tablero principal, los alimentadores, los subtableros de distribución y los circuitos ramales o derivados.

La acometida, termina en el interruptor principal de servicio instalado después del contador o contadores.

El tablero principal, constituye el centro vital de las instalaciones eléctricas interiores. Desde él se distribuye la energía eléctrica que entra por la acometida a los circuitos alimentadores que llevan la corriente a los subtableros de distribución, y de éstos a los puntos mismos de consumo.

De esta breve síntesis de la estructura fundamental de una instalación interior se desprende que en el proceso de la planificación eléctrica de un edificio, una vez que se han establecido las necesidades del usuario, con su ubicación y carga, se debe a continuación determinar el sitio para la instalación del contador, del tablero principal, y de los subtableros de distribución.

Como norma general para determinar el número de contadores que requiere un edificio, se debe proyectar un contador por cada área de distribución arquitectónica independiente, o por cada área de consumo eléctrico independiente. Hay que prever también el número de contadores necesario para los servicios comunes del edificio: ascensores, montacargas, bombas de agua, servicios para gradas, pasillos, luces exteriores, áreas generales para parqueamiento de vehículos, etc.

El contador o contadores, deben ubicarse siempre en la planta de

construcción a nivel de la calle, y en sitio tal, que no esté muy distante de las redes de energía eléctrica de la Empresa y que sea de fácil y libre acceso a los lectores y demás empleados de control o revisión. Por consiguiente, lugares apropiados para su instalación serían la parte exterior del garage, el zaguán, la pared exterior de la cocina, porch interior, entrada lateral, etc., en residencias unifamiliares; el hall de entrada, el puesto de información, junto al departamento del conserje o al patio de estacionamiento, etc., en edificios residenciales, comerciales o industriales.

Estos aparatos de medición se instalarán en un lugar seco, de preferencia formando un solo tablero empotrado, a fin de protegerlos contra contactos casuales y daños mecánicos, a una altura sobre el nivel del piso terminado, no menor de 1 m. ni mayor de 2,20 ms.

Dimensiones mínimas requeridas para instalar un medidor son: 30 cm. en el sentido horizontal, 60 cm. en sentido vertical y 15 cm. de profundidad. Cuando se vayan a instalar más de dos contadores, el tablero debe prever espacio suficiente para el montaje de un interruptor general y por lo menos de una caja de distribución (30 x 60 x 10cm).

En definitiva, es la empresa eléctrica la que debe fijar el trazo de la acometida, el sitio de instalación de los contadores y las características y dimensiones de este tablero.

La ubicación del tablero para los contadores eléctricos, determinan a su vez, la localización más adecuada del tablero principal y - si los hay - de los subtableros de distribución.

El tablero principal, en lo posible, se debe instalar formando un solo cuerpo con el tablero de medidores. Si esto resulta difícil, se colocará a corta distancia del tablero de medidores, procurando que se ubique lo más cerca posible al área de mayor consumo, en un lugar acce-

sible común y tal que, los circuitos alimentadores que parten de él sean lo más cortos posibles y con un mínimo de curvas y desviaciones.

El diseño del tablero principal debe asegurar el mantenimiento de un servicio ininterrumpido, y sus dimensiones deben permitir instalar y maniobrar fácilmente el interruptor general y sus fusibles y los interruptores que controlan y protegen los circuitos alimentadores a los subtableros de distribución.

Si la planificación exige subtableros de distribución, sea por carga eléctrica o por extensión arquitectónica, estos tableros se deben proyectar ubicados lo más cerca posible al centro de la carga a la que sirven, y en sitio tales, que sean siempre de rápido acceso desde la mayoría de locales del piso o departamento que alimentan, para que la maniobra de los aparatos de protección se realicen con prontitud y comodidad, y que los circuitos ramales que parten de ellos no sean de recorrido muy largo, permitiendo de esta manera una fácil instalación mecánica y una buena regulación de tensión.

Los subtableros de distribución deben colocarse preferentemente empotrados, a una altura sobre el piso entre 1,50 ms. y 2,20 ms.

En lo concerniente a teléfonos, la caja de entrada de la acometida debe estar colocada según las normas de la Empresa de Teléfonos, e instalada en un sitio de fácil y directa conexión a la red telefónica, y tal que también en este aspecto, los alimentadores que salen de ella tengan un mínimo de curvas y desviaciones.

En edificios, en los cuales existen varios abonados, la acometida telefónica se ejecuta generalmente con cable multifilar hasta la caja de entrada. Allí se instala una o varias regletas de conexión de entrada, desde las cuales parten los alimentadores que terminan en las cajas de distribución de cada piso o área en que se ha dividido el edificio por

ra la planificación telefónica.

El sitio de ubicación y el número de cajas de distribución se establece exclusivamente por la extensión arquitectónica del edificio, por la facilidad de instalación mecánica de los circuitos ramales que salen a las cajas de servicio de cada uno de los abonados, y por la comodidad que deben tener los empleados de la Empresa de Teléfonos para realizar instalaciones, cambios y reparaciones, libremente y sin causar molestias a otros usuarios del mismo edificio.

Sea la acometida telefónica aérea o subterránea, la caja de entrada debe estar en un sitio público del edificio: junto a la puerta de entrada, hall de acceso, puesto de información, etc.

Las cajas de entrada y distribución se las coloca empotradas, a una altura sobre el piso entre 0,50 cm. y 1 m. y deben ser de dimensiones suficientes para que en ellas se instalen fácilmente las regletas de conexión y se efectúen los empalmes de los conductores.

En el edificio, cuyo proyecto adjunto en el capítulo IV, el número de subtableros de distribución eléctrica necesarios, y consecuentemente también el número de contadores a instalarse son 30, calculados así:

- a) En la planta subsuelo (hoja 1E ) Almacén No.1, Bodega No.2, Bodega No.3, Bomba de agua y servicios generales (corredores, halls, escaleras y parqueamiento). Total: 5
- b) En la planta almacenes (hoja No.2e) Almacén No.1, Almacén No. 2, Almacén No.3, Total: 3
- c) En la planta mezanine (hoja No.3E) Oficinas Nos. 1,2,3, Total: 1

- d) En la planta tipo de oficinas (hoja No.4E): Oficinas Nos. 1,2, 3, 4, 5, 6 (lado frontal) y oficinas Nos. 7, 8, 9, 10, 11 (lado posterior). Total por planta : 2, en tres pisos tipo serán : 6
- e) En la planta tipo de departamentos (hoja No.5E) Departamento No.1, Departamento No.2, Departamento No.3, Departamento No.4  
Total por planta : 4; en tres pisos tipo serán: 12
- f) En la planta terraza (hoja No.6E) Departamento de conserje, Bar, Ascensores (cuarto de máquinas) Total: 3

Se seleccionado como sitio apropiado para el tablero de contadores y tablero principal el corredor de descarga a las bodegas que constan en la planta subsuelo (hoja No.1 E), instalados en un compartimiento planificado a propósito. Motivos por los cuales selecciono ese sitio.

- Acometida de corta longitud y de conexión directa a la cámara de transformación.
- Acceso libre para los empleados de control de la Empresa Eléctrica y empleados de mantenimiento del edificio.
- Los alimentadores que salen de él son de corto recorrido y de fácil montaje.
- Se ha mantenido la estética y acabado elegante proyectado para el hall principal de entrada, que era otro sitio también apropiado para la instalación del tablero de contadores.

- De acuerdo con el número de contadores calculados, el tablero de medidores tendrá como dimensiones mínimas : 3 ms. de ancho x 2,40 ms. de alto, para instalar los treinta contadores montados en cuatro filas de 8 me-

didores, cada fila con su respectiva caja de distribución. Las dimensiones indicadas permiten también la instalación de los dos interruptores generales que son necesarios, como lo justificaré al hacer el estudio de la acometida al edificio.

El tablero principal está proyectado formando un solo cuerpo con el tablero de medidores y tendrá como dimensiones mínimas: 2 ms. de ancho x 1,50 de alto. En él se instalarán los 26 interruptores protectores tripolares y 4 interruptores bipolares que se necesitan según se desprende del diagrama de las líneas de alimentación (hoja No.7 E). Lo justificaré al estudiar cada uno de los circuitos alimentadores a los subtableros de distribución.

Los subtableros de distribución han sido ubicados en cada superficie independiente en que por su planificación arquitectónica se divide el edificio conforme a las recomendaciones anteriormente dadas.

La caja de entrada de teléfonos está proyectada en el descanso de la grada, a nivel de la planta almacenes (hoja No.2F). He seleccionado ese sitio porque la acometida es corta y de montaje directo a la red telefónica de la Av. 10 de Agosto. Las dimensiones de esta caja son: 50 cm. de ancho x 60 cm. de alto, y en ella se instalarán 8 regletas de 10 pares telefónicos cada una, para los 57 abonados inmediatos. Los 23 números telefónicos restantes quedan como reserva.

Los 57 abonados inmediatos están calculados así:

- a) En la planta subsuelo (hoja No.1F): Almacén No.1, Bodega No.2, Bodega No.3, y un teléfono monadero para servicio público. Total: 4.
- b) En la planta almacenes (hoja No.2F): son 3 almacenes. Total : 3

- c) En la planta mezanine (hoja No.3T): son 3 oficinas.Total: 3.
- d) En la planta oficinas (hoja No.4T): son 11 oficinas, por planta. En tres pisos serían 33 abonados.
- e) En la planta departamentos (hoja No.5T): son 4 departamentos por planta. En tres pisos son en total: 12 abonados.
- f) En la planta terraza (hoja No.6T): Departamento del conserje y Bar. Total: 2

Las cajas de distribución están ubicadas en los corredores de acceso a las oficinas y departamentos, con sitios a los cuales tienen libre pase los técnicos de la Empresa de Teléfonos y donde los cuales es fácil y económico la distribución a las cajas de servicio de los abonados.

#### SELECCION Y TPAZADO DE LOS CIRCUITOS

En primer lugar hay que anotar los tipos de circuitos, que en baja tensión, están a nuestra disposición, para utilizar la energía eléctrica en edificios. Los más comunes son:

- Monofásicos:
  - 120 voltios, 2 hilos
  - 120/240 voltios, 3 hilos
- Trifásicos
  - 240 voltios- triángulo -, 3 hilos
  - 208 voltios - estrella - , 3 hilos
  - 120/240 voltios - triángulo - 4 hilos
  - 120/208 voltios - estrella - 4 hilos

Estas tensiones nominales se mantienen dentro de las siguientes tolerancias:

- a) Sistema triángulo: + 2% - 8 % , y
- b) Sistema estrella : + 8% - 2 %

Hay otros tipos de circuitos, utilizados principalmente para alimentación a fábricas; sin embargo, éstos tienden a desaparecer, en beneficio de ir normalizando el voltaje de las líneas de distribución y de las acometidas.

La instalación de un solo activo (circuito monofásico, 120 v., 2 hilos) que se encuentra en la mayoría de los hogares ecuatorianos y aún en ciertos locales comerciales, se justifica en la actualidad sólo en departamentos pequeños, pues los artefactos que se conectan en 120 voltios, están limitados a unos 2.000 wattios de consumo.

En las instalaciones actuales todos los departamentos (residencial comercial o industrial) de un edificio deben disponer como mínimo de dos activos y neutro. Este sistema, además de permitir instalar una mayor potencia total, facilita el uso de artefactos a una tensión de 220 voltios.

Los tipos de circuitos citados pueden usarse para 15, 20, 30 ó 50 amperios nominales en cada conductor activo, de acuerdo con el tamaño de sus conductores.

Una vez determinadas las áreas de consumo y servicio independientes, en que se divide un edificio para su planificación eléctrica (en adelante los llamaremos "departamento"), se hace el estudio específico y particular de cada una de ellas.

El número y tipo de circuitos eléctricos ramales, necesarios para servir a los puntos de consumo en un departamento, está determinado fundamentalmente, por la carga total instalada, las características de los equipos y su ubicación en la distribución arquitectónica general.

La carga total instalada se calcula de acuerdo con las normas y recomendaciones estudiadas en los puntos anteriores. Las características de los equipos y su ubicación, determinan el tipo de circuito necesario.

Para la selección del número y los tipos de los circuitos, son normas básicas:

- 1.- El número de circuitos no debe ser menor que el que se deduzca de la carga calculada total y de la capacidad de los circuitos que se vayan a utilizar, pero en cada caso el número debe ser el suficiente para la carga actual que se va a servir.
- 2.- Cada circuito puede alimentar cualquier tipo de carga, pero los circuitos que tienen dos o más tomas pueden alimentar solamente las cargas siguientes:
  - a) Circuitos de 15 y 20 amperios: alumbrado y aparatos. El valor asignado a cualquier equipo portátil no debe exceder del 80 % del valor asignado al circuito. El valor asignado total de los equipos fijos no debe exceder del 50% del valor asignado al circuito si alimenta también aparatos de alumbrado o aparatos portátiles.
  - b) Circuitos de 30 amperios; equipos de alumbrado fijos en edificios que no sean para viviendas, o aparatos en cualquier edificio. El valor asignado a cualquier aparato portátil no debe exceder de 24 amperios.
  - c) Circuitos de 50 amperios: equipos de alumbrado fijos en grandes edificios que no sean para vivienda, aparatos de cocina fijos, o cocinas eléctricas fijas y calentadores de agua, o aparatos de caldeo industrial con lámparas de infrarrojo.

La selección de los circuitos en la planificación eléctrica de

un departamento se efectúa en el siguiente orden:

1  
51

1.- Circuitos de alumbrado.- Son aquellos, cuyas salidas sirven exclusivamente para instalar equipos de iluminación. En consecuencia, ningún circuito de alumbrado debe alimentar tomacorrientes, aún cuando estos tomacorrientes se establezcan específicamente para conexión de luminarias (lámparas de pie, lámparas de velador, lámparas de estudio, etc.), pues se corre siempre el riesgo de que aquellos tomacorrientes, en forma inadvertida, puedan ser utilizados también para conexión de algunos otros artefactos (calentadores, alacradillas eléctricas, plancha eléctrica, etc.).

En general, para calcular el número de circuitos de alumbrado, se procede de la siguiente manera:

- a) Se determina la carga total, de acuerdo con las indicaciones dadas en el punto 2-3 de este mismo capítulo.
- b) Se divide esta carga total en tantos circuitos de 15 o 20 amperios, según el tamaño de los conductores que se desee utilizar (No. 14 o No. 12 Awg : (ver tabla No. 12 del cap. IV.).

Si bien este procedimiento constituye una guía (se fundamenta sólo en la carga total), ya en la práctica, hay que proceder analizando otros factores. Así por ejemplo, en un local comercial o industrial, donde por su carga standard, o por los equipos de iluminación previstos, es necesario instalar un solo circuito, será conveniente instalar dos circuitos, si se quiere, de menor capacidad que el circuito inicial calculado. De esta manera, se asegura un normal funcionamiento de las actividades que en ese local se desarrollan: en caso de falla en el un circuito, el otro seguirá funcionando y además permitirá arreglar el circuito defectuoso en forma fácil y tranquila.

Otro criterio que en la práctica debe tomarse en cuenta para determinar el número de circuitos de alumbrado en un departamento, es la ubicación de las salidas en la distribución arquitectónica general. En un departamento residencial por ejemplo, es conveniente proyectar circuitos de alumbrado para cada una de las áreas que en forma bastante definida y usual se encuentra en su planificación arquitectónica: área social (hall, escritorio, sala, salón, comedor principal), área doméstica (cocina, repostero, comedor privado, despensa), área íntima (dormitorios, baños), área familiar (costurero, lavandería, plancha, taller), área pública (porch, garage, jardines, patios, luces exteriores), etc. Esta distribución de los circuitos de alumbrado, satisfacen generalmente a una buena regulación de tensión, presta seguridad de servicio y limita cualquier interrupción solamente a una área determinada. Obviamente, esta distribución está sujeta a la facilidad que preste el proyecto arquitectónico en la planificación misma de la obra, por la agrupación más o menos definida de los ambientes que forman cada uno de los circuitos determinados, por su ubicación, que permita una buena regulación de tensión, y por el costo de la instalación.

En cuanto al trazado de los circuitos de alumbrado, se debe anotar que estos circuitos generalmente se llevan por el techo y los bajantes a los interruptores por las paredes. La indicación del recorrido debe efectuarse en los planos, por medio de líneas rectas continuas entre cajas de salida, y líneas curvas entre caja de salida y caja de interruptor, (utilizando los símbolos gráficos de la tabla No.8 del capítulo IV.) A veces estas líneas no indican la dirección exacta del recorrido, pero se las trazan de manera que se pueda seguir fácilmente el recorrido del circuito.

Si el cielorraso está formado por una losa de hormigón armado, la tubería de los circuitos de alumbrado se colocan sobre los bloques, pues así pueden cruzar fácilmente las vigas de la estructura y asegurarse debidamente a los hierros de ella.

Si el tumbado es de malla o entablado, la tubería se colocará sobre

las vigas de madera.

Los tramos horizontales siguen siempre el curso más corto entre dos cajas de salida, sin importar el ángulo que formen con los ejes de la estructura. Los tramos verticales se unen a los horizontales por medio de codos, ubicados en tal forma, que luego no sobresalgan de los pisos o paredes acabadas.

• FIN

2.- Circuitos de tomacorrientes de uso general.- En el punto 2 - 2 de este capítulo indicaba las normas y recomendaciones que nos ayudaban a establecer el número y la localización de los tomacorrientes de uso general, para los diferentes locales de un departamento. El número y las características de los circuitos ramales eléctricos que alimentan estos tomacorrientes, se determinan fundamentalmente, por el número de tomacorrientes, por la carga que en ellos se va a conectar y por su ubicación respecto a los subtableros de distribución.

Si se conocen las cargas a instalarse en los tomacorrientes, el número y tipo de los circuitos se calculan directamente, de acuerdo al tamaño de conductores que se desean utilizar. Si en cambio, como sucede en la mayoría de los proyectos eléctricos de un edificio, estas cargas no están establecidas en formas precisas, se considera cada tomacorriente como un punto de consumo simultáneo de 1,5 a 2,5 amperios. Por tanto, y en principio, un circuito con dos conductores No.12 AWG. (ver tabla No.12) no debe alimentar más de 6 a 8 tomacorrientes de uso general, siempre y cuando la caída de tensión en cada punto del circuito permanezca dentro de los límites nominales (ver punto 2-8).

La ubicación de los tomacorrientes, respecto a los subtableros de distribución, también es determinante en la selección y trazado de los circuitos, pues en condición primaria lo anotado en el renglón anterior: la correcta regulación de tensión en cualquier salida de conexión.

En los ambientes de consumo normal grande (cocina, repostero, mesas de preparación, bar, cuarto de plancha, etc.) es conveniente planificar tomacorrientes de tipo partido, de tal manera, que cada uno de ellos está alimentado por dos circuitos diferentes (3 hilos, 2 activos y 1 neutro).

Para el trazado de los circuitos se utilizan los símbolos gráficos dados en la tabla No.9 del cap. IV. La tabla No.13, nos indica el número de conductores que pueden instalarse en un mismo conducto, recordando que no conviene llevar más de 4 conductores en una misma tubería, ya que se reduce la capacidad de transporte de corriente en la proporción indicada en las notas de la tabla No.12. Además, si en la planificación se juzga necesario que los conductores de varios circuitos eléctricos recorran por un mismo conducto, estos conductores deben ajustarse al siguiente código de colores. Circuitos de tres hilos: uno negro, uno blanco y uno rojo: circuitos de cuatro hilos: un hilo negro, uno blanco, uno rojo y uno azul: circuitos de cinco hilos: uno negro, uno blanco, uno rojo, uno azul y uno amarillo. Cualquier conductor utilizado únicamente para fines de puesta a tierra deberá ser identificado por el color verde, a menos que sea desnudo.

En la práctica, no es conveniente llevar por la misma canalización un número de circuitos que exijan más de 6 conductores. En estos casos es mejor proyectar varias tuberías de menor diámetro, que permiten independizar los circuitos y facilitan la instalación en obra.

El código de colores de conductores de derivaciones de hilos múltiples es necesario para poder equilibrar adecuadamente las cargas entre los conductores no puestas a tierra.

El trazado de los circuitos de tomacorrientes de uso general, también debe tomar en cuenta, que éstos se localizan normalmente en el medio inferior de las paredes, y por tanto, resulta más económica y de

fácil ejecución llevar la tubería por el piso y las paredes, en tal forma que entre dos tomas seguidas no existan más de dos curvas de 90°.

La indicación del recorrido en los planos se hace por medio de líneas rectas punteadas entre cajas de salida y líneas curvas punteadas entre tomacorrientes y su interruptor respectivo, cuando se lo ha previsto. A veces, estas líneas no indican la dirección exacta del recorrido, pero se las traza de tal manera que se pueda precisar cada circuito sin confundirlo con tantos otros.

3.- Circuitos para tomas de uso especial.- Es el punto 2-2 de este mismo capítulo, analizaba ciertos conceptos prácticos que permiten seleccionar cuales artefactos requieren para su funcionamiento de salidas individuales. De tal manera que para cada departamento el número, tipo y tamaño de los circuitos para tomas de uso especial, se determina en forma específica, por el número de estos aparatos, por la carga y características propias de cada uno de ellos (monofásico, trifásico, carga puramente resistiva, inductiva, etc.) y por su ubicación respecto al cable ro de distribución.

La conexión de estos equipos debe ser directa al tablero de distribución, y por tanto, el trazado de los circuitos procurará indicar que el recorrido es el más corto, buscando naturalmente, que ese recorrido, sea de fácil instalación mecánica de la tubería y sus conductores.

Si la salida especial se localiza en el medio inferior de la pared, la tubería debe llevarse por el piso; en caso contrario, se llevará por las paredes y tumbado.

Ya en obra, es conveniente que las tomas para estas salidas individuales, sean de tipo diferente a las usadas para las tomas generales de 110 v. con el fin de evitar la conexión de un artefacto a una línea de un

voltaje equivocado.

4.- Circuitos de señalización y comunicaciones.- Los circuitos de señalización para timbres, campanillas, o zumbadores, prácticamente no consumen corriente, de ahí que para su instalación no se requiere de circuitos eléctricos independientes. Las conexiones esas si, se realizan con conductores independientes, los cuales, por economía, recorren en casi la totalidad de los casos, por las mismas tuberías, de los circuitos de alumbrado o tomacorrientes.

En consecuencia, el trazado para estos circuitos de señalización, se lo hace de acuerdo con la localización de los pulsadores. Si el pulsador se encuentra a la altura de las salidas de luz o interruptores, el recorrido de este circuito seguirá las recomendaciones indicadas para los circuitos de alumbrado; si el pulsador se encuentra a la altura de los tomacorrientes, su recorrido será el recomendado para los circuitos de tomacorrientes.

Para los otros circuitos de señalización (alarmas, buscaperonas, porteros eléctricos, etc.) y para los circuitos telefónicos para comunicaciones externa o interna, la tubería es completamente independiente, y, por ella no se llevará conductores que presten otro servicio.

La selección del tipo y número de los circuitos para equipos de señales y comunicaciones, y su trazado, se hacen de acuerdo directo con los fabricantes o representantes de los equipos que se proyectan instalar.

Como aplicación práctica de la selección y trazado de los circuitos en la planificación eléctrica de un edificio, haré el estudio para el almacén No.2 (hojas Nos.2E y 2T) y para el departamento No.2 (hojas No.5E y 5T) de la planta tipo de departamentos del edificio cuyo proyecto

está adjunto en el capítulo IV.

I.- Almacén No.2

1) Circuitos eléctricos

- a) Circuitos de alumbrado.- En las aplicaciones del punto 2 - 3 de este mismo capítulo, está blecía como carga de alumbrado del almacén 3.240 vatios, y como carga para el alumbrado de los escaparates 4.200 vatios.

Para calcular la corriente que determina una carga, utilizamos la siguiente fórmula:

$$I = \frac{W}{K \cdot E \cdot FP} = \frac{W_1}{K \cdot E}$$

donde:

- I = corriente en el conductor activo, en amperios.  
W = carga total, en vatios  
W<sub>1</sub> = carga total, en volt-amperios  
E = tensión entre activo y neutro o, si no hay neutro, entre dos activos. En voltios.  
K = 1 para circuitos monofásicos de 2 hilos (120 o 240 volt.)  
=  $\sqrt{3}$  para circuitos trifásicos de 3 hilos (210 v.)  
= 2 para circuitos de 3 hilos de una o dos fases (120/240 o 121/210 v.)  
= 3 para circuitos trifásicos de 4 hilos (121/210 v.)  
FP = Factor de potencia

- NOTAS.- 1) Cuando la resistencia es puramente ómica, FP = 1  
2) En residencias FP es prácticamente igual a 1 para circuitos de alumbrado y tomacorrientes de uso general.

En este caso:

- Para la carga de alumbrado del almacén:  $I = \frac{3.240}{120} = 27 \text{ amp.}$

Por consiguiente para el alumbrado de este almacén se requiere como mínimo de 2 circuitos de 2 hilos, 15 amp. (circuitos con conductores #14).

De acuerdo con las recomendaciones prácticas dadas en el desarrollo de este punto 2-5, selecciono 3 circuitos de 2 hilos 15 amp. distribuidos así: un circuito (circuito No.1: 2 #12) para las luminarias en el tambado de la sección sin mezanine; un circuito (circuito No.2: 2 #12) para las lámparas en el tambado sobre el mezanine, y un circuito No.3: 2 #12 para las lámparas en el tambado bajo el mezanine.

- Para la carga de alumbrado de los escaparates:  $I = \frac{4.200}{120} = 35 \text{ amp.}$

Para el alumbrado de los escaparates se requieren 2 circuitos de 20 amp. (circuitos con conductores #12) de dos hilos. Los selecciono así, y los distribuyo: un circuito (circuito No.4: 2 #12) para el un escaparate, y un circuito (circuito No.5: 2 #12) para el segundo escaparate.

Para los circuitos No.1 y 2, el recorrido exige una tubería de 1/2" con 3 conductores #12; para el circuito No.3, su recorrido hace necesario una tubería de 1/2" con dos conductores No.12, y para los circuitos No.4 y 5 una tubería de 1/2" con 3 conductores No.12.

b) Circuitos de tomacorrientes de uso general.- En el nivel de la planta del almacén, de acuerdo con las recomendaciones dadas en 2-2, he proyectado 13 tomacorrientes. Por consiguiente, según la explicación 2-5, se requieren de 2 circuitos de 2 hilos, 20 amp. (circuitos con conductores #12). Con los circuitos No.6 y 7: el circuito No.6 alimentará a 8 tomacorrientes y dos luces. El recorrido de cada uno de los dos circuitos se hace en tubería de 1/2" con dos conductores #12.

En el nivel de la planta del mezanine ha proyectado 7 tomacorrientes. En consecuencia se requiere de un circuito de 2 hilos 20 amp. (circuito No.8: 2 #12). El recorrido será en tubería de 1/2" con dos conductores No.12

- c) Circuitos de tomas para uso especial.-, En el nivel de la planta del almacén proyecto una salida trifásica con neutro, con 4 conductores #8 (circuito No.9).

En el nivel de mezanine, juzgo que es conveniente proyectar una salida especial bifásica con neutro, con 3 conductores # 10 (circuito No. 10).

Estas dos salidas individuales dan en forma económica, suficiente y adecuada, la oportunidad de conectar todo tipo de equipos.

Además, en la fachada correspondiente a este almacén y a una altura aproximada de 5 m. es necesario una salida independiente (circuito No. 11) con 2 conductores #10, para la instalación del rótulo y avisos luminosos de propaganda.

## 2) Circuitos de señalización y comunicaciones

Por cuanto el edificio es un edificio comercial, no se sabe que personas o instituciones puedan ocuparlo, ni tampoco se conocen exigencias concretas a este respecto.

Mi proyecto contempla las necesidades mínimas: una salida telefónica principal y una derivación en el almacén, una salida principal y una derivación en el mezanine; todas ellas interconectadas entre sí con una tubería de 1/2". La salida principal se conectará a la red telefónica urbana en la caja de distribución del piso por una tubería de 1/2". Esta planificación permite un adecuado servicio telefónico externo, y también

la posibilidad de instalar un equipo intercomunicador.

Aunque la actividad que se desarrolla en un almacén es diurna, sin embargo he previsto una tubería (sólo tubería) de 1/2" hasta una de las columnas de la entrada, para posibilitar la instalación posterior de un pulsador con su respectiva timbre o la instalación de un sistema de alarma.

Como se puede apreciar en el trazado de los planos (hojas 2E, 2F) los recorridos de los circuitos eléctricos, de señales y comunicaciones son cortos, de fácil instalación mecánica y eléctrica y de conexión directa; satisfacen con ventaja todas las condiciones exigidas para una instalación económica y adecuada.

## II.- Departamento No.2

### 1) Circuitos eléctricos

a) Circuitos de alumbrado.- En las aplicaciones del punto 2-3 se estableció como carga de alumbrado 5.100 watios. Por lo tanto:

$$I = \frac{5.100}{120} = 42,5 \text{ amp.}$$

Se necesitan entonces, 3 circuitos de 2 hilos 15 amp. De acuerdo con las recomendaciones prácticas de 2-5, estos 3 circuitos los distribuyo así: un circuito (circuito No.1: 2 #14) para dormitorios y baño; un circuito (circuito No.2: 2 #14) para halles, sala y comedor, y un circuito (circuito No.3: 2 #14) para cocina, terraza y área de servicio.

El recorrido para los circuitos No.1 y 2, exige i una tubería de 1/2" con 3 conductores #14, el recorrido del circuito No.3 se hará con una tubería de 1/2" con 2 conductores #14.

- b) Circuitos de tomacorrientes de uso general.- En este departamento se han proyectado 26 tomacorrientes y según las indicaciones de 2-5, se necesitan 4 circuitos de 2 hilos, 20 amp., que los tiene que distribuir: un circuito (circuito No.4 2 #12) para hall íntimo, dos dormitorios y terraza frontal (total 7 tomacorrientes); un circuito (circuito No.5; 2 #12) para hall público y dos dormitorios (total 7 corrientes) y un circuito (circuito No.7: 2 #10) para cocina y área de servicio (total 5 tomacorrientes.)

El recorrido de los circuitos No.4,5, y 6 se hace con una tubería de 3/4" con 4 conductores #12 y el recorrido del circuito No.7 con una tubería de 3/4" con 2 conductores #10).

- c) Circuitos de tomas para uso especial.- Según 2-3 en este departamento están previstos circuitos individuales para cocina, calentador de agua, lavadora y refrigerador-congelador. Por consiguiente son necesarios en la selección de circuitos: 4 en total, distribuidos así: un circuito (circuito No.8) para la cocina; un circuito (circuito No.9) para el calentador; un circuito (circuito No.10) para la lavadora, y un circuito (circuito No.11) para el refrigerador-congelador.

Cada uno de estos circuitos en tubería independiente y su recorrido es directo al subtablero. El diámetro de la tubería y el calibre de los conductores se calculará en el punto 2-8.

- 2) Circuitos de señalización y comunicaciones.

Como se desconocen los usuarios y sus necesidades concretas, el proyecto de estas instalaciones debe dar soluciones generales mínimas.

En este departamento planifico un pulsador en cada una de las

dos puertas de entrada (puerta de acceso a la terraza y puerta de acceso al hall), que accionen simultáneamente dos campanillas, ubicadas la una , en la terraza de servicio y la otra en el hall.

Para uso interno juzgo especialmente necesarios un pulsador en cada dormitorio, en el baño y en la sala. Estos pulsadores accionarán simultáneamente dos zumbadores, instalados, el uno junto a la campanilla de la terraza y el otro en la cocina.

Además, este departamento por su ubicación (cuarto, quinto y sexto piso alto) exige la instalación de un portero eléctrico en la puerta principal de acceso al edificio, mediante el cual sea posible comunicarse con las personas que desean llegar al departamento y se pueda accionar la cerradura de esta puerta principal.

En el edificio hay 12 departamentos y serían por tanto necesarios 12 porteros eléctricos independientes, lo cual sería antieconómico y antiestético. En la actualidad es posible instalar en la puerta de acceso, una sola caja portero eléctrico con un solo altavoz y doce pulsadores independientes. Las casas productoras de estos equipos los fabrican en varios sistemas y modelos.

Por tanto, planificaré un circuito principal en tubería de 1/4" que saliendo de esta caja portero eléctrico llega a un cajetín de distribución ubicado en el pasillo de cada piso; de este cajetín parten los circuitos derivados, en tubería de 3/4", al aparato de cada departamento, situado en el hall de entrada.

Como estos equipos necesitan instalar uno o varios rectificadores es conveniente prever un tomacorriente junto a cada cajetín de distribución y que estos cajetines tengan las dimensiones adecuadas (25 x 25 cm) que permitan alojar estos rectificadores en donde sean necesarios.

Para la conexión de antena de televisión he previsto dos salidas la una en la sala y la otra en el dormitorio principal , interconectadas entre sí por una tubería de 1/2".

También para la instalación de las salidas de antenas de televisión, por el número de departamentos de este edificio, es conveniente proyectar dos antenas colectivas en la terraza. La una antena servirá para los seis departamentos posteriores de las tres plantas de departamentos y la otra para los seis departamentos frontales. Cada una de estas antenas se conectará por una tubería principal de 1" a una caja de distribución (caja metálica de 10 x 10 cm.) en el hall de cada piso y de esta caja se derivará en tubería de 3/4" a las salidas de los dos departamentos del piso correspondiente.

Respecto a teléfonos, para este departamento, proyecto una salida principal en el hall y una derivación en el dormitorio principal, interconectadas entre sí por una tubería de 1/2". La salida principal se conectará a la red telefónica urbana en la caja de distribución del piso correspondiente, por una tubería de 1/2".

El trazado mismo y el recorrido de los circuitos eléctricos, de señales y comunicaciones para departamento, como constan en las hojas No. 5E y 5T cumplen todas las exigencias y recomendaciones dadas.

#### TIPOS DE CONDUCTORES A USARSE : NORMAS DE SUS CARACTERISTICAS DE AISLAMIENTO Y CAPACIDAD DE TRANSPORTE

Fundamentalmente, toda instalación eléctrica de un edificio debe realizarse en forma tal, que cuando esté terminada, tenga una capacidad de transporte adecuada a la carga máxima que va a servir, que se encuentre exenta de cortocircuitos y derivaciones a tierra, y que esté protegida en forma segura, mecánica y eléctricamente. Por tanto, constituyen

do los conductores parte principal de una instalación interior, deben ser usados en forma correcta y en su tipo apropiado.

Los conductores para la distribución de energía eléctrica, en general, deben tener la resistencia mecánica, aislamiento y capacidad de transporte de acuerdo con las condiciones particulares en las cuales se van a utilizar.

En instalaciones eléctricas interiores de edificios, los conductores normalmente son de cobre. El tipo de aislamiento se determina específicamente por la clase de servicio que va a prestar, el lugar en que van a ser instalados, el método de instalación y en voltaje de operación que se requieren.

La capacidad de transporte de los conductores está en relación directa con su tamaño. Los tamaños de los conductores de cobre y de aluminio usados en instalaciones vienen dados en la clasificación americana de conductores "American Wire Gauge (AWG)", que es la misma norma que la Brown & Sharpe (B & S) gage.

La tabla No.12 del capítulo IV, nos da las capacidades de transporte de corrientes permisibles de los conductores aislados, expresadas en amperios, en sus diferentes tipos de aislamiento.

La tabla No.14, del capítulo IV, nos determina los tipos de aislamiento para conductores que operan a menos de 600 voltios, con su nombre y nomenclatura comercial, la temperatura máxima hasta la que protege adecuadamente el aislamiento y el uso que se puede dar a cada tipo de relación al servicio y condiciones de instalación.

Como se puede apreciar, la tabla No.14 : 1) determina en forma precisa para cada tipo dado de aislamiento su temperatura máxima de funcionamiento, pues, si un tipo de aislamiento de conductor está sometido

durante un tiempo considerable a una temperatura más alta, por el ambiente en que está instalado por su funcionamiento, el aislamiento se deteriora rápidamente y pierde sus propiedades de aislante satisfactorio a la instalación realizada, y 2) admite diferentes tipos de aislantes de conductor y especifica el uso al que se puede destinar, de acuerdo con la estructura de cada uno de estos tipos de aislante.

El código Eléctrico Americano (NEC) normaliza el uso de los tipos de aislantes de conductores así:

- Hilos para aparatos de alumbrado tipos RF, RUF, RUFF, FF, TF y TFF. Todos estos tipos están limitados a los tamaños 18 y 16, y por tanto sólo pueden usarse para instalación de aparatos de alumbrado y para otros fines para los cuales estos tamaños están permitidos. Los CF y AF están aprobados en tamaños #18 al 14 AWG.

- Goma, tipos R, RH, RU, RUH. Estos tipos están destinados a uso general. Los conductores tipo RU están admitidos de los tamaños #14 al #2 inclusive. El aislante tipo RU consiste en una goma de alta calidad aplicada al conductor de cobre por un proceso especial, y es mucho más delgada que el aislante tipo R para los mismos tamaños, resultando un conductor acabado de diámetro menor.

- Goma, tipos RH, RW, RHW. Estos tipos están destinados a uso general y son tipos de aislantes resistentes al calor y a la humedad.

- Goma, tipos RW y RHW. Los conductores con este aislante están destinados a usarse en lugar de los conductores con cubierta de plomo en conductos instalados bajo tierra, y en situaciones en que la humedad sea probable que se acumule en las canalizaciones.

- Termoplástico, tipo T. Este aislante es un material sintético a base de resina. Los conductores tipo T están destinados a uso general y

se pueden utilizar donde el aislante de goma tipo R o tipo Ru satisfaga las necesidades. Los conductores que tienen este aislante no tienen un trenzado exterior. Tienen un diámetro exterior más pequeño que los conductores aislados con goma para ciertos usos.

- Termoplástico, tipo TW. Es un aislamiento termoplástico que tiene la cualidad de ser resistente a la humedad, está destinado para los mismos usos que el tipo RW.

- Batista barnizada, tipo V. Este tipo se puede utilizar en lugar de aislante de termoplástico o goma, pero solamente con permiso especial en tamaños menores del #6. Aunque este aislante resiste algo a la humedad, a menos que esté con cubierta de plomo, no se debe usar cuando el conductor pueda estar algunas veces parcialmente sumergido en agua. El papel y la batista barnizada son los dos tipos de aislante más comúnmente usados a tensiones superiores a 15.000 v., pero estos cables tienen siempre cubierta de plomo.

- Batista barnizada-amianto, tipos AVA, AVB. Estos tipos están destinados a ser utilizados únicamente en locales secos para instalaciones a la vista, y en canalizaciones cuando la temperatura ambiente es tan alta que no se puede usar el tipo RW, o cuando resultara antieconómico. Los fabricantes afirman que estos tipos satisfacen las condiciones de humedad de conductos normales sin fallas, pero no deben estar sumergidos en agua.

- Amianto, tipos A, AA, AI y AIA; termoplástico y amianto tipos Ta. Todos estos tipos de aislante están destinados a instalaciones de cuadros de distribución, conexiones de rejillas de reostatos, conexiones interiores de aparatos calentados eléctricamente, usos similares donde los conductores pueden estar sometidos a altas temperaturas, o cuando se desee un aislante que sea altamente no inflamable.

- Aislante de papel. Los conductores con aislante de papel tienen siempre cubierta de plomo; se pueden usar como conductores de acometida subterránea.

- Algodón saturado, tipos SB, SEW y WP. A estos tipos se les conoce, respectivamente, por "combustión lenta", "combustión lenta, a prueba de intemperie". Los usos permitidos a conductores con estos aislantes están indicados en su totalidad en la tabla No.14 del capítulo IV.

#### NORMAS PARA EL CALCULO DE LOS ALIMENTADORES

El cálculo de los conductores para alimentadores (conductores que van desde el interruptor principal hasta los subtableros de distribución) se hace en base a la carga total que ellos van a alimentar; el tipo de circuito que se puede utilizar, de acuerdo con la acometida de energía eléctrica que dispone el edificio, y la distancia de los subtableros de distribución respecto al interruptor principal.

Normas básicas para el cálculo de los alimentadores son:

1.- Los conductores deben tener una capacidad de alimentación no menor que la carga de diseño, establecida con las normas y recomendaciones expuestas en el punto 2-3 de este capítulo.

2.- El tamaño de los conductores del alimentador debe ser tal que la caída de tensión hasta los subtableros de distribución no exceda de los siguientes valores:

- a) Para alumbrado: acometida y alimentadores, 2 al 2,5 %
- b) Para potencia: acometida y alimentadores, 3,5 al 4 %
- c) Para calefacción: acometida y alimentadores, 1 al 2 %

3.- El tamaño del alimentador neutro debe corresponder a la máxima carga de desequilibrio, o sea, la máxima carga conectada entre un activo y un neutro. Para sistemas bifásicos de 5 hilos, esta carga debe multiplicarse por 1,41 veces el valor de la intensidad característica del circuito.

Para los sistemas bifásicos de 5 hilos y para sistemas monofásicos de 3 hilos o sistemas trifásicos de 4 hilos, se puede aplicar un factor de demanda del 70% a aquella porción de la carga desequilibrada que exceda de 200 amp.

4.- Ningún alimentador debe ser menor que el #10 AWG., y en el caso de que lleve la totalidad de la corriente de una acometida con conductores #8 o menores, no debe ser menor que el #8 AWG.

#### Recomendaciones prácticas:

1.- En la planificación eléctrica de un edificio se debe elaborar una tabla, esquema o diagrama con los datos de los alimentadores, que contengan la carga de diseño total aplicada y el tamaño de los conductores.

2.- El tamaño del alimentador calculado según la carga de diseño se debe incrementar en un porcentaje adecuado (10 a 30%) para un posible aumento de instalaciones. Consecuentemente, también se incrementará el diámetro de las tuberías de las líneas de alimentación o se proyectarán tubos adicionales de reserva.

3.- El tamaño de los conductores no debe ser mayor que el número 2 AWG. porque los subtableros de distribución utilizados normalmente en edificios no los admiten. Si la carga conectada exige una mayor sección, será mejor dividir en varios alimentadores de menor sección que alimenten también a varios subtableros.

4.- El conductor neutro de un alimentador es uno de los conductores del circuito y por tanto siempre debe estar contenido en la misma tubería.

El cálculo mismo para determinar la sección de los conductores para alimentadores se hace en el siguiente orden:

- 1.- Se establece la carga de diseño. (ver punto 2-3)
- 2.- Se incrementa esta carga de diseño en un porcentaje que puede variar entre el 10 % y el 30 %
- 3.- Se calcula la corriente para esta carga total, de acuerdo con la fórmula:

$$I = \frac{W}{K.E. PF}$$

- 4.- Se determina el tamaño de los conductores para la corriente calculada.

Para esto podemos utilizar la tabla No.12 del capítulo IV, o calcular la sección del conductor mediante la fórmula:

$$S = \frac{0,0177 \cdot l \cdot I^2}{E}$$

en la cual:

- S = sección del conductor, en mm<sup>2</sup>.
- l = longitud del circuito, en metros.
- I = intensidad del circuito, en amperios.
- E = caída de tensión, en voltios.

Se multiplica por 2 por la longitud total del conductor en el circuito, y por 0,0177 que es aproximadamente la resistencia (ohm) de un

conductor de cobre comercial de 1m. de largo y que posee una sección transversal de  $1 \text{ mm}^2$  a  $24^\circ\text{C}$ .

5.- Si se utiliza directamente la tabla No.12 para determinar el tamaño de los conductores, se debe comprobar que la caída de tensión permanezca dentro de los límites fijados. Esta buena comprobación se puede realizar utilizando las tablas No. 15-A-B-C si adoptamos una caída de tensión del 1 %, o aplicando la fórmulas:

$$E = \frac{0,0177 \cdot L \cdot I^2}{S}$$

en la cual S, L, I, y E tienen el significado ya anotado anteriormente.

Como aplicación haré el cálculo de los alimentadores para el almacén No.2 (hoja No.2B) y para el departamento No.2 (hoja No.5B) de la planta tipo de departamentos, en el edificio propuesto.

1.- Cálculo de los alimentadores para el almacén No.2

1) En el punto 2-3 de este capítulo y como práctica se estableció como carga de diseño para este almacén 16.040 vatios.

2) Incremento esta carga de diseño en un 15 %. La carga total será entonces:

$$16.040 + \frac{15}{100} \cdot 16.040 = 18.440 \text{ vatios.}$$

3) La corriente que transportarán los alimentadores, si utilizo un circuito de alimentación trifásico con neutro (4 hilos, 121/210 v.), será:

$$I = \frac{18.440}{3 \cdot 120} = 51 \text{ amp.}$$

4) Si se toma como caída de tensión el 1,5 % tendremos:

$E = 1,5 \% \text{ de } 210 = 3,15 \text{ voltios}$

El tamaño de los conductores para este alimentador será por tanto:

$$S = \frac{0,0177 \times 22 \times 2 \times 51}{3,15} = 12,7 \text{ mm}^2$$

pues:

- a) El subtablero de este almacén está alimentado por un alimentador que recorre 22 ms. desde el tablero principal ( $l = 22 \text{ m.}$ ), y
- b) El alimentador transporte 51 amp. ( $I = 51 \text{ amp.}$ )

El conductor de sección más próxima a la calculada es el #6 AWG ( $S = 13,3 \text{ mm}^2$ )

Conclusión.- Los alimentadores para el almacén No.2 son 4 conductores No.6 con aislamiento TW.

## II.- Cálculo de los alimentadores para el departamento No.2

- 1) En la aplicación del punto 2-3 se determinó como carga de diseño de este apartamento 17.900 vatios.
- 2) Incremento esta carga de diseño en un 10 %. La carga total será:

$$17.900 + \frac{10}{100} 17.900 = 19.690 \text{ vatios}$$

- 3) Si se alimenta con un circuito trifásico con neutro (4 hilos 121/210 v) la corriente de los alimentadores es:

$$I = \frac{19.690}{3 \times 120} = 55 \text{ amp.}$$

- 4) Si se acepta una caída de tensión del 1,5 %, se tiene:

$E = 1,5 \% \text{ de } 210 = 3,15 \text{ voltios}$

$l = 37,40 \text{ ms.}$ , es recorrido de los alimentadores desde el tablero principal

$I = 55 \text{ amp.}$

Por tanto:

$$S = \frac{0,0177 \times 37,40 \times 2 \times 55}{3,15} = 22,7 \text{ mm}^2$$

El conductor más próximo de sección que está en el comercio, es el #4 AWG ( $S = 21,15 \text{ mm}^2$ )

Conclusión.- Los alimentadores para el departamento No.2 con 4 conductores #4 con aislamiento TW.

#### CALCULO DE LAS SECCIONES DE LOS CONDUCTORES Y CANALIZACIONES

I.- En el punto 2-7 de este capítulo se indica que el cálculo de la sección de los conductores de un circuito se determina en base a la carga total que van a servir, al tipo de circuito que se proyecta utilizar y a la distancia de los puntos de consumo a la fuente de alimentación. Por tanto, la sección de los conductores para cualquier circuito, se calculará en la misma forma como se calculan los conductores alimentadores y de acuerdo con las siguientes normas:

1.- La carga de diseño de un circuito derivado para conectar artefactos que contienen motores, debe ser el 125% del producto: voltaje por corriente nominal.

2.- La carga de diseño de un circuito secundario cualquiera debe incrementarse en un 20% para mantener una reserva de capacidad para la conexión

de aparatos de factor de potencia menor de 1, o para aumentos de cargas futuras o para mantener baja la caída de voltaje, especialmente en circuitos de recorrido largo.

3.- La sección de los conductores debe mantener la caída de tensión del circuito derivado, dentro de los siguientes valores:

- a) Para circuitos de alumbrado: 2%
- b) Para circuitos de tomacorrientes de uso general: 2 %
- c) Para circuitos de salidas especiales: de 1 a 2%
- d) Para circuitos de cocinas eléctricas: 1%

4.- El tamaño de los conductores no debe ser menor a los siguientes calibres:

- a) Para circuitos de alumbrado: #14 AWG.
- b) Para circuitos de tomacorrientes de uso general: #12 AWG.
- c) Para circuitos de tomacorrientes de uso especial: #10 AWG.
- d) Para circuitos de señalización: #18 AWG.
- e) Para circuitos de comunicaciones : # 22 AWG.

5.- El conductor neutro en circuitos interiores de edificios, siempre debe ser del mismo tamaño que el conductor activo (o los activos); excepto en los circuitos bifásicos de 5 hilos (ver punto 2-7 para circuitos alimentadores) y en circuitos para cocinas eléctricas, en los cuales no puede ser menor de el #10 AWG.

Recomendaciones prácticas para el cálculo de las secciones de los conductores:

1.- Como la sección de los conductores determina la clasificación del circuito (15 amp. 20 amp. 30 amp, etc.), el tamaño mínimo de los conductores que puede usarse para un circuito, es aquel que tenga una capaci-

dad igual al valor indicado en el dispositivo de protección contra sobrecargas del circuito. Si se utilizan conductores de un tamaño mayor con el fin de reducir la caída de tensión, ese cambio del tamaño de los conductores no lleva consigo el cambio de la clasificación del circuito.

- 2.- La sección calculada de un conductor debe asegurar la resistencia mecánica debida y adecuada para la instalación del conductor en su circuito.
- 3.- Los conductores deben ser continuos de derivación a derivación, y por consiguiente, los empalmes de los conductores, cuando sean necesarios, deben ser hechos en tal forma que mantengan invariable su sección, su resistencia mecánica y su capacidad de conducción eléctrica.
4. La sección del conductor neutro de un circuito para cocina eléctrica puede ser de menor diámetro que los conductores, pero debe tener una capacidad de al menos un 70 % de la capacidad de dichos conductores activos.

En realidad, en las cocinas eléctricas, un conmutador de cinco posiciones que gobierna el elemento calefactor de la placa, hace que no pase corriente por el neutro más que en las dos posiciones del mismo, correspondientes a poco calor. Además, los elementos calefactores del horno trabajan a 220 v. en todas las posiciones del conmutador del mando excepto en algunas cocinas que en una posición de aquel circula una corriente relativamente pequeña a través del neutro.

## II.- Cálculo de la canalización o tubería.-

Una vez que se ha seleccionado el número y tipo de los circuitos de un proyecto y se ha calculado la sección de los conductores, se establece su recorrido hasta los puntos de consumo.

Al fijar el recorrido de los diferentes circuitos, de modo implícito se fija también el número y sección de los conductores que se van a instalar en una misma dirección, instalación que evidentemente, puede efectuarse en una o en varias tuberías. Es decir, que conocido el número y recorrido de los conductores y sus tamaños, se determina la sección de la o las canalizaciones que permiten su instalación, teniendo en cuenta que el tendido de los conductos debe realizarse siempre de modo que se puedan meter los conductores sin tener que emplear una fuerza tal que exista la posibilidad de dañar el aislante o de estirar los hilos delgados y también de manera que puedan ser sacados los conductores fácilmente.

La sección de la canalización, o mejor, el diámetro de la canalización que se requiere para la instalación de un determinado número de conductores de secciones específicas, se encuentra directamente utilizando las tablas NO.13, Cap. IV.

Normas básicas para determinar el diámetro de la canalización en un proyecto son:

- 1.- La suma de las secciones de los conductores no debe ser mayor del 60% del área interior de la tubería.
- 2.- Para instalaciones incrustadas, la tubería no debe ser menor a 1/2" de diámetro interior.
- 3.- Un conducto no debe contener más de 9 conductores.
- 4.- Las canalizaciones deben ser continas de derivación a derivación, por tanto, cada trazo de canalización debe ser del mismo diámetro y terminar en una caja o armario.

Recomendaciones prácticas:

- 1.- En ciertos circuitos (circuitos de tomacorrientes de uso general y de uso especial) es conveniente proyectar una tubería de mayor diámetro del que estrictamente se necesita para que el calor producido en el interior no cause deterioros en el aislamiento de los conductores y, para poder cambiar fácilmente los conductores cuando se necesite instalar un equipo de mayor carga.
  
- 2.- En circuitos cuyo recorrido exige más de 6 conductores, juntos es mejor escoger varias tuberías de menor sección, en cada una de las cuales se instalen menor número de conductores, cuidando eso sí, de que cada tubería lleve un circuito eléctrico completo. De esta manera se facilita la instalación, pues no resulta difícil identificar los hilos para las conexiones y además se elimina el peligro de que una avería en un conductor produzca daños en los otros.
  
- 3.- Si el recorrido de la canalización para un circuito precisa más de 2 curvas de 90°, se deben proyectar cajas de conexión intermedias o emplear una tubería de mayor diámetro, que permita un recorrido con curvas hasta por un total de 360°.

Como aplicación determinaré la sección de los conductores y de la canalización para los circuitos que alimentan: 1) la bomba de servicio de agua potable del edificio (hoja No.1E) y 2) el tanque calentador de agua y la cocina eléctrica del departamento No.2 de la planta de departamentos (hoja No.5E).

- 1.- Conductores y canalización para la bomba de agua.

Características del motor: Potencia 10 HP, corriente trifásica 220 v., 60 ciclos,  $\cos \beta = 0,85$ .

Si  $P = 10$  HP se tiene  $W = 7.460$  vatios.

Calculo la corriente del motor a plena carga:

$$I = \frac{7.460}{\sqrt{3} \times 210 \times 0,85}$$

$$I = 24 \text{ amp.}$$

Según 2-3 la capacidad del conductor alimentador debe ser por lo menos el 125 % de la corriente del motor a plena carga, luego:

$$I = \frac{125}{100} \cdot 24 = 30 \text{ amp.}$$

Si tomo como caída máxima de voltaje el 1 %:  $E = 2,1$  voltios, y como  $l = 38$  ms., la sección del conductor es:

$$S = \frac{0,0177 \times 38 \times 2 \times 30}{2,1} = 19,2 \text{ mm}^2$$

Según la tabla No.12 para esta sección se necesitan conductores #4 AWG, los que en este caso dan una reserva adicional del 10%.

Adicionalmente a los 3 conductores #4 que se necesitan para la bomba, llevo un conductor #10 como neutro, para la instalación de una luz y un tomacorriente de servicio general para la caseta de bombeo.

Según la tabla No.13, para el recorrido de 3 conductores #4 y un conductor No.10 es necesaria una tubería de 1 1/2" de diámetro.

Conclusión.- El circuito para la bomba es:  $\phi$  1 1/2- 3 #4 + 1 #10

2.- Conductores y canalización para:

- Tanque calentador de agua. Características: capacidad 30 galones; resistencia de 2 elementos de 1.500 w.; voltaje de operación 220 v.

Por ser una carga puramente resistiva  $FP = 1$ , la corriente del circuito es:

$$I = \frac{3.000}{2 \times 120} = 13 \text{ amp. } \downarrow$$

Incremento esta corriente en un 20%, luego  $I = 13 + \frac{20}{100} \cdot 13 =$

16 amp. Si tomo como caída mínima de voltaje el 1 % y tengo  $l = 12 \text{ ms.}$ , la sección del conductor la podría determinar con la fórmula empleada en el circuito anterior; sin embargo en este caso, en vía de una aplicación mayor de las tablas del capítulo IV, utilizo la tabla No.15 -A. Según ella, para este circuito sería suficiente un conductor #12 AWG.

Yo planifico este circuito con conductores #10 por las siguientes razones: 1) Un tanque calentador de agua es una carga de funcionamiento continuo y según 23 en estos casos se debe incrementar la sección del conductor en un 25 % adicional. 2) Según 2.8, el menor conductor para tomas de uso individual es el #10. Además, para este tipo de servicio del circuito, aumentando la sección del conductor y disminuyendo consecuentemente el calentamiento producido por el paso de la corriente y por la misma transmisión del calor del tanque, se deteriora menos el aislamiento de los conductores y presta así mejor servicio de instalación. 3) El uso de conductores #10, en este caso, apenas incrementa en un 30% el valor de la instalación del circuito.

Según la tabla No.13, para el recorrido de 2 conductores #10 se necesita una tubería de 3/4" de diámetro.

Conclusión.- El circuito del tanque eléctrico es:  $\varnothing 3/4'' - 2\#10$

b) Cocina eléctrica:

Como se desconoce el tipo de cocina a instalarse, asumo una cocina

de conexión trifásica con neutro (4 hilos, 210/121 v) con una demanda máxima de 8 kw. Por tanto, la corriente de este circuito será:

$$I = \frac{8.000}{3 \times 120} = 22 \text{ amp.}$$

Incremento esta corriente en un 20%, y tengo  $I = 27 \text{ amp.}$

Si tomo como caída máxima de tensión el 1%:  $E = 2,1\text{v.}$  y como  $l = 12 \text{ m.}$ , la sección del conductor será:

$$S = \frac{0,0177 \times 12 \times 2 \times 27}{2,1} = 5,45 \text{ mm}^2$$

Por las razones ya expuestas para determinar los conductores del tanque calentador, para ésta cocina eléctrica, planifico conductores # 8 AWG para los 3 hilos activos. El conductor neutro, según lo explicado anteriormente será el 70% de la sección calculada para los conductores activos; en este caso el neutro será # 10 AWG.

Según la tabla No.13 para el recorrido de 3 conductores # 8 y 1 conductor # 10, se necesita una tubería de 1" de diámetro.

Conclusión: El circuito de la cocina eléctrica es:

$$\varnothing 1" - 3 \#8 + 1 \#10$$

#### SELECCION DE LOS TABLEROS

En el punto 2.4 se indicó que entre los elementos principales de la instalación eléctrica interior de un edificio están el tablero principal y los subtableros de distribución. Estos tableros, en general, tie-

nen tres funciones: a) Distribuir la energía eléctrica que entra por la acometida o por los circuitos alimentadores a los circuitos derivados. b) Proteger cada circuito derivado contra cortocircuitos y sobrecarga. c) Posibilitar la desconexión de la red de cada uno de los circuitos y de toda la instalación.

Por tanto, normas básicas para seleccionar un tablero son:

- 1.- Su capacidad nominal debe ser igual o mayor a la capacidad de su alimentador.
- 2.- Su estructura debe permitir la conexión de todos los conductores del circuito alimentador y distribuir su corriente eléctrica en forma equilibrada a sus circuitos derivados.
- 3.- El número de sus circuitos debe ser igual al número de los circuitos derivados de la instalación que protege, más un número de circuitos de reserva, a razón de uno por cada cinco circuitos en uso.
- 4.- Los dispositivos de protección de cada circuito no deben exceder la capacidad de corriente de los conductores.

En caso de circuitos individuales con un solo artefacto de 10 amp. o más los dispositivos protectores de sobrecorriente no deben exceder el 150% de su potencia normal.

- 5.- Su fabricación debe ser tal, que además de proteger los circuitos derivados contra sobrecorriente, permita también su desconexión.

En consecuencia, para seleccionar un tablero se darán los siguientes datos:

- 1) Capacidad  $\phi$  en amperios: mínimo la corriente de los conductores ali-

mentadores.

- 2) Tipo de circuito alimentador: trifásico con neutro, 4 hilos; trifásico sin neutro, 3 hilos, bifásico o monofásico con neutro, 3 hilos; monofásico con neutro, 2 hilos.
- 3) Número, capacidad y tipos de los circuitos derivados, incluyendo los circuitos de reserva.
- 4) Características de los elementos de protección: fusibles, tapones, cartuchos fusibles, disyuntores automáticos.

Los dispositivos de protección de circuitos de 20 amp. o menos, deben ser del tipo de acción retardada.

Todos estos datos se dan para cada tablero en forma esquematizada, tal como se indican en los planos eléctricos del edificio del capítulo IV.

La selección misma de los tableros que se van a utilizar, se hace entre una infinidad de tipos que la industria ofrece y hoy en día siempre son empotrados en la pared y provistos de una puerta frontal para su mejor aspecto.

El tablero principal debe contener un interruptor general con fusibles y fusibles con interruptores para proteger a cada uno de los circuitos alimentadores que parten de él. El interruptor general puede omitirse cuando es posible desconectar toda la instalación interna del edificio con un máximo de seis movimientos manuales.

Normalmente el interruptor general es un interruptor de cuchillas, blindado o tapado, para evitar daños mecánicos y eléctricos por contactos casuales.

Cuando los subtableros de distribución están bastante alejados del tablero principal y éstos contienen más de seis dispositivos protectores, recomendable es instalar un interruptor general a la llegada del alimentador, junto al subtablero.

Como aplicación haré la selección del subtablero de distribución para el departamento No.2 de la planta de departamentos (hoja 5E).

Según 2-7 el circuito alimentador para este departamento está formado por 4 conductores de #4 AWG con aislamiento TW (Fases R,S,T, y Neutro), y la tabla No.12 nos indica que un conductor # 4 puede transportar hasta 70 amperios.

Según 2,5 y 2.8, para este departamento:

Los circuitos de alumbrado y su recorrido son: circuitos No.1 y 2 en tubería de 1/2" de diámetro de 3 conductores #14, circuito No.3 en tubería de 1/2" , con dos conductores #14.

- Los circuitos de tomacorrientes de uso general y su recorrido son: circuitos No. 4,5, y 6 en tubería de 3/4" de diámetro con 4 conductores #12; circuito No.7 en tubería de 3/4" con dos conductores #10.

- Los circuitos de tomas para uso especial y su recorrido son: circuito No.8 en tubería de 1" diámetro con 3 conductores #8 y 1 conductor No.10; circuito No.9 en tubería de 3/4" con 2 conductores # 10; circuito No.10 en tubería de 3/4" con 2 conductores #10; circuito No. 11 en tubería de 3/4" con 2 conductores No.10.

Esquematisando los datos anteriores formo el siguiente cuadro que tabula las características que permiten seleccionar el tablero y facilitan su instalación en obra.

CINCUENOS	TUBERIA Y CONDUCIONES	F A S T S	OBSERVACIONES	NEUTRO - TIPO CAPCINDO
1 2	1/2" - 3 #14	R - S y Neutro	Alumbrado	2C-1P-15 amp.
3	1/2" - 2 #14	R y Neutro	Alumbrado	1C-1P-15 amp.
4 5 6	3/4" - 4 #12	R-S-R y Neutro	Refrigerantes	3C-1P-20 amp.
7	3/4" - 2 #10	R y Neutro	Tomas de cocina	1C-1P- 30 amp.
8	1" - 3 #8 + 1 #10	R-S-R y Neutro	Cocina eléctrica	1C-3P-40 amp.
9	3/4" - 2 #10	S y Neutro	Tanque calentador	1C-1P-30 amp.
10	3/4" - 2 #10	T y Neutro	Lavadora	1C-1P-30 amp.
11	3/4" - 2 #10	R y Neutro	Refrig.-Congela.	1C-1P-30 amp.

3 Polos y Neutro (4 hilos) , 70 amp.

4C - 1P - 15 amp. (Reserva: 1C - 1P - 15 Amp.)  
 4C - 1P - 20 Amp. (Reserva: 1C - 1P - 20 Amp.)  
 5C - 1P - 30 Amp. (Reserva: 1C - 1P - 30 Amp.)  
 1C - 3P - 40 Amp.

CONCLUSIÓN: Para el departamento No.2 se necesita un tablero trifásico con neutro (4hilos: R-S-T y Neutro), capacidad 70 amp., con 18 disyuntores distribuidos así: 4 disyuntores monopolares (monofásicos 2 hilos) de 15 amp., 4 disyuntores monopolares de 20 amp., 5 disyuntores monopolares de 30 amp., y 1 disyuntor tripolar (trifásico, 4hilos) de 40 Amp.

#### SELECCION DEL TIPO DE ACOMETIDA .

La acometida, es decir, el ramal de la red de distribución hacia el edificio del suscriptor consiste en los conductores de servicio, el interruptor principal con fusibles y la conexión a tierra. El contador o contadores no se considera parte de la acometida. Por consiguiente, la selección de una acometida debe atender a las características y exigencias de cada uno de sus elementos. Su emplazamiento, los métodos de instalación conductores, soportes, medios de sujeción, medios de desconexión y protección eléctrica son de exclusiva responsabilidad de la Empresa Eléctrica. Sin embargo, para la planificación eléctrica de un edificio y para su ejecución misma, el proyectista debe conocer como normas generales las siguientes:

- 1.- Los conductores de acometida deben tener la adecuada capacidad para transportar la corriente que determine la carga de diseño total del edificio. Su sección debe asegurar además, la suficiente resistencia mecánica para su instalación.
- 2.- Los conductores de acometida deben tener una cubierta aislante de acuerdo con el tipo de acometida (aérea y subterránea) que se realice.

El conductor puesto a tierra puede ser sin cubierta aislante si la tensión respecto a tierra es inferior a 300 voltios.

3.- La acometida puede estar constituida por conductores unipolares, (conductores únicos) o cables especiales multipolares (cables múltiples). En cualquier caso sus conductores deben ser aprobados para este fin, no deben tener empalmes y deben estar protegidos contra deterioros mecánicos.

4.- Si la red de servicio público es subterránea, la acometida también es subterránea y sus conductores deben instalarse en canalización hasta el tablero de contadores. Si la red es aérea y el edificio no tiene más de dos pisos, la acometida será también aérea; pero si tiene más pisos, entonces los conductores de servicio bajarán en el mismo poste protegidos los últimos tres metros sobre el suelo por tubo metálico de acero galvanizado y continuarán luego como acometida subterránea. Si el recorrido de los conductores es largo y exige cambios de dirección se utilizarán cajas de revisión intermedias que faciliten su instalación.

En ningún caso se deben instalar en la canalización de acometida otros conductores que los de acometida.

5.- En general, un edificio debe tener una sola acometida, es decir, debe alimentarse a través de un único juego de conductores de acometida. En caso de que existan en el edificio varios usuarios, se harán derivaciones de los conductores de acometida para cada uno de ellos, tal que cada inquilino tenga su propio contador. Sin embargo, con permiso de la Empresa Eléctrica, se puede tener más de una acometida en los siguientes casos: a) Cuando se necesitan acometidas adicionales para diferentes utilidades (luz y fuerza; equipos con tensiones y características diferentes, etc.) b) Si las exigencias de capacidad obligan a acometidas múltiples. c) En edificios de gran superficie o de muchos locales y en los cuales no se disponga de espacio para un equipo de acometida único, accesible para todos los ocupantes.

6.- Cada juego de conductores de acometida debe ir provisto de medios de desconexión (interruptor o disyuntor). Estos dispositivos deben conectar simultáneamente todos los conductores activos, deben ser accionables a mano y estar situados en un lugar fácilmente accesible y lo más próximo a la entrada de los conductores de acometida.

7.- Cada juego de conductores de acometida debe tener también dispositivos contra sobrecarga en los hilos activos. En un conductor de acometida puesto a tierra no debe instalarse ningún dispositivo contra sobrecarga, excepto un disyuntor que abra simultáneamente todos los conductores del circuito.

El calibre de los medios de desconexión y de los dispositivos de protección no deben ser menor que la carga que pasa por ellos. Su instalación, de preferencia, se la hace justos en el lado de la carga, en el orden contador-interruptor - fusible.

Como en una acometida el menor conductor es el #10 AWG, el interruptor general y sus fusibles no deben ser menores a 30 amp.

8.- En caso de que la misma acometida sirva a varios usuarios, cada uno de ellos debe tener su interruptor principal con protección contra sobrecarga. Si son más de siete usuarios independientes es necesario además un interruptor general para todos, situado en la tabla o común de medidores.

9.- El neutro de la acometida debe conectarse a tierra en el punto de su llegada al interruptor principal. El neutro de la instalación interna, que empieza en el otro lado del interruptor principal no debe conectarse a un electrodo de conexión a tierra. En caso de que el interruptor principal al abrir no interrumpa la conexión entre el neutro de la acometida y el neutro de la instalación interna, hay que prever medios para poder efectuar esta interrupción, sea en la caja

de medidores, sea en el tablero principal. Un borne es suficiente.

En resumen, para seleccionar la acometida se procede en el siguiente orden:

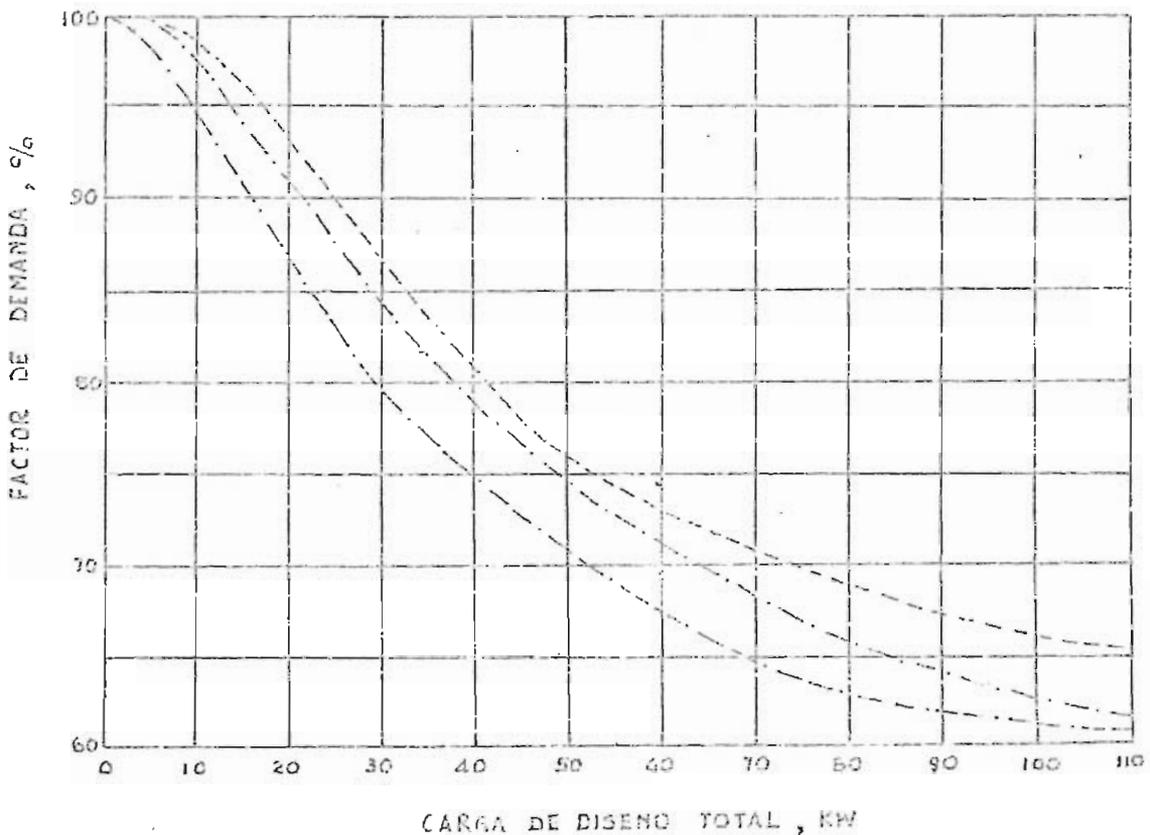
- 1.- Se calcula la carga de diseño total del edificio.
- 2.- Se determina el tipo de <sup>la acometida</sup> (dos, tres y cuatro hilos), de acuerdo con el sistema de distribución de energía eléctrica que se dispone.
- 3.- Se determina si la acometida se hará aérea o subterránea.
- 4.- Se establece el tipo de aislamiento de los conductores y se calcula la sección de los conductores.
- 5.- Se determina la sección y recorrido de la canalización de acometida.
- 6.- Se estudia si es necesario el interruptor general. Si lo es, se determina su capacidad de interrupción y el calibre de los fusibles de protección.

Para el cálculo de la carga de diseño se procede de la misma forma como se indica en el punto 2.3 de este mismo capítulo, para los conductores alimentadores.

En edificios de varias plantas, con diversas clases de utilización de sus ambientes y diferentes tipos de usuarios, es conveniente tabular en un cuadro las áreas de cada clase de locales que se van a servir en el piso o bloque. El total de cada área de utilización permitirá establecer la carga de diseño para cada tipo de consumo consecuentemente también la carga de diseño total del edificio, conforme con las normas y recomendaciones dadas en 2- 3.

A la carga de diseño total así establecida se aplicarán los factores de demanda que se muestran en las tres curvas del gráfico siguiente. Estas curvas las he graficado en base a mediciones efectuadas entre 1968 y 1971 en 14 residencias unifamiliares, 7 residencias multifamiliares, 12 edificios comerciales para oficinas y almacenes y 10 edificios comerciales para almacenes, oficinas y departamentos residenciales. Las mediciones las he realizado en un promedio de 12 veces diferentes y en horas diferentes durante la mañana, la tarde y la noche, en cada uno de los edificios enumerados.

LEYENDA:      - - - - - Curva de demanda para departamentos residenciales  
                 - · - · - · Curva de demanda para oficinas-almacenes residenciales  
                 - - - - - Curva de demanda para almacenes y oficinas.



Como aplicación haré el estudio para la selección de la locomotora del edificio cuyos planos constan en el capítulo IV.

1.- Cálculo de la carga de diseño total del edificio.-

a) Cuadro de las áreas de construcción:

PLANTA LOCAL (ÁREA EN M <sup>2</sup> )	BODEGAS	ALMACENES	OFICINAS	DEPARTAMENTOS	HALLS Y PASILLOS
Subsuelo	548	145			122
Planta Baja		742	21		13
Mezanine			196		23
Primer piso alto			672		63
Segundo piso alto			672		63
Tercer piso alto			672		63
Cuarto piso alto				522	213
Quinto piso alto				522	213
Sexto piso alto				522	213
Terraza				71	21
Totales	548	887	2,233	1.637	1.067

b) Carga de diseño para cada tipo de ambiente:

... Bodegas

Carga standard: 548 m<sup>2</sup> por 2,5 w/m<sup>2</sup> = 1.370 w.

Carga de diseño para las bodegas: 100 % de 1.370 w. = 1.370 w.

... Almacenes

Carga standard: 887 m<sup>2</sup> por 20 w/m<sup>2</sup> = 17.740 w.

Carga circuitos especiales: 4 por 2.000 w. c/u = 8.000 w.

Carga adicional: 4 por 3.000 w. c/u = 12.000 w.

Suma: 37.740 w.

Carga de diseño para los almacenes: 100% de 37.740 w. = 37.740 w.

- Oficinas

Carga standard:  $2.233 \text{ m}^2$  por  $30 \text{ w/m}^2 = 66.990 \text{ w.}$

Carga adicional: 7 por 3.000 w. c/u = 21.000 w.

Suman 87.990 w.

Carga de diseño para las oficinas: 100% de 87.990 w = 87.990 w.

- Departamentos residenciales

Carga standard:  $1.637 \text{ m}^2$  por  $30 \text{ w/m}^2 = 49.110 \text{ w.}$

Carga adicional: 13 por 1.500 w. c/u = 19.500 w.

Suman 68.610 w.

Carga circuitos especiales: 12 por 4.000 w. c/u = 48.000 w.

Carga coronas eléctricas: 12 (según tabla no. 11) = 27.000 w.

Carga de diseño para los departamentos residenciales:

100 % de 3.000 w. 3.000 w.

35 % de 68.610 w. (68.610 - 3.000) 23.000 w.

75 % de 48.000 w. (Según 2-3) 36.000 w.

100 % de 27.000 w. 27.000 w.

Suman 89.000 w.

- Halles y pasillos

1) de almacenes y oficinas

Carga standard:  $347 \text{ m}^2$  por  $5 \text{ w/m}^2 = 1.735 \text{ w.}$

2) De departamentos residenciales

Carga standard:  $660 \text{ m}^2$  por  $5 \text{ w/m}^2 = 3.300 \text{ w.}$

Carga de diseño para los halles y pasillos:

100 % de 1.735 w.

1.735 w.

100 % de 3.000 w.	3.000 w.
35 % de 300 w, (3.300 - 3.000)	<u>105 w.</u>
Suman	4,840 w.

c) Carga de diseño total:

Bodegas	1.370 w.
Almacenes	37.740 w.
Oficinas	87.990 w.
Departamentos residenciales	69.000 w.
Salles y pasillos	<u>4.840 w.</u>
Total	220.940 w.

Aplicando el factor de demanda deducido de la curva correspondiente del cuadro anterior, se tiene como carga de diseño total del edificio: 60% de 220.940 w. = 132.564 vatios.

2.- Como la red de distribución de energía eléctrica en la Urbanización donde está ubicado el edificio es subterránea y también por la situación de la cámara de transformación que alimenta a este edificio, la acometida será subterránea.

3.- El tipo de acometida apropiado para este edificio es una acometida trifásica con neutro (4 hilos) , tipo que si es posible tener por el sistema de distribución que existe en el sector.

4.- Los conductores para esta acometida subterránea serán de cobre aislados con caucho butyl y neopreno<sup>1</sup> o con doble capa de PVC para una tensión no inferior a 690 voltios.

1

El neopreno es un compuesto sintético resistente a la humedad y al fuego, y altamente resistente a aceites, ácidos y alcalinos que pueden encontrarse en el suelo.

Para la carga de diseño total establecida, la corriente que transportarán los conductores de acometida, si se toma como factor de potencia 1 (FP = 1) será:

$$I = \frac{132,564}{3 \times 120} = 369 \text{ amp.}$$

Según 2-7 (recomendación práctica No.2) incremento la corriente calculada en un 15%. Por tanto:  $I = 369 + \frac{15}{100} \cdot 369 = 423 \text{ amp.}$

El conductor neutro, según 2.7 (norma No.3) transportará:

100 % de 200 amp.	200 amp.
70 % de 223 amp. (423-200)	157 amp.
Sumen	357 amp.

Si tengo  $I = 423 \text{ amp.}$  y tomo como caída máxima de tensión el 1% ( $E = 1\%$  de 210 v. = 2,1 v) para los 35 ms. ( $l = 35$ ) de recorrido de los conductores de acometida, la sección de los conductores activos será:

$$S = \frac{0,0177 \times 35 \times 2 \times 423}{2,1} = 250 \text{ mm}^2$$

Esta sección para los conductores activos corresponde a conductores de 500 MCM. Sin embargo, si se observa la tabla No.12 los conductores de 500 MCM con aislante tipo RW (aislante similar a los indicados) sólo tiene capacidad para conducir 380 amp. y por tanto, para esta acometida no se pueden utilizar esos conductores de 500 MCM, los cuales inclusive no se pueden adquirir fácilmente en el comercio local.

La sección calculada se satisface también con 2 conductores #0000 AWG y según la tabla No.12 cada conductor #0000 con aislante tipo RW puede transportar nominalmente 230 amp.; por consiguiente, esta acometida se hará en un juego doble de conductores #0000 para las fases (conductores activos) y conductores desnudos estañados #00 para el neutro.

5.- Para el recorrido de estos conductores de acometida establecidos, es necesario según la tabla No.13 una tubería "conduit" de 3 1/2" de diámetro. Yo planificaré para esta acometida subterránea una tubería de cemento de 8" (20 cm) de diámetro, instalada su borde superior a 60 cm. bajo el nivel del piso del patio de estacionamiento. Esta tubería, proyectada así, prestará suficiente protección mecánica a los conductores permitirá un fácil montaje y dejará una buena reserva para el cambio o incremento de conductores.

El recorrido de la acometida se indicará entonces así:  $\varnothing$  8" - 3 x 2 #0000 AWG + 1 x 2 #00 AWG.

6.- Como aplicación práctica en el punto 2,4 determiné que este edificio requiere de 30 alimentadores, para un igual número de subtable ros de distribución, por tanto, este edificio si exige la instalación de un interruptor general tripolar de 500 amp. en vista de que la acometi da se ha fijado con un juego doble de conductores es conveniente tener también dos interruptores generales tripolares, con capacidad de interrup ción de 250 amp. y fusibles de 250 amp. cada uno. Estos dos interrupto res generales facilitan la distribución de la acometida a los 30 contado res, con un montaje más adecuado y estético al espacio que se dispone pa ra su instalación; posibilitan un mejor equilibrio de las cargas que se conectarán a cada fase; permiten aislar de la red, por una falla impre vista o cuando así se desee, sólo la mitad del edificio, y en caso de que se funda un fusible por desperfecto o sobrecarga es más fácil y más barata su reposición.

#### PROTECCION CONTRA SOBRECARGAS

En general, todos los circuitos y equipos de instalación eléc trica deben protegerse contra sobrecargas. Esta protección se realiza me diante dispositivos contra sobrecargas: fusibles o unidad de disparo de

sobrecargas de un disyuntor.

La protección contra sobrecargas en los conductores y artefactos es necesaria para abrir el circuito eléctrico, cuando la corriente que circula por ellos alcanza un valor tal que puede producir una temperatura peligrosa para el mismo artefacto o conductor o para su aislante. Por lo tanto, para proteger conductores y equipos contra sobrecargas debidas a cortocircuitos o derivaciones a tierra deben utilizarse sólo dispositivos diseñados para tal fin.

Los calibres nominales de fusibles son 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 500, y 600 amp.

La protección contra sobrecargas debe ajustarse a las siguientes normas:

- 1.- Todos los circuitos y equipos se protegerán contra sobrecargas. Estos dispositivos se disponen en todos los conductores activos de la instalación.
- 2.- El ajuste de intensidad de los dispositivos de protección para un conductor dependen en todos los casos de la capacidad de transporte del conductor.

El calibre de un fusible o la intensidad e régimen de un disyuntor de disparo no ajustado no debe ser superior en un 25% a la capacidad de transporte de corriente del conductor que protege, y en caso extremo, si la capacidad de transporte de corriente admisible de un conductor no corresponde a ningún calibre anormal de los fusibles, puede utilizarse el calibre inmediatamente superior al valor de la capacidad, pero en ningún caso dicho calibre debe exceder del 150% de la capacidad de transporte del conductor.

Si se observan las capacidades de transporte de corrientes permisibles de los conductores aislados, en la tabla No.12, y los calibres normales de fusibles anotados anteriormente, se concluye que siempre es posible cumplir con esta exigencia.

- 3.- Los dispositivos contra sobrecargas deben emplazarse en el punto donde el conductor o equipo que se va a proteger recibe su alimentación. Se los instala en serie con cada conductor activo.
- 4.- Los fusibles y portafusibles de tapón y de cartucho y su adaptadores deben ser de igual clasificación, tal que sea imposible tener un fusible de una clase, en un portafusibles diseñado para una intensidad inferior o de una tensión superior.
- 5.- Para la protección de conductores que tengan una capacidad de transporte superior a 600 amp. se pueden utilizar montajes de fusibles de cartucho en paralelo, siempre que los fusibles sean del mismo tipo, características y calibre.
- 6.- No deben utilizarse portafusibles y fusibles de tapón en circuitos que tengan más de 150 v. de tensión respecto a tierra.

#### Recomendaciones prácticas.-

- 1.- Es conveniente instalar los dispositivos de protección de un circuito en combinación con un dispositivo de desconexión.

Esto se consigue mediante el uso de interruptores-fusibles ac-

ccionales a mano o disyuntores.<sup>1</sup>

Los disyuntores o interruptores-fusibles deben tener una capacidad de interrupción adecuada para abrir el circuito sin dañarse ellos mismos cuando se produce un cortocircuito sobre el lado de la carga.

Un dispositivo de protección contra sobrecarga para un circuito de dos hilos activos debe tener un dispositivo de apertura de circuito en cada conductor. En un circuito de tres hilos o una derivación trifásica de cuatro hilos cada conductor activo debe tener una unidad de sobrecarga y un dispositivo de apertura de circuito, quedando esto satisfecho con disyuntores monopolares.

2.- Es una excepción, si los dispositivos contra sobrecargas están encerrados o precintados o dispuestos de forma no fácilmente accesible, los dispositivos de protección contra sobrecargas de las derivaciones deben instalarse en el lado de la carga, montados en un desplazamiento accesible y deben ser de un calibre más bajo que el dispositivo contra sobrecargas de la acometida.

1

Un disyuntor consta esencialmente de dos partes: un dispositivo de apertura de circuito y un dispositivo de disparo. Normalmente hay un único dispositivo de disparo, el cual es accionado por una o más unidades térmicas en el caso de un interruptor del tipo de disparo térmico, o por una o más bobinas o solenoides cuando se trata de un interruptor del tipo de disparo magnético. Las unidades térmicas o las bobinas son las unidades de sobrecarga.

- 3.- Si se utilizan fusibles de tapón, éstos deben ser del tipo de retardo de tiempo y el casquillo roscado del portafusible debe conectarse al lado de la carga del circuito.
- 4.- Los dispositivos contra sobrecargas, de preferencia deben estar agrupados en un mismo sitio y mejor si están encerrados en cajas de corte o armarios.
- 5.- Cuando se utilizan interruptores-fusibles o disyuntores, éstos deben poder abrirse o cerrarse manualmente y deben indicar siempre si están en la posición de abierto o cerrado.
- 6.- No es recomendable instalar como dispositivos de protección fusibles montados en roseatas.

#### CONTENCIÓN A TIERRA

En los sistemas de distribución de energía eléctrica que disponemos, las instalaciones eléctricas interiores son alimentadas a través de transformadores reductores y por consiguiente están expuestas a tensiones más altas que aquellas para las cuales el sistema ha sido diseñado, ya sea por una falla de aislamiento entre los arrollamientos del primario y secundario del transformador o por un contacto accidental entre las líneas de primario y secundario.

El mismo sistema interior con sus circuitos derivados de hilos múltiples, que tienen un conductor neutro, está expuesto a contactos a tierra accidentales, contactos que pueden producir un incremento de la tensión respecto a tierra de alguna parte del sistema, en un valor igual al producto de la intensidad de la corriente por la resistencia del camino a tierra.

Justamente, para limitar estas tensiones superiores a las nor-

males, que por causas imprevistas pueden presentarse en los circuitos de una instalación eléctrica interior y para mantener las partes metálicas de los equipos al potencial de tierra o muy próximo a él, se debe poner esta instalación a tierra. Es decir, la conexión a tierra en la instalación interna se hace necesaria para proteger las personas contra el peligro de choques eléctricos y accidentes y como prevención contra incendios.

Cuando se habla de la necesidad de conexión a tierra en la instalación interna de un edificio, hay que distinguir entre la "tierra de sistema" y la "tierra de equipo". La "tierra de sistema" es la conexión a tierra necesaria, de uno de los conductores que transporta corriente desde el sistema de distribución hasta el sistema de instalación interior. La "tierra de equipo" es una conexión a tierra de las partes metálicas que no transportan corriente, sean del sistema mismo de instalación o de los aparatos conectados al sistema. De tal manera que la expresión "equipo" incluye todas las partes metálicas expuestas de la instalación y de los equipos eléctricos fijo, tales como canalización metálica, cajetines de derivación, armarios, cajas para tomacorrientes e interruptores, armaduras de motores, etc.

La conexión a tierra para instalaciones eléctricas interiores de edificios, debe sujetarse a las siguientes normas:

- 1.- Toda instalación interior que se conecte a una red de alimentación que tenga un conductor puesto a tierra, debe tener también su correspondiente conductor puesto a tierra. El conductor puesto a tierra de la instalación interior y de la red de alimentación deben conectarse juntos con el fin de asegurar un sistema completamente seguro.
- 2.- Los circuitos secundarios que sea necesario ponerlos a tierra, deben tener en cada acometida individual una conexión para un electrodo de puesto a tierra. La conexión debe hacerse del lado de la ali-

mentación del medio de desconexión de la acometida.

3.- El conductor que se debe poner a tierra en una instalación interior está de acuerdo con el sistema de las redes de distribución de energía eléctrica. Se pondrá a tierra":

a) En sistemas monofásicos de dos hilos (110 v.): uno de los conductores. Este debe ser identificable a lo largo del sistema. Este conductor identificable se conecta al de puesta a tierra del sistema de distribución.

b) En sistemas monofásicos de tres hilos (110/220 v.): el conductor identificable neutro.

c) En sistemas polifásicos que tienen un hilo común a todas las fases (sistemas trifásico de cuatro hilos o sistemas de cinco hilos), el conductor común identificable.

El sistema trifásico con tres hilos a 220 v. no requiere ser puesto a tierra, aunque se recomienda que se ponga uno de los conductores activos, en cuyo caso la conexión respecto a tierra de los otros 2 será de 220 v. El conductor puesto a tierra debe ser identificable a lo largo de toda la instalación.

4.- El conductor de puesta a tierra de los circuitos puede utilizarse también para dar tierra a los equipos, conductos, canalizaciones y cubiertas metálicas de la instalación interior, incluyendo conductos o cubiertas de cable y equipos de la acometida.

5.- Las partes metálicas que no transportan corriente deben estar todas conectadas mecánicamente a canalizaciones metálicas o cables blindados puestos a tierra, de tal manera que su conexión a tierra sea permanente y el camino a tierra sea continuo y con una impedancia lo suficientemente baja para restringir el potencial respecto a tierra que

facilite el accionamiento de los dispositivos contra sobrecargas del circuito.

Las armazones metálicas de equipos portátiles pueden unirse a la " tierra del equipo " por medio de un conductor adicional tendido en la misma canalización por la que van los otros conductores del sistema al cual están conectados. Este conductor puede ser desnudo, pero si es aislado, su cubierta debe ser de color verde. Para esta conexión es imprescindible que el tomacorriente y el enchufe contengan un polo adicional para su conexión segura y efectiva. Es obligatorio esta conexión a tierra, para lavadoras, lavaplatos, herramientas portátiles y artefactos (taladros, cortadores de césped, pulidoras, sierras, etc.)

- 6.- En un conductor permanentemente puesto a tierra no debe colocarse ningún dispositivo contra sobrecargas ni interruptores.
- 7.- Si hay más de un edificio servido por una misma acometida, el conductor del circuito puesto a tierra de la instalación de cualesquiera de los edificios, que tienen más de una derivación alimentada por esta acometida, debe conectarse a un electrodo de puesta a tierra.
- 8.- Como electrodos de puesta a tierra se pueden utilizar:
  - a) Un sistema metálico subterráneo y continuo de tubería de agua o de gas;
  - b) La estructura metálica del edificio, siempre que tenga buena conexión eléctrica al suelo, y
  - c) Cualquier otro sistema subterráneo metálico, tal como placas, tuberías, barras, etc.

Los electrodos enterrados y clavados deben tener las dimensiones

mínimas siguientes:

Placas no férreas	0,06" (1,5 mm. ) de espesor
Placas de acero o hierro	1/4" (6,3 mm. ) de espesor
Tubería	3/4" (19 mm. ) de diámetro;
Barras de acero o hierro	5/8" (16 mm. ) de diámetro
Barras no férreas	1/2" (12,7mm. ) de diámetro

Estos electrodos deben estar empotrados por debajo de un nivel de humedad permanente. Las tuberías o barras deben estar clavadas por lo menos a una profundidad de 2,40 ms. Su superficie deberá ser limpia sin cubrir con pintura, esmalte u otro material mal conductor. Cada electrodo de placa enterrada debe tener en contacto con la superficie del suelo, no menos de 0,18 m<sup>2</sup>.

Cuando se utilizan dos electrodos enterrados o clavados para la toma de tierra de dos sistemas diferentes que deben conservarse totalmente separados uno de otro, como en el caso de una instalación para a-  
lirborado y energía y una bajada de pararrayos, estos electrodos deben estar separados entre sí por lo menos 1,80 ms.

9.- Los electrodos de fabricación para puesta de tierra deben tener una resistencia con respecto a tierra no superior a 25  $\Omega$ . En el caso de que no fuera inferior a 25  $\Omega$  se debe utilizar dos o más electrodos conectados en paralelo.

Se busca que la resistencia del electrodo sea baja, pues la caída de tensión en la conexión de tierra, incluyendo el conductor que lleva el electrodo y la tierra que rodea inmediatamente a éste, es igual a la intensidad de la corriente multiplicada por la resistencia y esta caída de tensión representa la diferencia de potencial existente entre el conductor de puesta a tierra de la instalación y la tierra.

- 10.- El electrodo de puesta a tierra, en un edificio, debe servir para poner a tierra al sistema y al equipo.
- 11.- El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre, desnudo o aislado, sin ningún empalme o unión en toda su longitud.

El diámetro de este conductor se rige por el tamaño del conductor más grande del circuito alimentador, como sigue:

Tamaño del conductor del circuito alimentador	Tamaño del conductor a tierra
# 2 AWG o menor	# 8 AWG
# 1 o 0 AWG	# 6 AWG
#00 o 000 AWG	# 4 AWG
Mayor #000 AWG a 350 MCM	# 2 AWG
Mayor 350 a 600 MCM	# 0 AWG

Todos los conductores a tierra #6 AWG o de tamaño menor necesitan protección mecánica por tubos "conduit".

- 12.- Si las condiciones de puesta a tierra son tales que no se puede usar la puesta a tierra directa o, cuando se considera conveniente un grado mucho mayor de protección eléctrica contra riesgos de incendio o riesgos de corrosión eléctrica, se pueden usar equipos de protección especiales que se consiguen en el comercio. Estos aparatos son sensibles a las tensiones o a las diferencias de corriente por fallas de aislamiento u otras anomalías, y desconectan instantáneamente partes o la totalidad de la instalación defectuosa.

#### SISTEMAS DE CONTROL DE SALIDAS POR MEDIO DE BAJO VOLTAJE

Los sistemas de control de salidas por medio de bajo voltaje fa

cilitan la planificación de ciertos circuitos y permiten conseguir efectos que difícilmente se obtienen con los sistemas convencionales de instalaciones eléctricas. Las ventajas para su utilización son: la economía de la instalación del circuito, pues permite ahorrar en la cantidad y tamaño de los conductores y en el número de aparatos necesarios para su operación; y la seguridad del circuitos, que se logra al tener una gran parte de él a bajo voltaje.

Estos sistemas se basan en el uso de relés situados cerca del artefacto eléctrico que conectan o desconectan, y que son accionados por medio de bajo voltaje (menos de 50 v.) desde el sitio convencional del interruptor de pared, o adicionalmente desde otros sitios convenientes.

El control de salidas a bajo voltaje se utiliza en instalaciones interiores de edificios, especialmente para: a) controlar las luces de ciertos ambientes (corredores, talleres, salas de aparatos, etc.) desde varios puntos de acceso, evitando la instalación complicada y costosa de cuatro vías; b) accionar la bomba de elevación del agua potable, cuando los tanques de distribución, y por tanto, el interruptor-flotador, están bastante distantes de la caseta que contiene el equipo de bombeo; c) prender y apagar desde el departamento del conserje las luces de noche en los halls, pasillos, parqueamientos de vehículos exteriores del edificio; d) comandar el servicio de ascensores, montacargas, etc.

Como se puede apreciar, no se pueden establecer condiciones rígidas que normen la planificación y utilización de los sistemas de control de salidas por medio de bajo voltaje, quedando en consecuencia su instalación, sujeta al criterio acertado del ingeniero proyectista y a las normas generales expresadas en todos los puntos anteriores de este capítulo.

CAPITULO III

MATERIALES RECOMENDADOS PARA EL USO DE INSTALACIONES  
ELECTRICAS INTERIORES

	Pág.
3.1.- Condiciones generales para los métodos de instalación.....	116
3.2.- Conductores y canalizaciones.....	126
3.3.- Interruptores, tomacorrientes, enchufes , cajas, etc.....	131
3.4.- Tableros, interruptores automáticos, fusibles.....	134
3.5.- Materiales para uso a la intemperie e instala- ciones especiales.....	137

## CONDICIONES GENERALES PARA LOS METODOS DE INSTALACION

Para la planificación y especialmente para la ejecución de la instalación eléctrica interior de un edificio, se deben cumplir, en cualquier método de instalación, las siguientes exigencias generales:

- 1.- El tipo mismo de instalación que se deba emplear está condicionado al emplazamiento y utilización de la instalación, a la construcción y destino del edificio, es decir, está de acuerdo en donde y bajo que condiciones va a servir la instalación eléctrica.
- 2.- Todos los materiales, dispositivos y aparatos que se emplean en una instalación eléctrica deben ser aprobados por la empresa que suministra la energía, de tal manera que asegure a la instalación: eficiencia en su funcionamiento y suficiencia en su resistencia mecánica, en su aislamiento eléctrico, y en su protección y duración.

En la práctica esta exigencia se cumpliría si la Empresa Eléctrica determina las marcas, nombres de los fabricantes o símbolos de identificación, y las condiciones de tensión, intensidad, potencia y demás características de los materiales que existiendo en nuestro mercado pueden utilizarse.

- 3.- Los componentes y materiales de la instalación deben ser instalados de forma esmerada y bien acabada y deben estar firmemente fijados, sin que su firmeza dependa de los enlucidos, revocos o forramientos.
- 4.- Las partes de los equipos eléctricos que en funcionamiento ordinario producen arco o chispas, deben ser encubiertas o, por lo menos, separadas o aisladas de todo material combustible.
- 5.- Todas las canalizaciones deben estar firmemente retenidas a las cajas de interruptores, termocorrientes, tableros de distribución, ca-

jas de conexiones y demás accesorios, para que exista solidaridad mecánica y continuidad eléctrica.

6.- Las curvaturas en la canalización deben hacerse de modo que ésta no se dañe o se reduzca en forma apreciable su diámetro interior, y en ningún caso el radio de curva interior debe ser menor a cinco veces el diámetro útil del conducto.

7.- Un tramo de tubería no debe tener más de dos curvas de 90° entre dos cajas de salida, ni debe contener más curvas (sin aberturas mayores a 90 °) que el equivalente a 360°

8.- Las tuberías deben colocarse siguiendo el camino más corto y posible y en forma tal que no afecten a la estructura y acabado del edificio.

9.- Las tuberías deben instalarse primero como un sistema de canalización completa sin los conductores.

Los guías para tirar los conductores y los conductores mismos no deben meterse hasta que el sistema de canalización esté montado en su sitio y se haya terminado todo el edificio, con el fin de evitar daños en los conductores.

10.- Todos los extremos de los conductos deben ser alisados para quitar las rebabas que pueden dañar el aislamiento de los conductores al ser pasados dentro de ellos.

En elementos de concreto, los extremos de la canalización y las cajas deben taparse para evitar las filtraciones de agua lechada en hormigón fluido.

11.- En ninguna instalación se utilizarán ductos menores de 13 mm. de

diámetro interior.

12.- Para los centros de alumbrado o puntos de conexión se deben utilizar cajas octogonales o cuadradas, del mismo material de la canalización y de las dimensiones adecuadas al número de conductores y empalmes que van a retener y con perforaciones de las dimensiones de los conductos que sujetan. Para las salidas de interruptores y tomacorrientes de uso general se deben emplear cajas rectangulares.

Todas las cajas, en paredes o techos, deben estar al ras de la superficie, las cajas de salidas deben alinearse minuciosamente para que presenten buen aspecto, y las cajas de conexión deben ser cerradas completamente con sus respectivos tapas y deben ubicarse en los sitios menos visibles pero fácilmente accesibles.

Cuando las cajas de salida y de conexiones van empujadas en hormigón, deben sujetarse al encofrado, para evitar desplazamientos posteriores. Y si de las cajas de derivación deben salir cordones flexibles colgantes, la tapa debe tener agujeros bien redondeados y lisos.

13.- No deben usarse cajas de derivación redondas cuando los tubos o conectores exijan el uso de tuercas o manguitos para ser conectados a los lados de la caja.

14.- Las cajas no metálicas se pueden utilizar únicamente en instalaciones a la vista sobre aisladores o en instalaciones con cable con funda no metálica.

15.- Los conductores deben ser del calibre y características de aislamiento determinados bajo las normas expuestas en los puntos respectivos del capítulo anterior.

- 16.- Los conductores deben ser continuos de derivación a derivación, y no debe haber ningún empalme o toma dentro de la canalización.
- 17.- Los conductores de sistemas de radio o señalización no deben ir dentro de la misma cubierta que los conductores de sistemas de potencia o alumbrado.

Pueden instalarse en la misma canalización los conductores de sistemas diferentes de alumbrado y potencia, siempre que todos los conductores tengan aislamiento para la tensión más alta a que funciona cualesquiera de los conductores que están dentro de la misma cubierta.

- 18.- Los conductores deben ser empalmados de forma que, sin soldadura, la unión eléctrica y mecánica sea firme. Todos los empalmes, uniones, y los extremos libres de los conductores deben cubrirse con un aislamiento equivalente al de los conductores.
- 19.- La conexión de los conductores a los dispositivos o aparatos terminales debe hacerse por medio de conectores de presión (tomillos) terminales soldados o empalmes que aseguren una perfecta conexión, sin daño para los conductores.
- 20.- En cada caja de salida debe dejarse unos 15 cm. de alambre para uniones y conexiones.
- 21.- Para neutralizar las corrientes que se inducen en una canalización metálica cuando los circuitos funcionan con corriente alterna, todos los conductores de un mismo circuito deben estar tendidos dentro de una misma canalización. Si la capacidad de un circuito hace impracticable tender todos los conductores dentro de una sola canalización el circuito puede ser dividido y utilizar dos o más tuberías, siempre que cada conductor de fase del circuito y el conductor neutro, se instalen juntos en cada tubería.

- 22.- No se deben emplear conductores menores del #14 AWG para circuitos de alumbrado, ni conductores menores del #12 AWG para circuitos de tomacorrientes de uso general.
- 23.- Los conductores hasta el #8 AWG pueden ser compuestos de un solo hilo, y los conductores de sección mayor que el número 8 AWG deben ser cables formados de varios hilos.
- 24.- Las tuberías conductores de los circuitos alimentadores es conveniente llevar por los ductos de ventilación, o mejor, por los ductos de instalación expresamente proyectados para tal fin, de tal manera que la instalación, revisión o cambio del circuito sea fácil, sin que se deba para esto interrumpir actividades de otros usuarios del edificio, o peor aún, dañar obras de mampostería ya acabadas.
- 25.- No se debe llevar ningún sistema de instalación eléctrica junto o cerca del sitio de incineración, pues se corre el peligro mediano o inmediato, que el calor dañe el aislante de los conductores del sistema.
- 26.- Los tableros que contienen los dispositivos de interrupción y protección de la instalación, deben permitir la ampliación posterior del número de circuitos iniciales por los menos en un 20%.
- 27.- Ningún interruptor o disyuntor debe desconectar el conductor puesto a tierra de un circuito. Los interruptores de tres y cuatro vías deben conectarse de forma que la interrupción se haga únicamente en el conductor del circuito no puesto a tierra. Si el cableado entre interruptores y tomas van dentro de cubiertas metálicas, ambas polaridades deben ir dentro de la misma cubierta.
- 28.- Los medios de desconexión deben indicar claramente si están en la posición de abierto o cerrado, y se deben instalar de tal forma

que no se cierren por su propio peso, y que no tengan tensión cuando el interruptor esté en la posición abierta.

29.- El panel de los tableros deberá tener en obra, un tarjetero en el que se indiquen los servicios que controla cada circuito.

30.- La instalación no debe tener cortocircuitos o circuitos a tierra y su resistencia de aislación debe mantenerse cerca a los siguientes valores :

Circuitos de alambre #12 AWG o menor	1.000.000 $\Omega$
Circuitos de alambre mayores: 25 a 50 amp.	250.000 $\Omega$
51 a 100 amp.	100.000 $\Omega$
101 a 200 amp.	50.000 $\Omega$
201 a 400 amp.	25.000 $\Omega$

Los valores anteriores se determinan en obra, incluyendo todos los tableros de distribución, interruptores y dispositivos de protección contra sobrecargas.

Si están conectados también portalámparas, tomacorrientes o aparatos de alumbrado, la resistencia mínima permitida para circuitos derivados de alimentación deberá ser la mitad de los valores especificados arriba.

Una vez que he indicado las condiciones generales que deben tomarse en cuenta para cualquier método de instalación eléctrica interior, analizaré los tipos que pueden ser permitidos y aprobados en nuestro medio para la ejecución misma de estas instalaciones.

1.- Instalaciones a la vista sobre aisladores.- Se pueden realizar instalaciones a la vista, con conductores retenidos y soportados por aisladores, en construcciones de tipo barato (galpones, bodegas, túneles, etc.) e en industrias, bajo

las siguientes exigencias:

- a) Los conductores deben tener cubierta de goma o termoplástico; ser a prueba de intemperie y de difícil combustión.
- b) Los aisladores deben ser de porcelana, vidrio u otro material aislante aprobado.
- c) Los conductores deben instalarse rectos y bien templados, usando suficientes aisladores colocados a un intervalo no mayor de 1,20 m. Si se tienden circuitos con conductores #8 AWG o mayores, en los que no sea probable se toquen entre sí, se pueden poner soportes a distancias no mayores de 5 m. Los aisladores deben permitir que los conductores se sujeten firmemente a ellos, que tengan una separación mínima de 6 cm. entre conductores, y de 1,2 cm. sobre la superficie (vigas, paredes) sobre la cual se tienden.
- d) Los conductores no deben tocar los muros, vigas o techados. Para atravesarlos deben pasar dentro de un conducto de material aislante.
- e) Los dispositivos eléctricos (tomacorrientes, interruptores) que se emplean en esta clase de instalaciones pueden ser de tipo empotrable o de tipo superficial, adosados a las paredes y sujetos a ellas por soportes de madera.

**Conclusión:** La instalación a la vista sobre aisladores no puede usarse en instalaciones incrustadas, o en sitios expuestos a daños mecánicos, ni sus conductores pueden ir en entretechos, entrepisos o paredes huecas.

En general, y sin oponerme completamente a este tipo de instalación, considero que no es conveniente utilizarlo en construcciones destinadas a vivienda, comercio u oficinas, sea por eficiencia y estética, sea

porque el costo de la instalación no difiere notablemente con el tipo de instalación con tubería "bergman".

2.- Instalaciones con conductores con funda de plomo.- Este tipo de instalaciones se puede hacer sólo a la vista o tendidos sus conductores en huecos de los bloques de albañilería, en construcciones y condiciones similares a las indicadas para el tipo anterior. Como exigencias que debe cumplir, se tienen:

- a) Los conductores no pueden montarse en ranuras practicadas en albañilería u hornigón y cubiertas luego con yeso o enlucido de mortero.
- b) Los conductores deben instalarse rectos y bien templados, siguiendo fielmente la superficie sobre la cual se tienden. Las abrazaderas (grupos, pércilleros) que se usan para sujetar los conductores no deben colocarse a distancias mayores de 100 cm.
- c) Los empalmes y derivaciones entre conductores con funda de plomo deben hacerse en cajas de conexión apropiadas.

Conclusión: Este tipo de instalación facilita el montaje de los circuitos, por la flexibilidad de los conductores y porque para atravesar muros o maderas se necesita únicamente taladrar un agujero. Asegura una mejor garantía técnica que el anterior, pues dispone de una continua protección a todo lo largo del conductor, pero en cambio presenta problemas para la conexión de las derivaciones y el costo para circuitos con conductores mayores que el #16 AWG es relativamente alto, casi igual a la instalación con tubería "bergman".

Se lo utiliza en forma ventajosa para sacar derivaciones adicionales cortas, superficiales o de tipo oculto, de zonas existentes.

3.- Instalaciones con tubería metálica deformable "bergmann" o con tubería plástica.- El tubo "bergmann" o el tubo plástico puede ser empleado en instalaciones a la vista o incrustadas en las paredes. No se pueden usar en losas o contrapisos de concreto.

Las instalaciones con tubería "bergmann" o plástica (como cualquier otra clase de tubería) deben tener piezas de unión y cajetines de conexión apropiados. Las curvas deben ser hechas con dobladoras especiales y con un radio de curvatura no menor a 8 veces su diámetro interior.

Si las tuberías "bergmann" y plástica se usan para instalaciones a la vista deben sujetarse con abrazaderas, adecuadas a su diámetro exterior y colocadas a intervalos no mayores de 1,50 m.

Las cajas (redondas y rectangulares) que se emplean con estos tipos de tubería pueden ser de cualquier material incombustible y se las puede montar empotradas o adosadas, debiéndose exigir solamente que presenten facilidad a la instalación de la tubería y de los aparatos.

En muchas construcciones, se utilizan estas tuberías deformables en combinación con tuberías metálicas "conduit", en instalaciones calificadas como de tipo mixto. En este tipo de instalaciones, y cuando las hacen bien, dentro de esta técnica inadecuada, la tubería "bergmann" o plástica incrustada en las paredes, empata a la tubería metálica "conduit" embutida en las losas de hormigón, a través de cajas de conexión o de paso.

Como se ve, este tipo de instalaciones mixtas no representan un ahorro apreciable (la economía en la diferencia de precio de las tramas de tubería se compensa con el gasto de la caja de paso) y dejan en obra un acabado pobre, pues estas cajas de conexión, abundantes en número rompen la uniformidad del enlucido o forramientos de las paredes.

CONCLUSIÓN: Las instalaciones con tubería "bergmann" o plástica pueden utilizarse a la vista, en locales que no estén sujetos a daños mecánicos, o incrustadas, sólo en paredes de mamposte-  
ría o divisiones de relleno, formando en cualquier caso un tipo de instalación único.

4.- Instalaciones en tubo metálico rígido.- El conducto metálico rígido (tubo "conduit" pesado) se utiliza en cualquier instalación y en toda clase de locales: en instalaciones a la vista, cuando se requiere la máxima resistencia contra daños mecánicos y en instalaciones ocultas empotradas en hormigón o mampostería. El conducto metálico rígido proporciona el máximo de protección a los conductores, e instalado con los accesorios necesarios e indispensables (uniones, tuercas, contratuerca, conectores, cajas, etc.) actúa como conductor de puesta a tierra para el equipo.

La unión de los tubos metálicos rígidos, entre sí o con las cajas de conexión, puede hacerse con acoplamientos roscados o sin rosca, exigiéndose solamente estos conectores aseguren una instalación herméti-  
ca, que impida que el agua entre en la canalización.

Los cambios de dirección de la tubería se hacen con piezas propias fabricadas del mismo material, o se conforman estas curvas con dobladoras apropiadas. En cualquier caso, el radio de curvatura del tubo no será menor a cinco veces su diámetro interior.

En este tipo de instalaciones las cajas de conexión y derivación (octogonales, rectangulares, cuadradas) deben ser metálicas. Sus dimensiones dependen del número y diámetro de tubos que acoplan, del número de conductores que recibe y del aparato que se va a montar en ellas.

Si se instalan los tubos "conduit" a la vista, deben sujetarse con abrazaderas u otros medios adecuados a su diámetro exterior, colocar-

dos a intervalos no mayores de dos metros entre sí.

CONCLUSION: El uso de este tipo de instalaciones es el más amplio de todos y puede emplearse sin restricciones especiales.

5.- Instalaciones en tubo metálico-eléctrico.- En general, el conducto metálico-eléctrico (EMI o tubería (conduit" liviana) se utiliza en cualquier instalación, bajo las mismas condiciones y requerimientos en las que se emplea el tubo metálico rígido, a excepción de que no debe usarse en instalaciones que requieran tamaños superiores al de 2" de diámetro interior ni puede contener conductores que trabajen a tensiones superiores a 600 v. Por tanto, este tipo de instalaciones también es útil para instalaciones empotradas en paredes, rellenos de hormigón, entrepisos y taberos de mortero o mardera, y en instalaciones a la vista.

Los elementos de la instalación deben ajustarse en la planificación y ejecución de la obra a las exigencias anotadas en el tipo de instalación anterior. Si las instalaciones van embutidas en elementos de concreto o sometidas a humedad permanente, no se deben utilizar tubos metálicos eléctricos protegidos contra la corrosión solamente por esmalte.

#### CONDUCTORES Y CANALIZACIONES

El ingeniero, el instalador o el propietario de un edificio, para asegurar la eficiencia de la instalación eléctrica, está obligado a utilizar materiales de tipos calificados y de características y dimensiones determinadas conforme a las normas expuestas en los puntos anteriores.

En la práctica, resulta difícil o imposible distinguir a simple vista cuales son los materiales de buena o mala calidad, por tanto, se deben emplear solamente aquellos materiales aprobados por instituciones creadas para tal objeto.

En materiales de fabricación extranjera, constituyen sellos de garantía, en Estados Unidos de Norteamérica: UL = Under-writers' Laboratories, Ing.; en Alemania: VDE= Verband Deutscher Electrotechniker; en Suiza: SLV = Schweizerischer Electrotechnischer Verein.

Respecto a los materiales de fabricación nacional, no se pueden especificar cuales marcas, y de ellas cuales tipos de productos para uso en instalaciones eléctricas, son los totalmente garantizados; pues los mismos tipos de productos elaborados en diferentes industrias ecuatorianas, y aún en una misma industria en focos distintas, difieren notablemente en calidad. Las razones para esta realidad se encuentran en la falta casi total, de normas precisas que deben satisfacer en la producción, y en la inexistencia en el País de entidades encargadas de revisar y certificar con fuerza de ley, la calidad de los artículos producidos.

En cuanto a conductores, el comercio local ofrece una variedad de clases, una es de procedencia nacional, y otras de procedencia extranjera, y por consiguiente es imposible recomendar concretamente qué marca y de qué procedencia se debe utilizar. Sin embargo, al comprar conductores para instalaciones eléctricas interiores, se debe asegurar que sean de cobre, que la sección que disponga el número del calibre que se necesita, que el aislamiento entre una capa de espesor uniforme, sea para 600 voltios nominales, y que el material aislante, según el uso que se le va a dar al conductor, sea similar a los tipos de denominación americana R, M, N, T, U, etc.

En la siguiente tabla indico los tipos de conductores utilizados más comúnmente en instalaciones eléctricas de edificios:

## Descripción

## TIPO

EU Conductores de cobre sencillos con aislamiento termoplástico. Se usa el cobre polivinílico que es de alta resistencia contra humedad, calor y corrosión.

P. Un solo conductor con aislamiento téscau - cón y envoltura de algodón trenzado.

NE Similar al tipo P, pero el aislamiento de caucho resiste más al calor.

UF "Alimentadores subterráneos". Conductores sencillos o múltiples con aislamiento y envoltura termoplásticas.

Uso general y en áreas húmedas. Temperatura máxima admisible 60°C. Capacidad de corriente como el tipo R. También se puede utilizar en la interperficie.

Uso general en ausencia de humedad. Temperatura máxima admisible 60°C.

Uso general en ausencia de humedad. Permite mayor corriente que el tipo R. Temperatura máxima admisible 75°C.

Conductores sencillos para alimentadores y circuitos enterrados directamente (sin tubería), como los cables UF de un alimentador. Los cables UF de varios conductores pueden usarse en lugares húmedos de la instalación interna como el tipo EW.

SPT ó SP	Cordón paralelo entremate plástico (SPT) o de caucho (SP) con dos conductores trenzados No.18 o 16 AWG.	Extensiones y cables de conexión flexibles para servicio no pesado, también en lugares húmedos. Tipo preferido para el uso doméstico.
SV	2, 3 o 4 conductores aislados con envoltura común. Se usan termoplástico o caucho. Los conductores son No.18 o 16 AWG., trenzados.	Cordones flexibles para servicio pesado, también en lugares húmedos. Tipo para artefactos notóricos.
S	2 o más conductores aislados con envoltura gruesa común. Se usan termoplásticos o caucho. Los conductores son No.18 hasta No.10 AWG. trenzados.	Cordones flexibles para servicio extrapesado. Uso en talleres, industrias, etc.

NOTA: Los cordones deben usarse solamente para la conexión de lámparas portátiles y de otros artefactos móviles. No deben usarse para sustituir el alambrado fijo en casas.

Las corrientes admisibles para los citados tipos de cordones, son hasta 3 conductores activos son:

Tamaño del conductor, AWG:	# 18	# 15	# 14	# 12	# 10
Corriente admisible :	# 7A	10A	15 A	20 A	25 A

En cuanto a tuberías para instalaciones eléctricas interiores, el mercado local ofrece, de procedencia extranjera: conductos "bergmann", "conduit" pesado y liviano (esmaltados y galvanizados), y de procedencia nacional: conductos plásticos.

El uso mismo de cada una de estas canalizaciones ya se trató en el punto anterior.

Al comprar la tubería se debe asegurar que ésta permita hacer en frío y sin relleno, curvas de un radio no menor, en ningún caso, a cinco veces su diámetro interior, sin que se produzcan deformaciones, fisuras o rajaduras en el material, o el desprendimiento y resquebrajamiento de las capas anticorrosivas interiores y exteriores.

Respecto a la tubería plástica que se ofrece en la industria nacional, no es recomendable utilizarla en instalaciones que requieran cambios de dirección, pues no se dispone de equipo adecuado que permita curvarla sin que se produzcan fisuras y se reduzca su sección interior.

Si se debe utilizar en alguna instalación, tubería "bergmann" o plástica, es conveniente emplear tubos de mayor diámetro interior al estrictamente necesario, pues las curvas que se logran con las dobladoras manuales, no mantienen en obra a la misma sección de la tubería.

Los ajustes que para la unión de las tuberías se encuentran en el comercio local son acoples roscados, de boquilla o conectores con tornillos a presión. En canalizaciones con tubería "conduit" pesada se debe utilizar uniones roscadas, en canalizaciones con tubería "conduit" liviana se debe emplear los conectores o bridas a presión; y en tuberías "bergmann" y plástico los acoples serán de boquilla a presión.

## INTERRUPTORES, TO ACCORDIENTES, ENCHUFES, Cajas

En el comercio existe una gran variedad de estos dispositivos, de diferentes marcas, diseños y acabados; para instalarlos a la vista sobre bases de material incombustible o para instalarlos ocultos en cajas apropiadas. Por tanto, el dispositivo mismo que se debe utilizar en casos específicos depende del tipo de instalación, de la corriente que van a dejar pasar y del acabado estético que se desea lograr.

De gran utilización y economía son los aparatos tipo "todo" pues permiten instalar en un mismo cajetín una combinación de hasta 3 dispositivos (interruptores, tomacorrientes, pulsadores).

Los interruptores ocultos normales del tipo con palanquita que se encuentran en el mercado son para 10A, 125 v. o S. A. 250 V. En algunos casos especiales se consiguen interruptores de panel ocultos, por 15, 30 y 50 amp., que caben en el cajetín corriente.

Existen para un solo comando (interruptores simples), para dos (interruptores dobles), y para tres comandos (interruptores triples); interruptores que accionan salidas de corriente donde uno o varios circuitos (interruptores de una, dos y tres vías).

Por consiguiente, para seleccionar un interruptor se debe establecer la clase de servicio que va a prestar y la corriente que va a interrumpir. Debería en cuenta que un interruptor debe ser: 1) para cargas no inductivas y lámparas sin filamento de wolframio, de una intensidad característica no inferior en amperios al valor de la carga; 2) para cargas consistentes en lámparas de wolframio únicamente, de un calibre mayor en un 25 % o 30 % a la carga que comanda; y 3) para cargas inductivas (lámparas fluorescentes, lámparas de vapor de mercurio, auto-cios, señales con tubos de gas, etc.) de un calibre en amperios igual al menos, al doble del valor en amperios de la carga que gobierna.

Los tomacorrientes normales (los llaman también enchufes hembras) de tipo embutido, que se encuentran en el mercado local son para 15A, 125 v o 10A, 250 v. Existen tomacorrientes de una sola pieza simples y dobles, tomacorrientes para conectar 2 hilos, 3 hilos, 4 hilos, de pared o de piso.

Para seleccionar un tomacorriente se debe cuidar: 1) que sea de un calibre no menor en amperios al valor de la carga que en él se va a conectar, 2) que el número de bornes sea igual al número de hilos del circuito, y 3) que los polos sean apropiados a las clavijas (planas o redondas) de los enchufes que acoplan la carga.

Si se necesitan salidas especiales tripolares, tetrapolares (con o sin borne para conexión a tierra), estos tomacorrientes deben ser de forma diferente a los comunes, para evitar la conexión de un artefacto a una línea de voltaje equivocado.

Tanto en tomacorrientes como en interruptores embutidos (dispositivos de placa) existe una variedad de marcas, todas aprobadas (Leviton, Slábar, Briant, Circle, Veto, Tizino, etc.), en consecuencia el ingeniero puede escogerlos de acuerdo al precio, acabado, sonido, etc.

También en enchufes (dispositivos con clavijas que conecta la carga a la red) hay en el comercio una variedad de diseños, para 10A, 125 v. o 6A, 250 v., de baquelita o de caucho, con clavijas planas o redondas, de 2, 3, o 4 polos.

Los enchufes para conectar una carga a circuitos de 110 v. tienen dos polos idénticos; los enchufes que conectan a circuitos de 3 o 4 hilos uno de ellos a tierra, tienen las clavijas que alimentan los conductores activos de forma diferente a la clavija del conductor neutro.

Para seleccionar un enchufe se debe ver: 1) que el calibre de

sus clavijas sea igual o mayor a la carga que conectan, 2) que el número de las clavijas correspondía al tipo de carga que conecta, 3) que la calidad del material aislante de que está hecho sea adecuado a la corriente que deja pasar, y 4) que el diseño de sus clavijas coincidan con el diseño del traacorriente al cual se va a acoplar.

In cuanto a las cajas que se necesitan para una instalación eléctrica interior, hay que distinguir las: 1) cajas de paso, son aquellas que sirven para acoplar la canalización, cuando su recorrido tiene una longitud mayor a 12 m. en tramos rectos, o cuando se requieran cambios de dirección; 2) las cajas de conexión, dentro de las cuales se empalman los conductores para cambiar de dirección o dividir el recorrido de los circuitos, y 3) las cajas de derivación que reciben los conductores que alimentan una salida de corriente (salida de luz o toma). De lo anterior se deduce fácilmente que muchas cajas, en una instalación interior, sirven al mismo tiempo para cajas de paso, de conexión y de derivación.

Si se tiene en cuenta que fundamentalmente las cajas se utilizan para dar protección a los conductores en sus puntos de conexión, estas cajas deben tener dimensiones apropiadas y el espacio suficiente para que no haya un excesivo amontonamiento de hilos y empalmes.

El número máximo de conductores que pueden ir dentro de una caja, está dado en la siguiente tabla. En ella solo se están las dimensiones de las cajas que en nuestro mercado se pueden adquirir.

#### NÚMERO DE CONDUCTORES POR CAJAS

Dimensiones de la caja en pulgadas	Número máximo de conductores			
	# 14	# 12	# 10	# 8
1 1/2 x 3 1/4, octogonal	5	5	3	
1 1/2 x 4, octogonal	8	7	6	4
1 1/2 x 4, cuadrada	11	9	7	4
2 1/8 x 4 11/16, cuadrada	20	16	12	10

Tipo poco profundo (menos de 1 1/2 de profundidad)

3 1/4	4	4	3
4	6	6	4

NOTA.- Cada conductor que se tiende a través de la caja y cada conductor que termina en la caja se cuenta como un conductor y se descuenta un conductor al número indicado en la tabla por cada dispositivo esbultado montado en la misma caja.

Para conductores mayores que el número 6 y para canalizaciones mayores o iguales a 1 1/4", las dimensiones de las cajas de paso o de conexión deben satisfacer a las siguientes normas:

- 1.- En empalmes rectos, la longitud de la caja debe ser mayor o igual a 3 veces el diámetro interior de la canalización mayor.
- 2.- Cuando se hace un codo en U o en ángulo, la distancia entre cada entrada de canalización en el interior de la caja y la cara opuesta de la caja no debe ser menor de 6 veces el diámetro de la canalización mayor. Para entradas adicionales esta distancia debe incrementarse en la suma de los diámetros de todas las demás canalizaciones que entran por la misma pared. La distancia entre entradas de canalización que llevan el mismo conductor no debe ser inferior a 6 veces el diámetro de la canalización mayor.

Por todas estas explicaciones, para seleccionar una caja se tendrá en cuenta: 1) el tipo de instalación, que permitirá la utilización de cajas de bakelita o de metal, 2) el número y diámetro de las tuberías que recibe, 3) el número y calibre de los conductores que van dentro, y 4) el dispositivo que en ella se vaya a instalar.

#### TERMINOS, INTERRUPTORES, AUTOMATOS, FUSIBLES

Ya en los puntos 2.9 y 2.11 del capítulo II, se indicaron las

normas y recomendaciones generales, que deben satisfacer los tableros y los dispositivos de protección contra sobrecargas, que se utilizan en instalaciones eléctricas interiores de edificios.

En la práctica, la elección misma de los tableros se hace entre una variedad de marcas, clases y diseños, todos aprobados, que ofrece la industria especializada. (General Electric Co., Westinghouse, Cutler Hammer, Square D, Federal Pacific, etc.) En la totalidad, estos tableros de distribución son armarios de chapa de acero, con un acabado anti corrosivo en su interior y exterior y que pueden montarse empotrados en la pared o a la vista, con o sin puerta frontal; en su interior, en espacio no accesible están las barras ómnibus que conectan, en forma equilibrada, la corriente de los alimentadores a los dispositivos de protección.

La selección de un tablero de construcción se hace en base a: 1) al tipo y a la capacidad del conductor alimentador, 2) al número y capacidad de los circuitos derivados, y 3) a la clase de dispositivos de protección que se desea emplear: fusibles de tapón, de cartucho, interruptores automáticos.

Los fusibles de tapón, se consiguen para 6, 10, 15, 20 y 30 amp. Los fusibles de 6 a 15 amp. se distinguen de los de mayor calibre por una abertura en la cacerusa, que constituye una ventana de mica o material similar. En fusibles de tapón todos los dispositivos son monopolar y, para evitar una instalación equivocada, tanto los fusibles como los portafusibles tienen marcado su calibre.

En edificios, los fusibles en forma de tapón, deben ser del tipo de 'acción retardada'.

Los fusibles en forma de cartucho se fabrican en grupos (fusible y portafusible) de diferentes tamaños: 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45,

50, 60, 70, 80, 90, 100, - 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600 amperios. Todos estos grupos son monopolares y su diseño es de tal forma que resulta imposible instalar un fusible de una clase dada en un portafusible diseñado para una intensidad inferior a u na tensión superior.

Los terminales para portafusibles y fusibles de cartucho son del tipo de casquillo para 0 a 60 amp. y del tipo de cuchilla para intensidades de régimen entre 61 a 600 amp.

Los interruptores automáticos, para instalaciones de edificios, se consiguen de 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, y 100 amp., y de 1, 2, y 3 polos, y su diseño sólo permite acoplarlos en bases apropiadas. Estas bases son las que ya vienen montadas en los tableros de distribución que se venden, en forma unitaria con el amezón de su caja. Hay algunas bases para los tipos hasta de 50, 100, 225 y 600 amp.

Los interruptores automáticos tienen ventajas técnicas sobre los fusibles, determinan un mejor servicio y facilitan con un solo movimiento de la palanquita la reconexión de un circuito. Por estas razones se recomienda el uso de tableros de distribución con interruptores automáticos, que si bien tienen un mayor costo (aproximadamente el doble) que los tableros con fusibles, en cambio, aseguran un servicio continuo y eficiente.

Si no se desean instalar los tableros de fabricación extranjera, los dispositivos de protección se deben encerrar en armarios hechos de material incombustible, procurando que su diseño ofrezca seguridad eléctrica, espacio suficiente para la distribución de cables e hilos, un fácil montaje y accionamiento de los fusibles y buena presentación exterior.

En ningún caso es conveniente instalar tableros con más de 24

circuitos monopolares, pues los hilos de derivaciones, fusibles, disyuntores y demás partes que transportan corriente del tablero de distribución desprenden calor en el interior del armario, calor que puede producir un aumento de temperatura excesivo y peligroso. Si en un local hay más de 24 circuitos deben montarse dos o más tableros de distribución.

En el punto 2-9, se recomendaba instalar un interruptor principal, junto a los subtableros de distribución, cuando éstos estaban alojados en el tablero general y contenían más de 6 dispositivos protectores. En la práctica, se puede eliminar este interruptor en la instalación de tableros de hasta 12 circuitos monopolares, usando 2 interruptores de un polo con una palanquita común, que permite conectar dos circuitos con un solo movimiento. En caso de que se mantenga la obligación del interruptor principal, se debe colocarlo del lado de la alimentación de modo que al sustituir fusibles baste abrir el interruptor para que quede eliminado todo riesgo de descarga.

#### RECOMENDACIONES PARA USO A LA EMPRESA E INSTALACIONES ESPECIALES

Para instalaciones eléctricas en edificios, que no van en locales cerrados o que no quedan bajo cubierta, se deben tomar precauciones adicionales a las indicadas para instalaciones interiores normales con el fin de que se hallen permanentemente en condiciones adecuadas de funcionamiento. Los materiales y equipos que se utilizan en estos casos están sujetos a lluvias, humedad, calor, solar, etc.

Desafortunadamente en nuestro comercio no se consiguen regularmente transformadores, interruptores, cajas de distribución, tableros, además dispositivos necesarios para uso a la intemperie. Por esto, es necesario limitar a lo indispensable, las salidas e instalaciones en las áreas expuestas, como porches, terrazas, balcones, patios y jardines, o en su defecto, hacer ciertas adaptaciones necesarias para protegerlas.

Si la canalización es subterránea para los circuitos de patios y jardines, se debe emplear tubería "conduit" rígida galvanizada. Si se instala a la vista, se puede también utilizar tubería metálica eléctrica, siempre que las uniones aseguren un cierre hermético; que impida el acceso del agua y de la humedad al interior.

Los conductores para estos circuitos en canalización subterránea, deben ser con aislante, tipo TW o RW.

Como alternativa más económica a la instalación subterránea con conductores TW o RW en tubería "conduit", se pueden emplear los cables UF, directamente enterrados (véase punto 3.2)

Si los circuitos son aéreos, las líneas se montan en postes y otros puntos fijos, usando preferentemente cables del tipo TW no menores que el #12 AWG, para distancias entre soportes hasta de 8 ms., #10 AWG hasta 17 ms., #8 AWG hasta 35 ms. y #6 AWG para distancias hasta 50 ms.

Los tomacorrientes e interruptores, deben ser todos cerrados con tapas con empaques de caucho o corcho, que se aseguran a los cajetines, con tornillos a presión.

Para instalaciones que se realizan en locales especiales, por su ubicación o por las actividades que en ellas se ejecutan (locales en los cuales están o pueden estar presentes gases o vapores inflamables, polvo combustible o fibras y volátiles inflamables), se deben estudiar en forma específica cada caso particular, tanto en su protección y proyecto cuanto en sus materiales y métodos de instalación.

Respecto a la instalación para equipos especiales (anuncios luminosos, grúas y montacargas, ascensores, montaplatos y escaleras mecánicas, aparatos de soldadura eléctrica, equipos de sonido; equipos de rayos X, equipos generadores de calor por inducción y por calentamiento

capacitivo; máquinas herramientas, etc.), y sus circuitos alimentadores, dispositivos de protección, emplazamiento y montaje, de preferencia, se deben seguir las instrucciones técnicas y prácticas dadas por las casas proveedoras de tales equipos.

Lamentablemente, tampoco para estas instalaciones especiales, nuestro comercio local dispone de un stock permanente y económico de materiales, dispositivos y aparatos. Por ésto, es recomendable que el ingeniero instalador exija que en el suministro de los equipos especiales, se incluyan también los materiales indispensables para su correcta instalación, protección y montaje.

#### MODELO DE CONTRATO CON LAS ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS PARA INSTALACIONES INTERIORES

Al presentar este modelo de contrato para la ejecución de la instalación eléctrica interior de un edificio, intento dar una guía general para la preparación del contrato definitivo, entre el propietario o el constructor y el ingeniero electricista, contratista de las instalaciones eléctricas. Por tanto, en cada caso específico, se debería añadir o modificar las cláusulas que se juzgan necesarias para precisar exactamente el volumen y la clase del trabajo que se contrata.

El contrato incluye normalmente, la memoria descriptiva y especificaciones técnicas y los planos eléctricos completos.

NOTA.- El contenido en mayúsculas, en el texto siguiente, se refiere concretamente al Edificio "Sociedad Directora de Colegios"

#### MEMORIA DESCRIPTIVA Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL EDIFICIO

QUE SE CONSTRUIRA EN: Av. 10 de Agosto y Las Casas  
PARA: Sociedad Directora de Colegios

CAPITULO IV

TABLAS Y ESQUEMAS

	Pág.
4.1.- Modelo de contrato con las especificaciones eléctricas para instalaciones interiores.....	139
4.2.- Tablas.....	
4.3.- Planos y esquemas.....	

## I.- GENERALIDADES:

Para la planificación de la instalación eléctrica se han seguido las normas y recomendaciones de ESTA TESIS y los reglamentos y disposiciones de la EMPRESA ELÉCTRICA "QUITO" SA. (E.E.Q.), por consiguiente, el contratista se sujetará en todo a estas exigencias y a todas las otras disposiciones de las autoridades locales competentes.

La instalación eléctrica de ESTE EDIFICIO está dividida en TREINTA y SEIS circuitos alimentadores principales, que tienen como fuente de alimentación la CARRERA ELÉCTRICA URBANA A TRAVÉS DE LA CARRERA DE TRANSFORMACIONES UNICADA JUNTO AL EDIFICIO, Y DEL TABLERO PRINCIPAL.

La acometida en baja tensión, el tablero de contadores y los contadores serán instalados por la E.E.Q., por cuenta del PROPIETARIO.

La instalación telefónica está dividida en CINCUENTA Y SEIS circuitos derivados, que se alimentan de la red urbana a través del CABLE PRINCIPAL Y DE UN CIRCUITO ALIMENTADOR INTERNO.

La instalación de la acometida telefónica y de las regletas de conexión y distribución en el CABLE PRINCIPAL serán realizadas por la EMPRESA DE TELÉFONOS "QUITO", por cuenta del PROPIETARIO.

A partir del TABLERO PRINCIPAL Y DEL CABLE PRINCIPAL, la instalación eléctrica y telefónica será por cuenta del Contratista, y en consecuencia en su exclusiva responsabilidad.

Todos los materiales a emplearse en estas instalaciones deben ser de primera calidad, aprobados por la E.E.Q., y aceptados por el PROPIETARIO. La mano de obra debe ejecutarse en forma escrupulosa por personal experto y acatarán todas las DISPOSICIONES GENERALES REFERENTES DADAS EN 3.1.

## II.- CANALIZACION:

Todas las instalaciones deben realizarse utilizando TUBERIA METALICA ELECTRICA GALVANIZADA, de los diámetros indicados en los planos respectivos.

La canalización, en su totalidad, será embutida en las losas, columnas y vigas de hormigón armado, antes de fundirlas. En las paredes se incrustará, antes de enlucirlas, dentro de canaletas hechas al efecto a una profundidad suficiente para que el recorrido de la tubería no se marque en los revoques y forramientos.

La unión de los tubos entre sí y los acoples de la tubería a las cajas, se harán con ajustes DE PRESION, TIPO CONECTORES.

Los cambios de dirección de la canalización, se harán en obra con dobladores especiales, en tubos hasta de 1 1/4" de diámetro; para diámetros mayores se harán con curvas prefabricadas del mismo material de la canalización.

## III.- CAJAS DE SALIDA Y DE CONEXIONES:

Para las salidas de interruptores, tomacorrientes, pulsadores y teléfonos se emplearán cajas rectangulares, y para los centros de alumbrado, cajas octogonales o cuadradas. Todas las cajas serán de HIERRO GALVANIZADO y sus dimensiones estarán de acuerdo con las normas establecidas en 3.2.

## IV.- CONDUCTORES:

Los conductores para las instalaciones eléctricas deb en ser de cobre, aislados para una tensión de 600 v., con aislamiento TIPO IV. El cable para las instalaciones telefónicas será de conductores de cobre,

con aislamiento plástico (PVC). Todos los conductores deben ser aprobados por la B.S.Q., y su calibre debe estar de acuerdo con la nomenclatura americana (AWG).

4

Los conductores, en su recorrido y sección, se instalarán conforme a los planos. Los circuitos se identificarán en obra, utilizando el código de colores establecido en 2.5

#### V.- PANELES DE DISTRIBUCION:

El número y sitio de instalación de los paneles de distribución están indicados en los planos. Los subtableros de distribución eléctrica serán ESTÁTICOS, EMPOTRABLES, CON PUERTA FRONTAL CON CERRADURA, y tendrán INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS como elementos de protección. La capacidad, nivel, número y tipo de sus circuitos están indicados en los planos respectivos. La forma y diseño serán aprobados por la B.S.Q.

Las cajas de distribución telefónica serán de MADERA, EMPOTRABLES, CON PUERTA FRONTAL CON CERRADURA. Sus dimensiones mínimas interiores son 20 x 20 x 12 cm.

#### VI.- TABLERO PRINCIPAL Y CAJERIN PROVINCIAL:

Para la instalación eléctrica se ha proyectado un tablero principal JUNTO al tablero de contadores. El armario será METÁLICO, PARA SER EMPOTRADO EN FORMA QUE NO SOBRESALGA DEL NIVEL DEL ENLUCIDO; la pared del fondo tendrá PUERTAS y LA CUBIERTA DE ALTO UNA PLANICIA DE MADERA LACADA DE 1" DE ESPESOR, la pared frontal tendrá CUATRO PUERTAS PIEGABLES CON CERRADURA. Sus dimensiones exteriores son: 2,00 ms. de ancho; 1,50 ms. de alto y 0,20 ms. de profundidad. En él se instalarán 30 interruptores de CAJERIN CON FUNDOS, SEMIOS, DE AJUSTAMIENTO MANUAL, ENLUCIADOS ASI: 15, 3P- 70 A; 10- 3P - 50 A; 1- 3P- 100 A; y 4 - 2 P - 60 A.

El cajetín principal para las instalaciones telefónicas, ubicado en el pasillo de la planta de armadores será de las mismas características de las cajas de distribución telefónica. Sus dimensiones mínimas interiores son: 50 x 60 x 12 cm.

#### VII.- DISPOSITIVOS

Todos los dispositivos (interruptores, tomacorrientes, pulsadores, tomas para teléfonos y antena de televisión) serán de tipo EMPUJADO, TIPO "RACO", CON PLACA DE ACERO INOXIDABLE DE ACCIONAMIENTO MANUAL, de marca aprobada por la E.E.O. Los interruptores serán de una capacidad mínima de 10A, 120v. Los tomacorrientes para uso general o para salida de teléfono y antena de TV., serán de una capacidad mínima de 10A, 120V sus polos serán de TIPO UNIVERSAL, es decir, para acoplar enchufes de clavijas PLANAS Y REDONDAS.

Las salidas para conectar los tanques eléctricos, calentadores de agua, terminarán en un interruptor BIPOLAR DE CUCHILLA CON FUSIBLES, TIPO DE ACCIONAMIENTO MANUAL, de capacidad mínima 20A, 250 v. INCrustado en una caja de material INCOMBUSTIBLE DE DIMENSIONES MÍNIMAS INTERIORES: 15 x 20 x 12 cm. EMPOTRADA EN LA PARED A RAS DEL ENLUCIDO.

Las salidas para conectar las cocinas eléctricas, terminarán en un interruptor TRIPOLAR DE CUCHILLA CON FUSIBLES, TIPO DE ACCIONAMIENTO MANUAL, de capacidad mínima 30 A, 250 v. INCrustado en una caja de material INCOMBUSTIBLE DE DIMENSIONES MÍNIMAS INTERIORES: 20 x 25 x 14 cm. EMPOTRADA EN LA PARED A RAS DEL ENLUCIDO.

CONTINÚO DE PROYECTO PARA LA REDUCCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y TELEFÓNICAS DEL EDIFICIO:

QUE SE CONSTRUYA EN:.....  
PARA:.....

Por medio del presente documento, el señor.....que en adelante se denominará Contratante, por una parte, y por otra, el señor ..... que se denominará Contratista, convienen el celebrar el siguiente trabajo:

1.- El Contratista realizará para el Contratante, la instalación eléctrica y telefónica en el edificio..... de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas que se adjuntan al presente contrato en el plazo de ..... meses a partir de.....

Se aclara que si las obras civiles de la construcción dificultan la terminación de las instalaciones, el Contratista podrá solicitar la ejecución de las mismas y una extensión del plazo.

2.- El Contratista se compromete y obliga a favor del señor..... a concluir todas las instalaciones por el valor de \$..... Por tanto, será de cuenta del Contratista, todos los valores correspondientes y materiales, mano de obra, dirección técnica y administración y las obligaciones patronales, establecidas en el Código de Trabajo y los Estatutos y Leyes del Seguro Social.

3.- El Contratista recibirá los pagos por trabajos realizados, en los siguientes porcentajes..... ( Buena guía de la forma de pago, es la siguiente: 20% a la colocación de la tubería de los circuitos derivados; 15% a la colocación de la tubería de los circuitos alimentadores; 10% a la colocación de los subtableros y - si lo hay - del tablero principal; 20% a la pasada de los conductores de los circuitos derivados; 10% a la pasada de los conductores de los circuitos alimentadores; 10% a la instalación de los dispositivos; 7,5% al chequeo, comprobación y entrega de la instalación, y el 7,5% restante, sesenta días después de la entrega.)

4.- En caso de realizarse otras obras adicionales que no constan en los planos y especificaciones técnicas, dichas obras se efectuarán por escri

to del Contratante y su valor se establecerá de mutuo acuerdo entre las partes.

5.- El control de la ejecución de los trabajos contratados, podrá efectuarla el Contratante personalmente o por medio de un Profesional Fiscalizador.

El Contratista es el único responsable de la correcta ejecución de las instalaciones, por tanto, si se presentan fallas, el Contratista, deberá arreglar o rehacer la parte de instalación defectuosa, y no servirá de excusa el que haya sido inspeccionada por el Fiscalizador.

6.- Se aclara de modo expreso en el valor de este contrato, no se incluye ninguna clase de equipos eléctricos, equipos de iluminación.....  
..... ni colocación de lámparas, instalación de artefactos..  
.....

7.- Si por resolución ministerial, decreto ejecutivo o legislativo, o cualquier norma de carácter legal se produjere una devaluación monetaria de acuerdo al cambio oficial con el dólar fijado por el Banco Central del Ecuador, o un alza general o particular de sueldos y salarios, el Contratante reconocerá a favor del Contratista, la diferencia de precios que ello ocasiona, pero sólo en el mismo porcentaje y en las partes de la instalación que todavía no estuviere pagada.

8.- Por cada día de mora en la entrega de la obra, el Contratista pagará la cantidad de \$..... que le será descontada del valor del contrato, siempre que el Contratante haya cumplido por su parte en el pago oportuno de los trabajos.

9.- Se conviene expresamente que el Contratista no podrá ceder ese contrato a ninguna persona natural o jurídica, salvo el expreso consentimiento del Contratante, que deberá constar por escrito.

10.- Los conflictos que surjan durante la vigencia de ese contrato, y las reclamaciones que las partes formulen entre sí, deberán resolverse si se refieren a la naturaleza de la obra, de modo preferente en forma administrativa o por vía del arbitraje confiado a un ingeniero de notoria solvencia, en cuya designación coincidan las partes; pero si los conflictos conciernen a la resolución del contrato, o la indemnización de daños y perjuicios, las partes se sujetarán a las leyes y autoridades del Cantón....., y al trámite legal sumario.

Para constancia de lo que antecede, y declarando las Partes su conformidad y mutuo acuerdo de este contrato, firman por....., en..... a los..... días del mes de..... de mil novecientos setenta y.....

CONTRATANTE

CONTRATISTA

ESTADÍSTICA DE LA ECONOMÍA VIAGERA POR TIPO DE ESTABLECIMIENTOS (En Mwh.)

	1965	1966	1967	1968	1969
<b>TIPO DE ESTABLECIMIENTOS</b>					
Residencial	53'020.624	59'261.041	65'231.665	72'032.279	82'073.450
Residencial Fijo	1'641.562	1'360.024	916.988	590.323	327.601
General Fijo	17'563.067	19'028.326	21'171.341	22'759.117	24'900.082
General Fijo	4'03.002	332.536	224.332	131.801	56.766
Industrial	30'921.364	35'416.986	42'431.247	47'741.423	50'192.310
Gobierno	7'476.538	8'113.300	9'923.560	9'423.872	10'441.441
Municipal	775.647	961.554	986.409	1'159.039	1'091.443
Comercial	10'167.713	11'907.337	10'121.297	11'221.675	13'030.872
Planta de Fabricación	6'526.433	6'620.687	7'455.089	8'562.600	9'006.625
Servicio Postal	---	---	2'021.794	3'364.198	4'034.622
<b>Total</b>	128'209.505	142'497.711	159'553.079	177'270.415	196'040.362

63

(En Porcentaje)

TIPO DE ESTABLECIMIENTOS	1965	1966	1967	1968	1969
Residencial	41,26	41,61	40,90	40,50	41,86
Residencial Fijo	1,43	0,95	0,57	0,33	0,17
General Fijo	13,67	13,36	13,27	12,64	12,70
General Fijo	0,35	0,25	0,14	0,07	0,03
Industrial	26,98	24,86	26,63	26,94	25,55
Gobierno	5,82	5,70	5,59	5,32	5,33
Municipal	0,66	0,68	0,62	0,66	0,56
Planta de Fabricación	7,87	7,79	6,34	6,26	7,10
Servicio Postal	4,23	4,60	4,67	4,83	4,63
<b>Total</b>	100	100	100	100	100

ESTADÍSTICA DE LA ECONOMÍA VIAGERA POR TIPO DE ESTABLECIMIENTOS (En Mwh.)

1969

TABLA Nº 2

Producción de azúcar en toneladas

(t)

PROBLEMA	1965	1966	1967	1968	1969
<u>1.0. Propia</u>					
Central Culeyá	101'952.300	107'663.000	116'460.000	124'707.800	136'306.200
Central Geopégo	49'079.200	53'673.200	54'974.000	58'992.800	61'695.400
Central Los Gáliles	7'177.210	7'995.220	10'718.210	16'148.953	18'297.487
Central Guáguilo	1'632.320	1'613.470	1'691.000	2'028.300	1'706.459
Central Diecel	2'192.650	4'870.320	8'233.650	11'513.427	15'348.239
<u>SUBTOTAL</u>	162'026.580	175'613.210	192'334.920	213'239.370	232'134.367
<u>2.0. Compraventa</u>					
Central Abasco	3'846.000	3'850.700	3'690.700	2'352.500	2'497.300
Central Los Alamos			792.800	2'575.156	3'623.662
<u>SUBTOTAL</u>	3'846.000	3'850.700	4'483.500	5'928.656	6'120.962
<u>TOTAL DE PRODUCCIÓN</u>	165'872.580	179'463.910	196'818.420	219'168.026	238'255.329
<u>PROBLEMA DE PRODUCCIÓN</u>					
DE PRODUCCIÓN DE AZÚCAR	20'163.875	26'111.192	37'252.379	41'667.599	42'921.667
<u>DE PRODUCCIÓN DE ALCOHOL</u>					
LA LAGUNA V. GARCÍA	130'509.105	162'607.717	159'553.049	177'200.416	196'640.362
<u>DE PRODUCCIÓN DE ALCOHOL</u>					
LA LAGUNA V. GARCÍA	22.900 t	23.210 t	18.900 t	19.160 t	17.950 t
<u>E.E.O.</u>					

T A B L A N°3  
LISTA DE ARTEFACTOS TÍPICOS PARA EDIFICIOS

(Úsese para averiguar las necesidades eléctricas de una residencia en proyecto)

Partida	Artefacto	Carga típica W	Previsto ahora	Para el futuro
<b>A.- COCINA - LAVADERO</b>				
1	Luz de techo	150		
2	Luces de pared para mesa, armarios, fregadero, mostrador, cada una	100		
3	Cocina eléctrica completa	11,000		
4	Cocina sin horno, 4 unidades	6,000		
5	Cocina sin horno, 2 unidades	3,000		
6	horno	4,500		
7	Asador	1,500		
8	Tostador de pan	1,100		
9	Barquilla	1,000		
10	Cafetera	800		
11	Hartén eléctrica	1,300		
12	Cocinilla portátil	1,000		
13	Calentador de bebidas	750		
14	esterilizador de teteros	550		
15	Calentador de agua	3,000		
16	Refrigeradora	300		
17	Congelador	350		
18	Patidora	125		
19	Extractor de jugo	100		
20	lavaplatos	1,200		
21	Eliminador de basura	450		
22	Lavaplatos con triturador	1,500		
23	Reloj eléctrico	2		
24	Ventilador de cocina	50		
25	Radio	50		
26	Teléfono			
27	Lavadora no automática	300		
28	Lavadora automática	400		
29	Plancha	1,000		
30	Planchadora	1,600		
31	Secadora de ropa 240V	5,000		
32	Secadora de ropa 120V	1,600		
33	Bomba de agua	300		
34	Otros			
<b>B.- DORMITORIO</b>				
1	luz de techo	100		
2	luz de pared, cada una	60		
3	lmparilla, cada una	25		

Partida	Artefacto	Carga típica W	Previsto ahora	Para el futuro
4	Reloj despertador	2		
5	Radio, tocador de discos	100		
6	Televisor	250		
7	Teléfono	.		
8	Secador de pelo	250		
9	Radiador infrarrojo	250		
10	Sol artificial	450		
11	Almohadilla eléctrica	50		
12	Aspiradora	400		
13	Pulidora de pisos	300		
14	Ventilador portátil	100		
15	Acondicionador de aire 1/3HP	700		
16	Acondicionador de aire 1/2HP	900		
17	Acondicionador de aire 3/4HP	1.400		
18	Otros			
C. BAÑO				
1	Luz de techo	60		
2	Luz de pared, cada una	60		
3	Máquina de afeitar	10		
4	Secador de pelo	250		
5	Calentador de agua	3.000		
6	Extractor de aire	50		
7	Aspiradora	400		
8	Pulidora de pisos	300		
9	Otros			
D. SALA DE ESTAR, COMEDOR, SALON HALL, ESTUDIO, LIBRERIA, OFICINAS				
1	Luz de techo, directa	200		
2	Luz de techo, indirecta	400		
3	Luz de pared	75		
4	Lámpara de pie	100		
5	Lámpara de mesa	75		
6	Alumbrado de escalera	60		
7	Radio	100		
8	Televisor	300		
9	Tocador de discos	100		
10	Grabadora	100		
11	Proyector cinematográfico	750		
12	Reflector para fotografiar	1.000		
13	Reloj eléctrico	2		
14	Máquina de coser	100		
15	Juguetes eléctricos	150		
16	Alumbrado árbol de Navidad	200		
17	Tostador	1.100		
18	Cafetera	300		
19	Barquilla	1.000		
20	Refrigeradora portátil	200		
21	Aspiradora	400		

Partida	Artefacto	Carga típica W	Previsto ahora	Para el futuro
22	Ventilador portátil	100		
23	Acondicionador de aire 1 1/2HP	2,150		
24	Acondicionador de aire 1 HP	1,600		
25	Acondicionador de aire 3/4 HP	1,400		
26	Fulidora de pisos	300		
27	Tirbre de llamada servicio	50		
28	Teléfono			
29	Otros			
E. DIVERSOS				
1	Taller mecánico	1,500		
2	Bomba de sumidero	300		
3	Ventilador de ático	500		
4	Acondicionador de aire central 5 HP	6,500		
5	Acondicionador de aire central 3 HP	4,000		
6	Otros			
F. GARAGE, GARAGE AUXILIAR, TALLER				
1	Luz de techo	100		
2	Luz de pared	60		
3	Cargador de batería	60		
4	Aspiradora	400		
5	Fulidora de carros	200		
6	Otros			
G. ARTEFACTOS FUERA DEL EDIFICIO				
1	Luces de seguridad	360		
2	Número de casa luminoso	20		
3	Luces de techo o de pared para terrazas, azotea, porches, patios	100		
4	Bombos de luz	100		
5	Poste de luz	100		
6	Boya luminosa	60		
7	Reflector (floodlight)	250		
8	Luz en escalera	60		
9	Luces de piscina empotradas ca da una 100-500 W	500		
10	Refrigeradora portátil	200		
11	Bomba de piscina	800		
12	Timbre de llamada en las entra das principal y de cocina	50		
13	Sistema de intercomunicación			
14	Asador portátil	1,500		
15	Otros			

N=4  
T A B L A N°4

NORMAS DE ALUMBRADO  
INTENSIDAD DE ILUMINACION EN LUX

Clase de trabajo	Muy buen alumbrado	Buen alumbrado
<b>I. Oficina</b>		
salas de dibujo	1,500	750
locales de oficinas (trabajo normal de oficinas, mecanografía, correspondencia, lectura, escritura, uso de máquinas de oficina)	300	400
lugares donde no se trabaja continuamente (archivo, escalera, pasillo, sala de espera)	150	75
<b>II. Escuelas</b>		
aulas	500	250
salas de dibujo	800	400
clases de costura	800	400
<b>III Industrias</b>		
Gran precisión: (Relojería, instrumentos pequeños, grabado)	3,000*	2,500*
De precisión: Montaje de precisión, ajuste de tornos de revólver, torneado y prensado de precisión, pulido	2,000*	1,000*
Ordinaria: taladros, torneado ordinario, montajes ordinarios	800	400
En basto: Forja, laminado	300	150

## Clase de trabajo .

Muy buen alumbrado    Buen alumbrado

## IV. Tiendas

espacios de venta, exposi-  
ciones

lugares grandes

1,000

500

lugares normales

500

250

escaparates:

grandes

2,000

1,000

pequeños

1,000

500

## V. Iglesias

150

75

## VI. Hogares

Salas de estar

alumbrado local (superficie  
de trabajo)

1,000

500

alumbrado general (alumbrado  
de ambiente)

100

50

Cocinas

alumbrado local

500

250

alumbrado general

250

125

Dormitorios, cuartos de ba-  
ño, WC.

alumbrado local

500

250

alumbrado ordinario

100

50

Pasillos, escaleras, desva-  
nes, sótanos, cuartos de al-  
macenaje, garages:alumbrado local (para peque-  
ños trabajos de aficionados)

500

250

alumbrado general

100

50

Comedor : alumbrado general

150

75

puede ser alumbrado general + alumbrado local

para completar con lámparas "spot" hasta los 10.000 lux (alumbrado  
local)NOTA.- EN NUESTRO MEDIO ES SUFICIENTE UN ALUMBRADO CON UNA INTEN-  
SIDAD MENOR EN UN 20 % A LAS INDICADAS EN ESTA TABLA.

## T A B L A N°5

## FACTOR DE REFLEXION DE DIVERSAS SUPERFICIES ILUMINADAS CON LUZ BLANCA

Estuco blanco (nuevo, seco)	0,70 - 0,80
Estuco blanco (viejo)	0,30 - 0,60
Acuarela blanca	0,65 - 0,75
Oleo blanco	0,75 - 0,85
Pintura de aluminio	0,60 - 0,75
Hormigón (nuevo)	0,40 - 0,50
Hormigón (viejo)	0,05 - 0,15
Ladrillo (nuevo)	0,10 - 0,30
Ladrillo (viejo)	0,05 - 0,15
Tablero de fibra de madera (crema, nueva)	0,50 - 0,60
Tablero de fibra de madera (crema, vieja)	0,30 - 0,40
Madera clara de abedul y arce	0,55 - 0,65
Madera de roble, laqueada en claro	0,40 - 0,50
Madera de roble, laqueada en oscuro	0,15 - 0,40
Madera de caoba o nopal	0,15 - 0,40
Cortinas amarillas	0,30 - 0,45
Cortinas rojas	0,10 - 0,20
Cortinas azules	0,10 - 0,20
Cortinas de color gris plata	0,15 - 0,25
Cortinas de color marrón oscuro	0,10 - 0,20
Terciopelo negro	0,005 - 0,01
"Reflectal"	0,95 - 0,98
Plata pulida	0,88 - 0,93
Esmalte blanco	0,65 - 0,75
Níquel pulido	0,53 - 0,63
Níquel mate	0,48 - 0,52
Aluminio pulido	0,65 - 0,75
Aluminio mate	0,55 - 0,60
Aluminio "Alzac"	0,80 - 0,85
Cobre	0,48 - 0,50
Cromo pulido	0,60 - 0,70
Cromo mate	0,52 - 0,55
Hojalata	0,68 - 0,70

SUPERFICIES CON REFLEXION DIFUSA

Color	Claro	Medio	Oscuro
Amarillo	0,70	0,50	0,30
Beige	0,65	0,45	0,25
Marrón	0,50	0,25	0,08
Rojo	0,35	0,20	0,10
Verde	0,60	0,30	0,12
Azul	0,50	0,20	0,05
Gris	0,60	0,35	0,60
Blanco	0,80	0,70	—
Negro	—	0,04	—

FACTOR DE TRANSMISION DE ALGUNOS MATERIALES

Cristal claro	0,90 - 0,93
Cristal mate	0,55 - 0,65
Cristal de prisma	0,65 - 0,75
Cristal opalino	0,59 - 0,84
Vidrio lechoso	0,10 - 0,38
Cristal con capa opalina	0,35 - 0,65
Seda blanca	0,60 - 0,70
Seda de color	0,15 - 0,55
Pantalla de seda con forro blanco	0,05 - 0,35
Papel apergaminado	0,40 - 0,45

TABLA N:5-1

LAMPARAS INCANDESCENTES	FACTOR DE UTILIZACION, NUEVA CONDICION												FACTOR DE UTILIZACION CON LIMPIEZA CADA			
	TIPO DE ARMADURA	V %	K	0,7			0,5			0,3			t <sub>h</sub>	t <sub>h</sub>	d <sub>c</sub>	
				0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	0,3	0,1					
DIRECTO			1	0,27	0,21	0,17	0,26	0,21	0,17	0,26	0,21	0,17	0,27	0,21	0,17	2
			2	0,30	0,23	0,19	0,28	0,22	0,18	0,28	0,22	0,18	0,28	0,22	0,18	2
			3	0,33	0,25	0,21	0,31	0,24	0,20	0,31	0,24	0,20	0,31	0,24	0,20	2
			4	0,36	0,27	0,23	0,34	0,26	0,22	0,34	0,26	0,22	0,34	0,26	0,22	2
			5	0,40	0,30	0,25	0,38	0,29	0,24	0,38	0,29	0,24	0,38	0,29	0,24	2
			6	0,45	0,34	0,28	0,43	0,33	0,27	0,43	0,33	0,27	0,43	0,33	0,27	2
			7	0,50	0,38	0,31	0,48	0,36	0,29	0,48	0,36	0,29	0,48	0,36	0,29	2
			8	0,54	0,41	0,34	0,51	0,39	0,31	0,51	0,39	0,31	0,51	0,39	0,31	2
			9	0,58	0,44	0,36	0,54	0,42	0,34	0,54	0,42	0,34	0,54	0,42	0,34	2
			10	0,61	0,47	0,38	0,57	0,45	0,36	0,57	0,45	0,36	0,57	0,45	0,36	2
				0,65	0,50	0,40	0,60	0,45	0,35	0,60	0,45	0,35	2			
				0,70	0,53	0,42	0,65	0,48	0,37	0,65	0,48	0,37	2			
				0,75	0,56	0,44	0,68	0,51	0,40	0,68	0,51	0,40	2			
				0,80	0,59	0,46	0,71	0,54	0,42	0,71	0,54	0,42	2			
				0,85	0,62	0,49	0,74	0,57	0,45	0,74	0,57	0,45	2			
				0,90	0,65	0,52	0,77	0,60	0,48	0,77	0,60	0,48	2			
				0,95	0,68	0,55	0,80	0,63	0,51	0,80	0,63	0,51	2			
				1,00	0,71	0,58	0,83	0,66	0,54	0,83	0,66	0,54	2			

FACTOR DE UTILIZACION, NUEVA CONDICION



Tabla No. 3

LAMPARAS INCANDESCENTES		FACTOR DE UTILIZACION, NUEVA EQUIPAMIENTO												FACTOR DE DEPRECIACION CON LIMPIEZA CADA		
TIPO DE ARMADURA	V %	K	0,7			0,5			0,3			d <sub>A</sub>	d <sub>B</sub>	d <sub>C</sub>		
			0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1					
DIRECTO - INDIRECTO		1	0,37	0,24	0,17	0,27	0,19	0,15	0,21	0,16	0,13					
		1,2	0,24	0,20	0,24	0,27	0,22	0,19	0,23	0,19	0,17					
		1,5	0,37	0,31	0,27	0,32	0,27	0,24	0,29	0,24	0,21					
		2	0,44	0,39	0,35	0,39	0,34	0,31	0,35	0,30	0,27					
		2,5	0,44	0,44	0,40	0,43	0,38	0,36	0,41	0,36	0,33					
		3	0,53	0,46	0,44	0,47	0,43	0,39	0,46	0,40	0,37					
		4	0,56	0,54	0,50	0,51	0,48	0,45	0,51	0,46	0,42					
		5	0,59	0,57	0,55	0,57	0,54	0,51	0,57	0,52	0,48					
		6	0,64	0,61	0,59	0,61	0,58	0,55	0,61	0,56	0,52					
		10	0,69	0,67	0,66	0,67	0,64	0,61	0,67	0,62	0,58					

FIG. 24-25-26-27

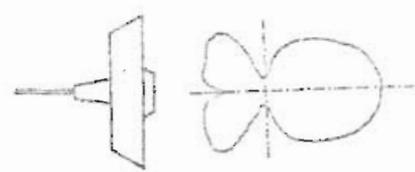


Tabla 1.1.1.1.1.1.1

LAMPARAS INCANDESCENTES	FACTOR DE UTILIZACION, NUEVA CONEXION										FACTORES DE DEPRECIACION CON LINEA CADA						
	TIPO DE ARMADURA	V %	F	0,7			0,5			0,3			d <sub>A</sub>	d <sub>B</sub>	d <sub>C</sub>		
				0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,5					
DIFUSORES			1	0,20	0,15	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02			
			1,2	0,14	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01			
			1,5	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01			
			2	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01			
			3,3	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
			5	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
			8	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
			10	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
			15	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
			20	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			

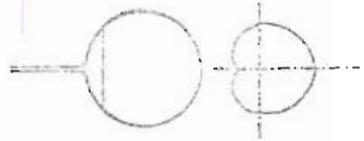


TABLA 11:G-5

LAMPARAS INCANDESCENTES		FACTOR DE UTILIZACION, NUEVA CONDICION												E. CYCLO DE DEPRECIACION CON EFICIENCIA CADA			
TIPO DE ARMADURA	V %	R	0,7			0,5			0,3			1-230	2-ARMAS 3-ANOS	d <sub>c</sub>	d <sub>b</sub>	d <sub>c</sub>	
			0,8	0,5	0,1	0,8	0,5	0,1	0,8	0,5	0,1	0,8	0,5				0,1
SEMI-INDIENCTO		1	0,24	0,19	0,15	0,10	0,15	0,12	0,13	0,11	0,09						
		1,2	0,26	0,22	0,19	0,21	0,18	0,15	0,16	0,17	0,11						
		1,5	0,33	0,28	0,24	0,25	0,22	0,19	0,19	0,16	0,14						
		2	0,39	0,34	0,31	0,31	0,27	0,25	0,22	0,20	0,18						
		2,5	0,44	0,39	0,36	0,34	0,31	0,28	0,25	0,23	0,21						
		3	0,47	0,43	0,42	0,37	0,34	0,31	0,27	0,25	0,23						
		4	0,50	0,45	0,42	0,40	0,37	0,34	0,30	0,28	0,27						
		5	0,54	0,51	0,48	0,43	0,41	0,39	0,35	0,34	0,32						
		6	0,56	0,54	0,51	0,45	0,43	0,41	0,38	0,36	0,34						
		8	0,59	0,57	0,53	0,47	0,45	0,44	0,41	0,39	0,37						
	10	0,61	0,59	0,55	0,49	0,47	0,46	0,43	0,41	0,39							

VALORES EN EL CUADRO 11:G-1

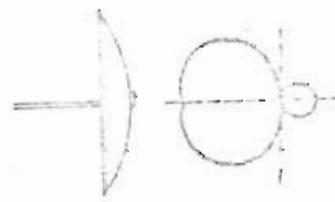


TABLA No. 6

LAMPARAS INCANDESCENTES	V %	K	FACTOR DE UTILIZACION, MUEVA O HOURS												FACTOR DE DEPRECIACION CADA LAMPARA CADA		
			0,7				0,8				0,9				1-AGE	1-REPAIR	
			0,3	0,5	0,7	0,9	0,3	0,5	0,7	0,9	0,3	0,5	0,7	0,9	d <sub>A</sub>	d <sub>B</sub>	d <sub>C</sub>
INDIRECTO ZAMBURAS	1	1	0,19	0,15	0,12	0,13	0,11	0,07	0,08	0,10	0,09	0,07	0,06	0,08	0,1	0,1	
			0,23	0,19	0,16	0,15	0,13	0,11	0,11	0,13	0,12	0,10	0,09	0,11	0,11	0,11	
			0,27	0,23	0,20	0,19	0,16	0,14	0,14	0,15	0,14	0,12	0,11	0,13	0,12	0,12	
			0,30	0,27	0,25	0,22	0,20	0,18	0,18	0,19	0,18	0,16	0,15	0,17	0,16	0,16	
			0,35	0,32	0,29	0,25	0,24	0,21	0,21	0,22	0,21	0,19	0,18	0,20	0,19	0,19	
			0,38	0,35	0,32	0,27	0,26	0,23	0,23	0,24	0,23	0,21	0,20	0,22	0,21	0,21	
			0,40	0,37	0,34	0,29	0,28	0,25	0,25	0,26	0,25	0,23	0,22	0,24	0,23	0,23	
			0,45	0,42	0,39	0,34	0,33	0,30	0,30	0,31	0,30	0,28	0,27	0,29	0,28	0,28	
			0,50	0,47	0,44	0,39	0,38	0,35	0,35	0,36	0,35	0,33	0,32	0,34	0,33	0,33	
			0,55	0,52	0,49	0,44	0,43	0,40	0,40	0,41	0,40	0,38	0,37	0,39	0,38	0,38	
DIRECTO	1	1	0,19	0,15	0,12	0,13	0,11	0,07	0,08	0,10	0,09	0,07	0,06	0,08	0,1	0,1	
			0,23	0,19	0,16	0,15	0,13	0,11	0,11	0,13	0,12	0,10	0,09	0,11	0,11	0,11	
			0,27	0,23	0,20	0,19	0,16	0,14	0,14	0,15	0,14	0,12	0,11	0,13	0,12	0,12	
			0,30	0,27	0,25	0,22	0,20	0,18	0,18	0,19	0,18	0,16	0,15	0,17	0,16	0,16	
			0,35	0,32	0,29	0,25	0,24	0,21	0,21	0,22	0,21	0,19	0,18	0,20	0,19	0,19	
			0,38	0,35	0,32	0,27	0,26	0,23	0,23	0,24	0,23	0,21	0,20	0,22	0,21	0,21	
			0,40	0,37	0,34	0,29	0,28	0,25	0,25	0,26	0,25	0,23	0,22	0,24	0,23	0,23	
			0,45	0,42	0,39	0,34	0,33	0,30	0,30	0,31	0,30	0,28	0,27	0,29	0,28	0,28	
			0,50	0,47	0,44	0,39	0,38	0,35	0,35	0,36	0,35	0,33	0,32	0,34	0,33	0,33	
			0,55	0,52	0,49	0,44	0,43	0,40	0,40	0,41	0,40	0,38	0,37	0,39	0,38	0,38	



Tabla No. 7

LAMPARAS INCANDESCENTES	FACTORES DE UTILIZACION, PRIMA 2000 HRS.										EVIDENCIA DE TRANSICION		
	V %	K	0,7		0,8		0,9		0,9		1/2 AÑO	1-AÑO	
			0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7			
Incandescentes con lámparas incandescentes	1,2	1,2	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,00
	1,2	1,2	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25
	1,2	1,2	0,20	0,17	0,14	0,11	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01
	1,2	1,2	0,25	0,14	0,11	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
	1,2	1,2	0,30	0,14	0,11	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
	1,2	1,2	0,35	0,14	0,11	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
	1,2	1,2	0,40	0,14	0,11	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
	1,2	1,2	0,45	0,14	0,11	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
	1,2	1,2	0,50	0,14	0,11	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
	1,2	1,2	0,55	0,14	0,11	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01









LARGARAS	TIPO	CANTIDAD	UNIDAD
TIPO DE CONCRETO		1	m <sup>3</sup>
DIRECTO		1	m <sup>3</sup>
Acabado de		1	m <sup>2</sup>
arteza con		1	m <sup>2</sup>
Módulo: CI		1	m <sup>2</sup>
verales		1	m <sup>2</sup>

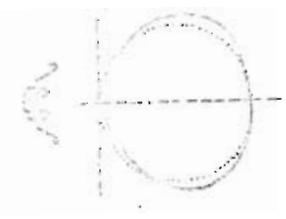
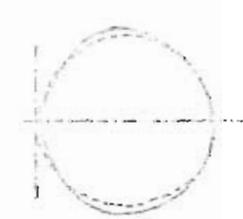


TABLA N: 6-12

LAMPARAS FLUORESCENTES		FACTORES DE UTILIZACION, MUYOS, GOMBOS										FACTORES DE CORRECCION		
TIPO DE ARMADURA	K	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	A	B	C
DIRECTO Armadura de artesa con "T.M."	1	0,22	0,27	0,31	0,34	0,37	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,56	0,59	0,62
	1,2	0,24	0,29	0,33	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,63
	1,4	0,25	0,30	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64
	2	0,26	0,31	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,56	0,59	0,62	0,65
	2,5	0,27	0,32	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,63	0,66
Indirecto	1	0,23	0,28	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,56	0,59	0,62
	1,2	0,25	0,30	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64
	1,4	0,26	0,31	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,56	0,59	0,62	0,65
	2	0,27	0,32	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,63	0,66
	2,5	0,28	0,33	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,67

Indirecto



ANEXO 13

FACTORES DE UTILIZACIÓN, RENDIMIENTO Y COSTOS

Nº DE CÉLULAS	Rendimiento (%)	Factor de Utilización (%)	Costos (COP/m²)			Rendimiento (kg/m²)	Factor de Limpieza (%)	Cálculo
			Operación	Mantenimiento	Reparación			
1	0,24	0,21	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	
2	0,29	0,25	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	
3	0,34	0,30	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	
4	0,40	0,37	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	
5	0,43	0,40	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	
6	0,45	0,42	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	
7	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	
8	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	
9	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	
10	0,52	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	
11	0,54	0,53	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	
12	0,55	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	

TIPO DE CÉLULA



DIRECCION  
con celofan

Fig. 13



1  
1  
1

TABLA N: E-14

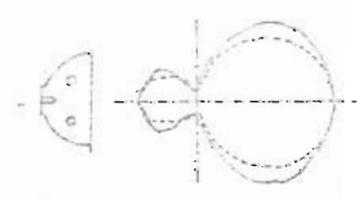
LAMPARAS FLUORESCENTES	TIPO DE ARMADURA	V m	R	FACTOR DE UTILIZACION, E												
				0,5'			0,6'			0,7'			0,8'			
				0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	
DIRECTO	1	0,21	0,19	0,16	0,23	0,17	0,16	0,20	0,19	0,14	0,21	0,19	0,14	0,14	0,14	0,14
con pantalla de	1,2	0,26	0,23	0,20	0,27	0,23	0,20	0,27	0,25	0,21	0,27	0,25	0,21	0,21	0,21	0,21
acristalato	1,3	0,33	0,32	0,3	0,32	0,3	0,28	0,3	0,28	0,25	0,3	0,28	0,25	0,25	0,25	0,25
	2	0,40	0,37	0,33	0,39	0,35	0,32	0,39	0,37	0,33	0,39	0,37	0,33	0,33	0,33	0,33
	5,7	0,47	0,45	0,41	0,47	0,43	0,40	0,47	0,45	0,41	0,47	0,45	0,41	0,41	0,41	0,41
	7	0,51	0,49	0,45	0,51	0,47	0,44	0,51	0,49	0,45	0,51	0,49	0,45	0,45	0,45	0,45
		0,53	0,51	0,47	0,53	0,49	0,46	0,53	0,51	0,47	0,53	0,51	0,47	0,47	0,47	0,47
		0,55	0,53	0,49	0,55	0,51	0,48	0,55	0,53	0,49	0,55	0,53	0,49	0,49	0,49	0,49
		0,57	0,55	0,51	0,57	0,53	0,50	0,57	0,55	0,51	0,57	0,55	0,51	0,51	0,51	0,51
		0,59	0,57	0,53	0,59	0,55	0,52	0,59	0,57	0,53	0,59	0,57	0,53	0,53	0,53	0,53
		0,61	0,59	0,55	0,61	0,57	0,54	0,61	0,59	0,55	0,61	0,59	0,55	0,55	0,55	0,55
		0,63	0,61	0,57	0,63	0,59	0,56	0,63	0,61	0,57	0,63	0,61	0,57	0,57	0,57	0,57
		0,65	0,63	0,59	0,65	0,61	0,58	0,65	0,63	0,59	0,65	0,63	0,59	0,59	0,59	0,59
		0,67	0,65	0,61	0,67	0,63	0,60	0,67	0,65	0,61	0,67	0,65	0,61	0,61	0,61	0,61
		0,69	0,67	0,63	0,69	0,65	0,62	0,69	0,67	0,63	0,69	0,67	0,63	0,63	0,63	0,63
		0,71	0,69	0,65	0,71	0,67	0,64	0,71	0,69	0,65	0,71	0,69	0,65	0,65	0,65	0,65
		0,73	0,71	0,67	0,73	0,69	0,66	0,73	0,71	0,67	0,73	0,71	0,67	0,67	0,67	0,67
		0,75	0,73	0,69	0,75	0,71	0,68	0,75	0,73	0,69	0,75	0,73	0,69	0,69	0,69	0,69
		0,77	0,75	0,71	0,77	0,73	0,70	0,77	0,75	0,71	0,77	0,75	0,71	0,71	0,71	0,71
		0,79	0,77	0,73	0,79	0,75	0,72	0,79	0,77	0,73	0,79	0,77	0,73	0,73	0,73	0,73
		0,81	0,79	0,75	0,81	0,77	0,74	0,81	0,79	0,75	0,81	0,79	0,75	0,75	0,75	0,75
		0,83	0,81	0,77	0,83	0,79	0,76	0,83	0,81	0,77	0,83	0,81	0,77	0,77	0,77	0,77
		0,85	0,83	0,79	0,85	0,81	0,78	0,85	0,83	0,79	0,85	0,83	0,79	0,79	0,79	0,79
		0,87	0,85	0,81	0,87	0,83	0,80	0,87	0,85	0,81	0,87	0,85	0,81	0,81	0,81	0,81
		0,89	0,87	0,83	0,89	0,85	0,82	0,89	0,87	0,83	0,89	0,87	0,83	0,83	0,83	0,83
		0,91	0,89	0,85	0,91	0,87	0,84	0,91	0,89	0,85	0,91	0,89	0,85	0,85	0,85	0,85
		0,93	0,91	0,87	0,93	0,89	0,86	0,93	0,91	0,87	0,93	0,91	0,87	0,87	0,87	0,87
		0,95	0,93	0,89	0,95	0,91	0,88	0,95	0,93	0,89	0,95	0,93	0,89	0,89	0,89	0,89
		0,97	0,95	0,91	0,97	0,93	0,90	0,97	0,95	0,91	0,97	0,95	0,91	0,91	0,91	0,91
		0,99	0,97	0,93	0,99	0,95	0,92	0,99	0,97	0,93	0,99	0,97	0,93	0,93	0,93	0,93
		1,01	0,99	0,95	1,01	0,97	0,94	1,01	0,99	0,95	1,01	0,99	0,95	0,95	0,95	0,95
		1,03	1,01	0,97	1,03	0,99	0,96	1,03	1,01	0,97	1,03	1,01	0,97	0,97	0,97	0,97
		1,05	1,03	0,99	1,05	1,01	0,98	1,05	1,03	0,99	1,05	1,03	0,99	0,99	0,99	0,99
		1,07	1,05	1,01	1,07	1,03	1,00	1,07	1,05	1,01	1,07	1,05	1,01	1,01	1,01	1,01
		1,09	1,07	1,03	1,09	1,05	1,02	1,09	1,07	1,03	1,09	1,07	1,03	1,03	1,03	1,03
		1,11	1,09	1,05	1,11	1,07	1,04	1,11	1,09	1,05	1,11	1,09	1,05	1,05	1,05	1,05
		1,13	1,11	1,07	1,13	1,09	1,06	1,13	1,11	1,07	1,13	1,11	1,07	1,07	1,07	1,07
		1,15	1,13	1,09	1,15	1,11	1,08	1,15	1,13	1,09	1,15	1,13	1,09	1,09	1,09	1,09
		1,17	1,15	1,11	1,17	1,13	1,10	1,17	1,15	1,11	1,17	1,15	1,11	1,11	1,11	1,11
		1,19	1,17	1,13	1,19	1,15	1,12	1,19	1,17	1,13	1,19	1,17	1,13	1,13	1,13	1,13
		1,21	1,19	1,15	1,21	1,17	1,14	1,21	1,19	1,15	1,21	1,19	1,15	1,15	1,15	1,15
		1,23	1,21	1,17	1,23	1,19	1,16	1,23	1,21	1,17	1,23	1,21	1,17	1,17	1,17	1,17
		1,25	1,23	1,19	1,25	1,21	1,18	1,25	1,23	1,19	1,25	1,23	1,19	1,19	1,19	1,19
		1,27	1,25	1,21	1,27	1,23	1,20	1,27	1,25	1,21	1,27	1,25	1,21	1,21	1,21	1,21
		1,29	1,27	1,23	1,29	1,25	1,22	1,29	1,27	1,23	1,29	1,27	1,23	1,23	1,23	1,23
		1,31	1,29	1,25	1,31	1,27	1,24	1,31	1,29	1,25	1,31	1,29	1,25	1,25	1,25	1,25
		1,33	1,31	1,27	1,33	1,29	1,26	1,33	1,31	1,27	1,33	1,31	1,27	1,27	1,27	1,27
		1,35	1,33	1,29	1,35	1,31	1,28	1,35	1,33	1,29	1,35	1,33	1,29	1,29	1,29	1,29
		1,37	1,35	1,31	1,37	1,33	1,30	1,37	1,35	1,31	1,37	1,35	1,31	1,31	1,31	1,31
		1,39	1,37	1,33	1,39	1,35	1,32	1,39	1,37	1,33	1,39	1,37	1,33	1,33	1,33	1,33
		1,41	1,39	1,35	1,41	1,37	1,34	1,41	1,39	1,35	1,41	1,39	1,35	1,35	1,35	1,35
		1,43	1,41	1,37	1,43	1,39	1,36	1,43	1,41	1,37	1,43	1,41	1,37	1,37	1,37	1,37
		1,45	1,43	1,39	1,45	1,41	1,38	1,45	1,43	1,39	1,45	1,43	1,39	1,39	1,39	1,39
		1,47	1,45	1,41	1,47	1,43	1,40	1,47	1,45	1,41	1,47	1,45	1,41	1,41	1,41	1,41
		1,49	1,47	1,43	1,49	1,45	1,42	1,49	1,47	1,43	1,49	1,47	1,43	1,43	1,43	1,43
		1,51	1,49	1,45	1,51	1,47	1,44	1,51	1,49	1,45	1,51	1,49	1,45	1,45	1,45	1,45
		1,53	1,51	1,47	1,53	1,49	1,46	1,53	1,51	1,47	1,53	1,51	1,47	1,47	1,47	1,47
		1,55	1,53	1,49	1,55	1,51	1,48	1,55	1,53	1,49	1,55	1,53	1,49	1,49	1,49	1,49
		1,57	1,55	1,51	1,57	1,53	1,50	1,57	1,55	1,51	1,57	1,55	1,51	1,51	1,51	1,51
		1,59	1,57	1,53	1,59	1,55	1,52	1,59	1,57	1,53	1,59	1,57	1,53	1,53	1,53	1,53
		1,61	1,59	1,55	1,61	1,57	1,54	1,61	1,59	1,55	1,61	1,59	1,55	1,55	1,55	1,55
		1,63	1,61	1,57	1,63	1,59	1,56	1,63	1,61	1,57	1,63	1,61	1,57	1,57	1,57	1,57
		1,65	1,63	1,59	1,65	1,61	1,58	1,65	1,63	1,59	1,65	1,63	1,59	1,59	1,59	1,59
		1,67	1,65	1,61	1,67	1,63	1,60	1,67	1,65	1,61	1,67	1,65	1,61	1,61	1,61	1,61
		1,69	1,67	1,63	1,69	1,65	1,62	1,69	1,67	1,63	1,69	1,67	1,63	1,63	1,63	1,63
		1,71	1,69	1,65	1,71	1,67	1,64	1,71	1,69	1,65	1,71	1,69	1,65	1,65	1,65	1,65
		1,73	1,71	1,67	1,73	1,69	1,66	1,73	1,71	1,67	1,73	1,71	1,67	1,67	1,67	1,67
		1,75	1,73	1,69	1,75	1,71	1,68	1,75	1,73	1,69	1,75	1,73	1,69	1,69	1,69	1,69
		1,77	1,75	1,71	1,77	1,73	1,70	1,77	1,75	1,71	1,77	1,75	1,71	1,71	1,71	1,71
		1,79	1,77	1,73	1,79	1,75	1,72	1,79	1,77	1,73	1,79	1,77	1,73	1,73	1,73	1,73
		1,81	1,79	1,75	1,81	1,77	1,74	1,81	1,79	1,75	1,81	1,79	1,75	1,75	1,75	1,75
		1,83	1,81	1,77	1,83	1,79	1,76	1,83	1,81	1,77	1,83	1,81	1,77	1,77	1,77	1,77</

TABLA N: 6-15



LAMPARAS FLUORESCENTES	FACTORES DE CORRECCION, K <sub>t</sub>			
	$\theta$	$\theta$	$\theta$	$\theta$
1	0,28	0,41	0,55	0,70
1,2	0,33	0,47	0,60	0,75
1,3	0,35	0,50	0,63	0,78
2	0,47	0,67	0,83	1,00
3,5	0,53	0,77	0,93	1,10
3	0,58	0,83	1,00	1,20
4	0,61	0,87	1,05	1,25
5	0,65	0,91	1,10	1,30
6	0,67	0,93	1,12	1,35
7	0,70	0,97	1,15	1,40
7,5	0,71	0,98	1,17	1,45

SEMIDIRECTO  
 Armadura de  
 alcaza con  
 hendidura



0,28 0,41 0,55 0,70  
 0,33 0,47 0,60 0,75  
 0,35 0,50 0,63 0,78  
 0,47 0,67 0,83 1,00  
 0,53 0,77 0,93 1,10  
 0,58 0,83 1,00 1,20  
 0,61 0,87 1,05 1,25  
 0,65 0,91 1,10 1,30  
 0,67 0,93 1,12 1,35  
 0,70 0,97 1,15 1,40  
 0,71 0,98 1,17 1,45

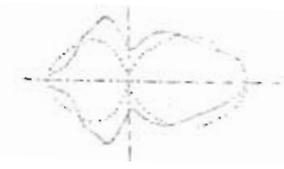


TABLE 17

TEMPERATURE, °C	REFRACTIVE INDEX		D <sub>4</sub> <sup>20</sup>	D <sub>4</sub> <sup>25</sup>	D <sub>4</sub> <sup>30</sup>	D <sub>4</sub> <sup>35</sup>	D <sub>4</sub> <sup>40</sup>	D <sub>4</sub> <sup>45</sup>	D <sub>4</sub> <sup>50</sup>	D <sub>4</sub> <sup>55</sup>	D <sub>4</sub> <sup>60</sup>	D <sub>4</sub> <sup>65</sup>	D <sub>4</sub> <sup>70</sup>	D <sub>4</sub> <sup>75</sup>	D <sub>4</sub> <sup>80</sup>	D <sub>4</sub> <sup>85</sup>	D <sub>4</sub> <sup>90</sup>	D <sub>4</sub> <sup>95</sup>	D <sub>4</sub> <sup>100</sup>	D <sub>4</sub> <sup>105</sup>	D <sub>4</sub> <sup>110</sup>	D <sub>4</sub> <sup>115</sup>	D <sub>4</sub> <sup>120</sup>	D <sub>4</sub> <sup>125</sup>	D <sub>4</sub> <sup>130</sup>	D <sub>4</sub> <sup>135</sup>	D <sub>4</sub> <sup>140</sup>	D <sub>4</sub> <sup>145</sup>	D <sub>4</sub> <sup>150</sup>	D <sub>4</sub> <sup>155</sup>	D <sub>4</sub> <sup>160</sup>	D <sub>4</sub> <sup>165</sup>	D <sub>4</sub> <sup>170</sup>	D <sub>4</sub> <sup>175</sup>	D <sub>4</sub> <sup>180</sup>	D <sub>4</sub> <sup>185</sup>	D <sub>4</sub> <sup>190</sup>	D <sub>4</sub> <sup>195</sup>	D <sub>4</sub> <sup>200</sup>	D <sub>4</sub> <sup>205</sup>	D <sub>4</sub> <sup>210</sup>	D <sub>4</sub> <sup>215</sup>	D <sub>4</sub> <sup>220</sup>	D <sub>4</sub> <sup>225</sup>	D <sub>4</sub> <sup>230</sup>	D <sub>4</sub> <sup>235</sup>	D <sub>4</sub> <sup>240</sup>	D <sub>4</sub> <sup>245</sup>	D <sub>4</sub> <sup>250</sup>	D <sub>4</sub> <sup>255</sup>	D <sub>4</sub> <sup>260</sup>	D <sub>4</sub> <sup>265</sup>	D <sub>4</sub> <sup>270</sup>	D <sub>4</sub> <sup>275</sup>	D <sub>4</sub> <sup>280</sup>	D <sub>4</sub> <sup>285</sup>	D <sub>4</sub> <sup>290</sup>	D <sub>4</sub> <sup>295</sup>	D <sub>4</sub> <sup>300</sup>	D <sub>4</sub> <sup>305</sup>	D <sub>4</sub> <sup>310</sup>	D <sub>4</sub> <sup>315</sup>	D <sub>4</sub> <sup>320</sup>	D <sub>4</sub> <sup>325</sup>	D <sub>4</sub> <sup>330</sup>	D <sub>4</sub> <sup>335</sup>	D <sub>4</sub> <sup>340</sup>	D <sub>4</sub> <sup>345</sup>	D <sub>4</sub> <sup>350</sup>	D <sub>4</sub> <sup>355</sup>	D <sub>4</sub> <sup>360</sup>	D <sub>4</sub> <sup>365</sup>	D <sub>4</sub> <sup>370</sup>	D <sub>4</sub> <sup>375</sup>	D <sub>4</sub> <sup>380</sup>	D <sub>4</sub> <sup>385</sup>	D <sub>4</sub> <sup>390</sup>	D <sub>4</sub> <sup>395</sup>	D <sub>4</sub> <sup>400</sup>	D <sub>4</sub> <sup>405</sup>	D <sub>4</sub> <sup>410</sup>	D <sub>4</sub> <sup>415</sup>	D <sub>4</sub> <sup>420</sup>	D <sub>4</sub> <sup>425</sup>	D <sub>4</sub> <sup>430</sup>	D <sub>4</sub> <sup>435</sup>	D <sub>4</sub> <sup>440</sup>	D <sub>4</sub> <sup>445</sup>	D <sub>4</sub> <sup>450</sup>	D <sub>4</sub> <sup>455</sup>	D <sub>4</sub> <sup>460</sup>	D <sub>4</sub> <sup>465</sup>	D <sub>4</sub> <sup>470</sup>	D <sub>4</sub> <sup>475</sup>	D <sub>4</sub> <sup>480</sup>	D <sub>4</sub> <sup>485</sup>	D <sub>4</sub> <sup>490</sup>	D <sub>4</sub> <sup>495</sup>	D <sub>4</sub> <sup>500</sup>	D <sub>4</sub> <sup>505</sup>	D <sub>4</sub> <sup>510</sup>	D <sub>4</sub> <sup>515</sup>	D <sub>4</sub> <sup>520</sup>	D <sub>4</sub> <sup>525</sup>	D <sub>4</sub> <sup>530</sup>	D <sub>4</sub> <sup>535</sup>	D <sub>4</sub> <sup>540</sup>	D <sub>4</sub> <sup>545</sup>	D <sub>4</sub> <sup>550</sup>	D <sub>4</sub> <sup>555</sup>	D <sub>4</sub> <sup>560</sup>	D <sub>4</sub> <sup>565</sup>	D <sub>4</sub> <sup>570</sup>	D <sub>4</sub> <sup>575</sup>	D <sub>4</sub> <sup>580</sup>	D <sub>4</sub> <sup>585</sup>	D <sub>4</sub> <sup>590</sup>	D <sub>4</sub> <sup>595</sup>	D <sub>4</sub> <sup>600</sup>	D <sub>4</sub> <sup>605</sup>	D <sub>4</sub> <sup>610</sup>	D <sub>4</sub> <sup>615</sup>	D <sub>4</sub> <sup>620</sup>	D <sub>4</sub> <sup>625</sup>	D <sub>4</sub> <sup>630</sup>	D <sub>4</sub> <sup>635</sup>	D <sub>4</sub> <sup>640</sup>	D <sub>4</sub> <sup>645</sup>	D <sub>4</sub> <sup>650</sup>	D <sub>4</sub> <sup>655</sup>	D <sub>4</sub> <sup>660</sup>	D <sub>4</sub> <sup>665</sup>	D <sub>4</sub> <sup>670</sup>	D <sub>4</sub> <sup>675</sup>	D <sub>4</sub> <sup>680</sup>	D <sub>4</sub> <sup>685</sup>	D <sub>4</sub> <sup>690</sup>	D <sub>4</sub> <sup>695</sup>	D <sub>4</sub> <sup>700</sup>	D <sub>4</sub> <sup>705</sup>	D <sub>4</sub> <sup>710</sup>	D <sub>4</sub> <sup>715</sup>	D <sub>4</sub> <sup>720</sup>	D <sub>4</sub> <sup>725</sup>	D <sub>4</sub> <sup>730</sup>	D <sub>4</sub> <sup>735</sup>	D <sub>4</sub> <sup>740</sup>	D <sub>4</sub> <sup>745</sup>	D <sub>4</sub> <sup>750</sup>	D <sub>4</sub> <sup>755</sup>	D <sub>4</sub> <sup>760</sup>	D <sub>4</sub> <sup>765</sup>	D <sub>4</sub> <sup>770</sup>	D <sub>4</sub> <sup>775</sup>	D <sub>4</sub> <sup>780</sup>	D <sub>4</sub> <sup>785</sup>	D <sub>4</sub> <sup>790</sup>	D <sub>4</sub> <sup>795</sup>	D <sub>4</sub> <sup>800</sup>	D <sub>4</sub> <sup>805</sup>	D <sub>4</sub> <sup>810</sup>	D <sub>4</sub> <sup>815</sup>	D <sub>4</sub> <sup>820</sup>	D <sub>4</sub> <sup>825</sup>	D <sub>4</sub> <sup>830</sup>	D <sub>4</sub> <sup>835</sup>	D <sub>4</sub> <sup>840</sup>	D <sub>4</sub> <sup>845</sup>	D <sub>4</sub> <sup>850</sup>	D <sub>4</sub> <sup>855</sup>	D <sub>4</sub> <sup>860</sup>	D <sub>4</sub> <sup>865</sup>	D <sub>4</sub> <sup>870</sup>	D <sub>4</sub> <sup>875</sup>	D <sub>4</sub> <sup>880</sup>	D <sub>4</sub> <sup>885</sup>	D <sub>4</sub> <sup>890</sup>	D <sub>4</sub> <sup>895</sup>	D <sub>4</sub> <sup>900</sup>	D <sub>4</sub> <sup>905</sup>	D <sub>4</sub> <sup>910</sup>	D <sub>4</sub> <sup>915</sup>	D <sub>4</sub> <sup>920</sup>	D <sub>4</sub> <sup>925</sup>	D <sub>4</sub> <sup>930</sup>	D <sub>4</sub> <sup>935</sup>	D <sub>4</sub> <sup>940</sup>	D <sub>4</sub> <sup>945</sup>	D <sub>4</sub> <sup>950</sup>	D <sub>4</sub> <sup>955</sup>	D <sub>4</sub> <sup>960</sup>	D <sub>4</sub> <sup>965</sup>	D <sub>4</sub> <sup>970</sup>	D <sub>4</sub> <sup>975</sup>	D <sub>4</sub> <sup>980</sup>	D <sub>4</sub> <sup>985</sup>	D <sub>4</sub> <sup>990</sup>	D <sub>4</sub> <sup>995</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1000</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1005</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1010</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1015</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1020</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1025</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1030</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1035</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1040</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1045</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1050</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1055</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1060</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1065</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1070</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1075</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1080</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1085</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1090</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1095</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1100</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1105</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1110</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1115</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1120</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1125</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1130</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1135</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1140</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1145</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1150</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1155</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1160</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1165</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1170</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1175</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1180</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1185</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1190</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1195</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1200</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1205</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1210</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1215</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1220</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1225</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1230</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1235</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1240</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1245</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1250</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1255</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1260</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1265</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1270</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1275</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1280</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1285</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1290</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1295</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1300</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1305</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1310</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1315</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1320</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1325</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1330</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1335</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1340</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1345</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1350</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1355</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1360</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1365</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1370</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1375</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1380</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1385</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1390</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1395</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1400</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1405</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1410</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1415</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1420</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1425</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1430</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1435</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1440</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1445</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1450</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1455</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1460</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1465</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1470</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1475</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1480</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1485</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1490</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1495</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1500</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1505</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1510</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1515</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1520</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1525</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1530</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1535</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1540</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1545</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1550</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1555</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1560</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1565</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1570</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1575</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1580</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1585</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1590</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1595</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1600</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1605</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1610</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1615</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1620</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1625</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1630</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1635</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1640</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1645</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1650</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1655</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1660</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1665</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1670</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1675</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1680</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1685</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1690</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1695</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1700</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1705</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1710</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1715</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1720</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1725</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1730</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1735</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1740</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1745</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1750</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1755</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1760</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1765</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1770</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1775</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1780</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1785</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1790</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1795</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1800</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1805</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1810</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1815</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1820</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1825</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1830</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1835</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1840</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1845</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1850</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1855</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1860</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1865</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1870</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1875</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1880</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1885</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1890</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1895</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1900</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1905</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1910</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1915</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1920</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1925</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1930</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1935</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1940</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1945</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1950</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1955</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1960</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1965</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1970</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1975</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1980</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1985</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1990</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1995</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2000</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2005</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2010</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2015</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2020</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2025</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2030</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2035</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2040</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2045</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2050</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2055</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2060</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2065</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2070</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2075</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2080</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2085</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2090</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2095</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2100</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2105</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2110</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2115</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2120</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2125</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2130</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2135</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2140</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2145</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2150</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2155</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2160</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2165</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2170</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2175</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2180</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2185</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2190</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2195</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2200</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2205</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2210</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2215</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2220</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2225</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2230</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2235</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2240</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2245</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2250</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2255</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2260</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2265</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2270</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2275</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2280</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2285</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2290</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2295</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2300</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2305</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2310</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2315</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2320</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2325</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2330</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2335</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2340</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2345</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2350</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2355</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2360</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2365</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2370</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2375</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2380</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2385</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2390</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2395</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2400</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2405</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2410</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2415</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2420</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2425</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2430</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2435</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2440</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2445</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2450</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2455</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2460</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2465</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2470</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2475</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2480</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2485</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2490</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2495</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2500</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2505</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2510</sup>	D <sub>4&lt;/</sub>
-----------------	------------------	--	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	---------------------

TABLA III.6-18

LANTARAS	FILAMENTO	FACTORES DE CORRECCION									
		$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	$\theta_4$	$\theta_5$	$\theta_6$	$\theta_7$	$\theta_8$	$\theta_9$	$\theta_{10}$
TIPO DE ARREGLO	DIRECTO - INDIRECTO con color fr	1	0,23	0,27	0,17	0,22	0,18	0,15	0,12	0,15	0,13
		1,2	0,30	0,21	0,21	0,26	0,21	0,18	0,22	0,16	0,16
		1,5	0,55	0,30	0,26	0,30	0,24	0,23	0,25	0,23	0,20
		2	0,62	0,37	0,35	0,36	0,33	0,31	0,33	0,30	0,26
		2,5	0,47	0,42	0,38	0,40	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27
		3	0,50	0,46	0,42	0,43	0,40	0,37	0,37	0,34	0,30
		4	0,55	0,51	0,48	0,47	0,44	0,43	0,41	0,39	0,35
		5	0,58	0,54	0,51	0,50	0,47	0,46	0,42	0,41	0,37
		6	0,60	0,54	0,53	0,52	0,49	0,48	0,44	0,43	0,40
		8	0,62	0,50	0,50	0,54	0,53	0,51	0,48	0,47	0,44
10	0,60	0,52	0,50	0,51	0,51	0,49	0,47	0,46	0,43		



REGION DE EFECTIVIDAD

B C

0,15 0,25

0,4 X

1. 1944

Tipo 11

SUP-INDICEN  
con celesta

1	0,24	0,19	0,15	0,22	0,14	0,13	0,15	0,13	0,1
2	0,76	0,23	0,19	0,27	0,12	0,11	0,12	0,11	0,1
3	0,53	0,29	0,24	0,20	0,23	0,19	0,22	0,17	0,1
4	0,10	0,35	0,31	0,34	0,23	0,19	0,27	0,22	0,22
5	0,14	0,29	0,35	0,36	0,23	0,16	0,27	0,27	0,1
6	0,17	0,28	0,30	0,40	0,26	0,13	0,30	0,30	0,1
7	0,22	0,28	0,25	0,21	0,14	0,20	0,20	0,21	0,1
8	0,53	0,11	0,14	0,10	0,11	0,11	0,14	0,14	0,1
9	0,25	0,25	0,21	0,10	0,25	0,11	0,20	0,20	0,1
10	0,10	0,27	0,11	0,21	0,19	0,22	0,14	0,14	0,1
11	0,20	0,20	0,17	0,21	0,11	0,22	0,12	0,12	0,1



TABLA 10-20

LAMPARAS	Tipo de lampara	V	W		I		E		C		
			1	2	1	2	1	2	1	2	
	INDIRECTO		0,17	0,10	1,20	1,00	0,7	0,03	1,3	1,01	0,45
	Cornisa con		0,14	0,11	0,0	0,02	0,47	0,12	0,95	0,6	0,4
	15ojos (Cornisa)	1,5	0,17	0,13	0,12	0,11	0,45	0,12	1,00	0,45	0,45
	2		0,20	0,17	0,15	0,13	0,41	0,10	0,97	0,6	0,66
	1,5		0,11	0,08	0,17	0,16	0,4	0,11	1,00	0,40	0,47
			0,22	0,21	1,44	1,15	0,44	0,12	1,00	0,4	0,47

Tio



70  
70  
70  
70



ATMOSFERA 1000 P

TIPO DE NUBOSIDAD

PLUMAS  
CON REFLECTOR



1  
1.40  
1.43  
1.45

h	T	P	W
1.40	63.5	63.5	0.57
1.43	63.0	63.0	0.57
1.45	62.5	62.5	0.57
1.48	62.0	62.0	0.57
1.51	61.5	61.5	0.57
1.54	61.0	61.0	0.57
1.57	60.5	60.5	0.57
1.60	60.0	60.0	0.57
1.63	59.5	59.5	0.57
1.66	59.0	59.0	0.57
1.69	58.5	58.5	0.57
1.72	58.0	58.0	0.57
1.75	57.5	57.5	0.57
1.78	57.0	57.0	0.57
1.81	56.5	56.5	0.57
1.84	56.0	56.0	0.57
1.87	55.5	55.5	0.57
1.90	55.0	55.0	0.57
1.93	54.5	54.5	0.57
1.96	54.0	54.0	0.57
1.99	53.5	53.5	0.57
2.02	53.0	53.0	0.57
2.05	52.5	52.5	0.57
2.08	52.0	52.0	0.57
2.11	51.5	51.5	0.57
2.14	51.0	51.0	0.57
2.17	50.5	50.5	0.57
2.20	50.0	50.0	0.57
2.23	49.5	49.5	0.57
2.26	49.0	49.0	0.57
2.29	48.5	48.5	0.57
2.32	48.0	48.0	0.57
2.35	47.5	47.5	0.57
2.38	47.0	47.0	0.57
2.41	46.5	46.5	0.57
2.44	46.0	46.0	0.57
2.47	45.5	45.5	0.57
2.50	45.0	45.0	0.57
2.53	44.5	44.5	0.57
2.56	44.0	44.0	0.57
2.59	43.5	43.5	0.57
2.62	43.0	43.0	0.57
2.65	42.5	42.5	0.57
2.68	42.0	42.0	0.57
2.71	41.5	41.5	0.57
2.74	41.0	41.0	0.57
2.77	40.5	40.5	0.57
2.80	40.0	40.0	0.57
2.83	39.5	39.5	0.57
2.86	39.0	39.0	0.57
2.89	38.5	38.5	0.57
2.92	38.0	38.0	0.57
2.95	37.5	37.5	0.57
2.98	37.0	37.0	0.57
3.01	36.5	36.5	0.57
3.04	36.0	36.0	0.57
3.07	35.5	35.5	0.57
3.10	35.0	35.0	0.57
3.13	34.5	34.5	0.57
3.16	34.0	34.0	0.57
3.19	33.5	33.5	0.57
3.22	33.0	33.0	0.57
3.25	32.5	32.5	0.57
3.28	32.0	32.0	0.57
3.31	31.5	31.5	0.57
3.34	31.0	31.0	0.57
3.37	30.5	30.5	0.57
3.40	30.0	30.0	0.57
3.43	29.5	29.5	0.57
3.46	29.0	29.0	0.57
3.49	28.5	28.5	0.57
3.52	28.0	28.0	0.57
3.55	27.5	27.5	0.57
3.58	27.0	27.0	0.57
3.61	26.5	26.5	0.57
3.64	26.0	26.0	0.57
3.67	25.5	25.5	0.57
3.70	25.0	25.0	0.57
3.73	24.5	24.5	0.57
3.76	24.0	24.0	0.57
3.79	23.5	23.5	0.57
3.82	23.0	23.0	0.57
3.85	22.5	22.5	0.57
3.88	22.0	22.0	0.57
3.91	21.5	21.5	0.57
3.94	21.0	21.0	0.57
3.97	20.5	20.5	0.57
4.00	20.0	20.0	0.57

COMPTALUX 150 N

TIPO DE ARREGLO

DEB CTO CORO  
REFLECTOR



N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

$\sigma_{12}$	$\sigma_{13}$	$\sigma_{14}$	$\sigma_{15}$	$\sigma_{16}$	$\sigma_{17}$	$\sigma_{18}$	$\sigma_{19}$	$\sigma_{20}$
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

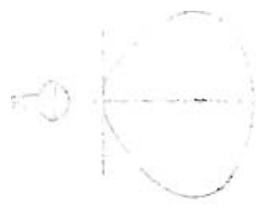
0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,05	0,05	0,05
0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,20	0,20	0,20
0,25	0,25	0,25	0,25
0,30	0,30	0,30	0,30
0,35	0,35	0,35	0,35
0,40	0,40	0,40	0,40
0,45	0,45	0,45	0,45
0,50	0,50	0,50	0,50
0,55	0,55	0,55	0,55
0,60	0,60	0,60	0,60
0,65	0,65	0,65	0,65
0,70	0,70	0,70	0,70
0,75	0,75	0,75	0,75
0,80	0,80	0,80	0,80
0,85	0,85	0,85	0,85
0,90	0,90	0,90	0,90
0,95	0,95	0,95	0,95
1,00	1,00	1,00	1,00

0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,05	0,05	0,05
0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,20	0,20	0,20
0,25	0,25	0,25	0,25
0,30	0,30	0,30	0,30
0,35	0,35	0,35	0,35
0,40	0,40	0,40	0,40
0,45	0,45	0,45	0,45
0,50	0,50	0,50	0,50
0,55	0,55	0,55	0,55
0,60	0,60	0,60	0,60
0,65	0,65	0,65	0,65
0,70	0,70	0,70	0,70
0,75	0,75	0,75	0,75
0,80	0,80	0,80	0,80
0,85	0,85	0,85	0,85
0,90	0,90	0,90	0,90
0,95	0,95	0,95	0,95
1,00	1,00	1,00	1,00

HPL - 3 25 2

TIPO DE ARMADILLO

RECEPTOR  
DEBILITADO



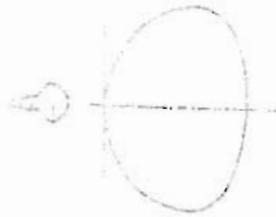
RECEPTOR DEBILITADO

HPL- R 400 W

TIPO DE ARMA

DIRECCION

REFLECTO



V

1

NO	NO	NO	NO	NO	NO
01	02	03	04	05	06
07	08	09	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42
43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54
55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66
67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78
79	80	81	82	83	84
85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96
97	98	99	00	01	02

CRITICAL POINT  
"FLOON" 150

TIP

REFLECTOR  
REFLECTOR



TAULA 11:6-27

CRISTAL 11:6-27  
 150 W

TIP:

DIV. P. FOR

REF. FOR



C	A		B		C	
	$\lambda_0$	$\lambda_1$	$\lambda_0$	$\lambda_1$	$\lambda_0$	$\lambda_1$
1	0,71	0,73	0,70	0,71	0,72	0,73
1,	0,71	0,73	0,71	0,71	0,71	0,71
1,	0,71	0,73	0,71	0,71	0,71	0,71

STABILUX 64 V

STABILUX 64 V

TIPO DE ALMOCORNO	V	S	S <sup>2</sup>		S <sup>2</sup> <sub>0</sub>	
			0,2	0,5	0,2	0,5
Dibujos con complejos	1	1	0,31	0,39	0,30	0,37
	2	1	0,42	0,45	0,42	0,45
	3	1	0,47	0,51	0,47	0,51
	4	1	0,51	0,55	0,51	0,55
	5	1	0,55	0,59	0,55	0,59
Dibujos con complejos	1	1	0,41	0,46	0,41	0,46
	2	1	0,46	0,51	0,46	0,51
	3	1	0,51	0,56	0,51	0,56
	4	1	0,56	0,61	0,56	0,61
	5	1	0,61	0,66	0,61	0,66



T A B L A N°7

TABLA DE FLUJO LUMINOSO DE LAS FUENTES DE LUZ MAS' COMUNES  
A.- Lámparas incandescentes

Tipo de lámpara	W	Flujo luminoso nominal (lúmenes)	
		125 V	220 V
Lámparas de vacío, mateadas interiormente	15	135	120
	25	-	230
Lámparas llenas de gas, con filamento de doble espiral, mateadas interiormente	25	260	-
	40	490	430
	60	820	730
	75	1,070	950
	100	1,560	1,380
	150	2,340	2,100
	200	3,250	2,950
Lámparas llenas de gas, filamento de espiral simple, claras	300	5,100	4,750
	500	9,300	8,400
	1,000	20,000	18,500
	1,500	31,000	30,000
	2,000	43,000	40,000
Lámparas Argenta, de gas, con revestimiento interior de silicio, filamento de doble espiral	40	455	400
	60	760	670
	75	920	800
	100	1,440	1,280
	150	2,160	1,940
	200	3,000	2,750
	Lámparas con reflector interno, mateadas interiormente, semiplateadas	60	750
100		1,400	1,250
150		2,100	1,900
Lámparas de haz concentrado, con espejo interior	200	2,900	2,650
	100	1,000	900
	150	1,500	1,350
Lámparas Comptalux	100	1,000	900
	150	1,500	1,350
	100	1,000	900
Lámparas Attralux	100	1,000	900
	150	1,500	1,350
	100	1,200	1,050
"Flood" de cristal prensado	150	1,800	1,600
	100	1,200	1,050
"Spot" de cristal prensado	150	1,800	1,600
	100	1,200	1,050
Lámparas Altrilux, perla	250	2,800	2,550
	500	6,550	6,000
Lámparas Altrilux, clara	250	2,900	2,650
	500	6,800	6,200

B.- Lámparas fluorescentes

Tipo de lámpara	Vataje	Flujo luminoso nominal después de 100 horas de funcionamiento				
		Blanco de lujo	Tinte caliente	Luz de día	Tinte caliente	Blanco de lujo
		33	29	55	32	34
"TL"	4 W	100				
	6 W	230				
	8 W	370				
	13 W	710				
	20 W	1,080	1,080	820	750	700
	25 W	1,650	1,650	1,250	1,130	1,050
	40 W	2,800	2,800	2,120	1,880	1,750
	65 W	4,400	4,400	3,300	3,000	2,800
"TL" D	15 W				550	530
	30 W				1,350	1,260
"TL" E	22 W					750
	32 W	1,600	1,700		1,220	1,350
"TL"EM	40 W	2,250	2,380		1,660	1,850
"TL" F	40 W	2,460				
	65 W	4,000				
"TL" M	40 W	2,650	2,650		1,780	1,680
	65 W	4,400	4,400		3,000	2,800
	125 W	7,300				
"TL"MF	40 W	2,460				
	65 W	4,000				
	20 W	900	900			
"TL" S	40 W	2,300	2,300		620	

C.- Lámparas de sodio y de vapor de mercurio de alta presión

1. Lámparas de sodio:

SO -	45 W	2,600 lms.
SO -	60 W	4,000 lms.
SO -	85 W	6,200 lms.
SO -	140 W	10,200 lms.

2. Lámparas de mercurio:

HP -	80 W	3,000 lms.
HP -	125 W	5,000 lms.
HP -	1,000 W	52,000 lms.

3. Lámparas de vapor de mercurio con corrección de color:

HPL -	50 W	1,600 lms.
HPL -	80 W	3,000 lms.
HPL -	125 W	5,400 lms.
HPL -	250 W	11,500 lms.
HPL -	400 W	20,000 lms.
HPL -	700 W	36,000 lms.
HPL -	1,000 W	52,000 lms.

4. Lámparas de vapor de mercurio con reflector interno:

HPL-R	-	250 W	9.000 lms.
HPL-R	-	400 W	16.500 lms.

5. Lámparas de luz mixta:

ML	-	160 W	3.000 lms.
ML	-	250 W	5.000 lms.
ML	-	500 W	11.000 lms.

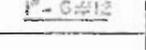
rrientes. Sin embargo se exige alimentar estos artefactos por medio de un circuito individual que no tiene otras tomas. El propósito de esta exigencia es, eliminar la probabilidad de interrumpir el funcionamiento de estos aparatos por conectar al mismo circuito cordones o artefactos portátiles.

2. La lavadora automática o la planchadora se pueden alimentar por cualquier toma en un circuito de tomacorrientes. Sin embargo, se recomienda circuitos individuales, porque en cierta parte del ciclo de funcionamiento, los equipos cogen a veces el 50% o más de la plena capacidad del circuito.
3. En instalaciones centrales de aire acondicionado, la carga y las necesidades de los circuitos varían con el tamaño, y la capacidad de la planta. Equipos típicos para residencias son construídos con 3 o 5 HP potencia del compresor, y 1 1/2 HP potencia del ventilador. Los circuitos se instalan de conformidad con las especificaciones del fabricante.
5. Debe usarse tomacorrientes y enchufes del tipo para conexión a tierra.

TABLA N° 9

SIMBOLOS ELECTRICOS

SIMBOLO	SIGNIFICADO
	SALIDA DE LUZ EN CIELO RASO, PERTENECE AL CIRCUITO 1
	APLIQUE: SALIDA DE LUZ EN LA PARED
	SALIDA DE VENTILADOR
	CONECTADOR DE RELOJ
	SALIDA DE LUZ EN CIELO RASO, PERTENECE AL CIRCUITO 2, LUMINARIA "d" FLUORESCENTE
	SALIDA DE TOMACORRIENTE MONOPOLAR DOBLE, (115 V) PERTENECE AL CIRCUITO 3
	SALIDA DE TOMACORRIENTE BIPOLAR, (220 V) PERTENECE AL CIRCUITO 18
	TOMACORRIENTE E INTERRUPTOR COMBINADOS (MIXTO)
	TOMACORRIENTE PARA COCINA ELECTRICA
	TOMACORRIENTE DOBLE CON CONEXION A TIERRA
	DISPOSITIVO DE TOMA MULTIPLE
	TOMACORRIENTE DOBLE, RESISTENTE A LA INTEMPERIE
	SALIDA DE ANTENA DE TELEVISION
	TOMACORRIENTE EN EL PISO
	TOMACORRIENTE PARA SALIDA ESPECIAL
	CAJA DE CONEXIONES
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE (COMANDA LAS SALIDAS DE LUZ "a" y "b")
	INTERRUPTOR TRIPLE (COMANDA LAS SALIDAS DE LUZ "a" "b" y "c")
	INTERRUPTOR DE TRES VIAS
	INTERRUPTOR DE CUATRO VIAS
	INTERRUPTOR AUTOMATICO DE PUERTA
	INTERRUPTOR CON LAMPARA INDICADORA
	INTERRUPTOR RESISTENTE A LA INTEMPERIE
	CONMUTADOR LUZ "a"
	BOTON DE PRESION (PULSADOR)
	TIMBRE DE LLAMADA (CAMPANILLA)
	TIMBRE Y ZUMBADOR COMBINADOS
	ZUMBADOR
	DISPOSITIVO PARA ABRIR LA PUERTA
	TRANSFORMADOR PARA TIMBRES
	TELEFONO EXTERIOR

SIMBOLO	SIGNIFICADO
	TELEFONO DE INTERCOMUNICACION
	SALIDA DE RADIO
	INTERRUPTOR GENERAL CON O SIN PROTECCION
	CAJETIN PRINCIPAL DE TELEFONOS
	CAJA DE DISTRIBUCION DE COMUNICACIONES Y SEÑALIZACION Nº 1 (C)
	SALIDA PARA PORTERO ELECTRICO
	TABLERO DE FUERZA Nº 1
	TABLERO DE DISTRIBUCION SERVICIO GENERAL
	TABLERO DE CONTADORES
	SUBTABLERO DE DISTRIBUCION Nº 1
	TRANSFORMADOR
	CIRCUITO EMBUTIDO O ADOSADO AL CIELO RASO O PARED. (TUB. Ø 5/8" - 2 CONDUCT. Nº 14 AWG.)
	CIRCUITO EMBUTIDO EN EL PISO (TUBERIA Ø 5/8" - 2 CONDUCTORES Nº 12 AWG)
	CIRCUITO EMBUTIDO EN EL CIELO RASO (TUBERIA Ø 5/8" - 3 CONDUCTORES Nº 14 AWG)
	LINEA DE ALIMENTACION: 2 CIRCUITOS AL TABLERO
	LINEA DE ALIMENTACION: 3 CIRCUITOS AL TABLERO
	SUBIDA
	BAJADA
	SUBIDA Y BAJADA
	CIRCUITO EMPOTRADO EN EL PISO (TUBERIA Ø 5/8" - 3 CONDUCTORES Nº 12 AWG)
	CIRCUITOS 1, 2 y 3 DEL TABLERO T <sub>1</sub> (TUBERIA Ø 3/4" - 4 CONDUCTORES Nº 12 AWG)
	TUZO DE 1" CON 6 CONDUCTORES Nº 12 AWG

CARGA UNIDAD Y FACTORES DE DEMANDA PARA ALIMENTADORES

TIPO DE AMBIENTE	Carga unidad W/m <sup>2</sup>	Carga que se aplica el factor de demanda, W	Columna B Factor de demanda
Quarteles y auditorios	10	Carga total	100 %
Bancos	20	Carga total	100 %
Barberías y salones de belleza	35	Carga total	100 %
Iglesias	10	Carga total	100 %
Clubs	20	Carga total	100 %
Tribunales	20	Carga total	100 %
Residencias (ótras que hoteles)	30*	3.000 W o menos próximos 117.000 W exceso de 120.000 W	100 % 35 % 25 %
Garages comerciales (almacenaje)	5	Carga total	100 %
Hospitales	20	50.000 W o menos exceso de 50.000 W	40 % <sup>m</sup> 20 %
Hoteles, incluyendo edificios de apartamien- tos que no tienen cocinas para los inquilini- nos	20*	20.000 W o menos próximos 80.000 W exceso de 100.000 W	50 % <sup>m</sup> 40 % 30 %
Edificios industriales comerciales (almacén)	20	Carga total	100 %
Casas de guardia, porterías	15	Carga total	100 %
Edificios de oficinas	30	Carga total	100 %
Restaurantes	20	Carga total	100 %
Escuelas, colegios	30	Carga total	100 %
Tiendas	20	Carga total	100 %
Almacenes, depósitos	2,5	12.500 W o menos exceso de 12.500 W	100 % 50 %

En todos los citados tipos de ambiente, ex-  
cepto residencias unifamiliares y aparta -

mientos individuales de residencias multi familiares:

Salas de conferencia y auditorios  
Hall, pasillos, closets  
Espacios de almacenaje, desvanes

10 } Carga total como  
5 } especificada para los tipos de  
2,5 } ambientes desoritos

Comprende la carga de artefactos movibles.

" Para los alimentadores de quirófanos, salas de bailar, comedores y otros ambientes similares se aplica el factor de demanda del 100%.  
Similar al código de E.U.A.

Las cargas unidad y factores de demanda arriba indicados se basan en condiciones mínimas de carga y factor de potencia del 100%, y no provienen posiblemente suficiente capacidad para la instalación en cuestión.

Considerando la tendencia prevalente hacia sistemas de iluminación con mayor intensidad y el incremento de las cargas debido al uso generalizado de artefactos fijos y portátiles, cada instalación debe ser estudiada referente a la probable carga, y su capacidad debe ser aumentada correspondientemente para lograr su funcionamiento seguro.

Al instalar sistemas de alumbrado de descarga eléctrica (tubos fluorescentes), deben usarse los tipos de alto factor de potencia; de lo contrario existe la necesidad de aumentar la capacidad de los conductores.

DEMANDA MÁXIMA DE COCINAS MECANICAS en hogares  
y de otros artefactos de cocinar en el hogar de  
más de 1 3/4 kW de capacidad nominal

NUMERO DE COCINAS	Demanda máxima (ver notas)		Factores de demanda (ver notas)	
	Columna A Capacidad no mayor de 12kW	Columna B Capacidad menor de 3/2kW	Columna C Capacidad 3/2 hasta 8 3/4 kW	Columna C Capacidad 8 3/4 kW
1	8 kW	80 %	80 %	80 %
2	11 kW	75 %	75 %	65 %
3	14 kW	70 %	70 %	55 %
4	17 kW	66 %	66 %	50 %
5	20 kW	62 %	62 %	45 %
6	21 kW	59 %	59 %	43 %
7	22 kW	56 %	56 %	40 %
8	23 kW	53 %	53 %	36 %
9	24 kW	51 %	51 %	35 %
10	25 kW	49 %	49 %	34 %
11	26 kW	47 %	47 %	32 %
12	27 kW	45 %	45 %	32 %
13	28 kW	43 %	43 %	32 %
14	29 kW	41 %	41 %	32 %
15	30 kW	40 %	40 %	32 %
16	31 kW	39 %	39 %	28 %
17	32 kW	38 %	38 %	28 %
18	33 kW	37 %	37 %	28 %
19	34 kW	36 %	36 %	28 %
20	35 kW	35 %	35 %	28 %
21	36 kW	34 %	34 %	26 %
22	37 kW	33 %	33 %	26 %
23	38 kW	32 %	32 %	26 %
24	39 kW	31 %	31 %	26 %
25	40 kW	30 %	30 %	26 %

NUMERO-Demanda máxima (ver notas)  
DE

Columna A

Columna C

COCINAS Capacidad no mayor de 12kW Capacidad menor de 3/2kW Capacidad 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> hasta 8 3/4 kW

26 - 30	15 kW más 1 kW por cada cocin.	30 %	24 %
31 - 40	"	30 %	22 %
41 - 50	25 kW más 3/4 kW por cada cocin.	30 %	20 %
51 - 60	"	30 %	18 %
61 y más	"	30 %	16 %

NOTA: La columna A es la que normalmente se aplica en proyectos.

Los factores de las columnas B y C se aplican sobre las sumas de las capacidades de artefactos de cocinar, que ya existen en un caso dado o que se proyectan con la seguridad de que no se aumenten más tarde las capacidades; se usan los valores de capacidad indicados en las placas de las cocinas para formar la suma.

La combinación de un horno montado en la pared y de unidades de cocinar montados en el mostrador, equivale a una cocina eléctrica del tipo corriente compacto.

Código Eléctrico Nacional E.U.A.

## CAPACIDADES DE TRANSPORTE DE CORRIENTE PERMITIDAS DE LOS CONDUCTORES AISLADOS, EXPRESADAS EN AMPERE

No más de tres conductores en conducto o cable, o directamente enterrados. Se basa en una temperatura ambiente de 30°C.

Tamaño AWG mm	Goma, tipos R, RV, RU, RUV(14-2) tipo RH-RV termoplástico tipos T, TV	Goma, tipo RH tipo RH-RV tipo RHW	Papel; termo- plástico; amiante tipo TA; Bat-barn tipo V1 amiante bat-barn tipo A/B; cable PI	Amianto impregnado tipos AI(14-8) AVA, AVL ATA	Amianto tipos A (14-8) AA
14	15 A	15	25	30	30
12	20	20	30	35	40
10	30	30	40	45	55
8	40	45	50	60	70
6	55	65	70	80	95
4	70	85	90	105	120
3	80	100	105	120	145
2	95	115	120	135	165
1	110	130	140	160	190
0	125	150	155	190	225
00	145	175	185	215	250
000	165	200	210	245	285
0000	195	230	235	275	340
250	215	255	270	315	335
300	240	285	300	345	380
350	260	310	325	390	420
400	280	335	360	420	450
500	320	380	405	470	500

Tamaño AWG mm	Goma, tipos R, RV, RU RUM(1-2); tipo RH-RV termoplástico tipos T, TV	Goma, tipo RH tipo RH-RV tipo RRV	Amianto TA, Pa - barn tipo "I" amianc bat-barn tipo AB; cable NI	Amianto impregnado tipos AI(14-8) AVA, AVL AIA	Amianto tipos A(14-8) AA
600	355	420	455	525	545
700	385	460	480	560	600
750	400	475	500	580	620
800	410	490	515	600	640
900	435	520	555		
1.000	455	545	585	680	730
1.250	495	590	645		
1.500	520	625	700	785	
1.750	545	650	735		
2.000	560	665	775	840	

Factores de corrección, temperatura: ambientes superiores a los 30°C

80	0,82	0,68	0,50	0,94	0,95
40	0,71	0,82	0,65	0,90	0,92
45	0,58	0,75	0,60	0,87	0,89
50	0,41	0,67	0,74	0,83	0,86
55	....	0,58	0,67	0,79	0,83
60	....	0,35	0,52	0,71	0,76
70	....	....	0,43	0,66	0,72
75	....	....	0,30	0,61	0,69
80	....	....	....	0,50	0,61
90	....	....	....	....	0,51
100	....	....	....	....	0,77
120	....	....	....	....	0,69
140	....	....	....	....	0,59

Esta tabla no contiene la capacidad de transporte para los conductores de cobre nº20 AWG. Sin embargo, generalmente se considera que los conductores nº20, cuando se instalan hasta

dos en conductos o en cables o cordones, puede transportar con toda seguridad 3A.

Más de tres conductores en un conducto. - La tabla da la capacidad de transporte de corriente permisible para no más de tres conductores en un conducto o cable. Si el número de conductores en un conducto o cable está comprendido entre 4 y 6, la capacidad de transporte de corriente de cada conductor deberá reducirse al 60% de los valores de la tabla. Si el número de conductores en un conducto o cable está comprendido entre 7 y 9, la capacidad de transporte de corriente permisible de cada conductor, deberá reducirse al 70% de los valores de la tabla.

Si se emplea en lugares mojados un conductor con aislante de goma tipo RH-RW, las capacidades de transporte de corriente permisibles serán las de la columna 2 en esta tabla.

Si se emplea en lugares secos, las capacidades de transporte de corriente permisibles serán las de la columna 3 de la tabla.

TABLA No.13

NÚMERO MÁXIMO PERMISIBLE DE CONDUCTORES  
en cables "conduit" rígido o EMT

cantidad de conductores en tubos "conduit" rígido

	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	5"	6"
10	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
20	14	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
30	21	24	26	28	29	30	31	32	33	34	35	36
40	28	32	34	36	37	38	39	40	41	42	43	44
50	35	40	42	44	45	46	47	48	49	50	51	52
60	42	48	50	52	53	54	55	56	57	58	59	60
70	49	56	58	60	61	62	63	64	65	66	67	68
80	56	64	66	68	69	70	71	72	73	74	75	76
90	63	72	74	76	77	78	79	80	81	82	83	84
100	70	80	82	84	85	86	87	88	89	90	91	92
125	87	98	100	102	103	104	105	106	107	108	109	110
150	104	116	118	120	121	122	123	124	125	126	127	128
175	121	134	136	138	139	140	141	142	143	144	145	146
200	138	152	154	156	157	158	159	160	161	162	163	164
225	155	170	172	174	175	176	177	178	179	180	181	182
250	172	188	190	192	193	194	195	196	197	198	199	200
275	189	206	208	210	211	212	213	214	215	216	217	218
300	206	224	226	228	229	230	231	232	233	234	235	236
325	223	242	244	246	247	248	249	250	251	252	253	254
350	240	260	262	264	265	266	267	268	269	270	271	272
375	257	278	280	282	283	284	285	286	287	288	289	290
400	274	296	298	300	301	302	303	304	305	306	307	308
425	291	314	316	318	319	320	321	322	323	324	325	326
450	308	332	334	336	337	338	339	340	341	342	343	344
475	325	350	352	354	355	356	357	358	359	360	361	362
500	342	368	370	372	373	374	375	376	377	378	379	380
525	359	386	388	390	391	392	393	394	395	396	397	398
550	376	404	406	408	409	410	411	412	413	414	415	416
575	393	432	434	436	437	438	439	440	441	442	443	444
600	410	450	452	454	455	456	457	458	459	460	461	462
625	427	478	480	482	483	484	485	486	487	488	489	490
650	444	506	508	510	511	512	513	514	515	516	517	518
675	461	534	536	538	539	540	541	542	543	544	545	546
700	478	562	564	566	567	568	569	570	571	572	573	574
725	495	590	592	594	595	596	597	598	599	600	601	602
750	512	618	620	622	623	624	625	626	627	628	629	630
775	529	646	648	650	651	652	653	654	655	656	657	658
800	546	674	676	678	679	680	681	682	683	684	685	686
825	563	702	704	706	707	708	709	710	711	712	713	714
850	580	730	732	734	735	736	737	738	739	740	741	742
875	597	758	760	762	763	764	765	766	767	768	769	770
900	614	786	788	790	791	792	793	794	795	796	797	798
925	631	814	816	818	819	820	821	822	823	824	825	826
950	648	842	844	846	847	848	849	850	851	852	853	854
975	665	870	872	874	875	876	877	878	879	880	881	882
1000	682	898	900	902	903	904	905	906	907	908	909	910
1025	699	926	928	930	931	932	933	934	935	936	937	938
1050	716	954	956	958	959	960	961	962	963	964	965	966
1075	733	982	984	986	987	988	989	990	991	992	993	994
1100	750	1010	1012	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022
1125	767	1038	1040	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050
1150	784	1066	1068	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078
1175	801	1094	1096	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106
1200	818	1122	1124	1126	1127	1128	1129	1130	1131	1132	1133	1134
1225	835	1150	1152	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162
1250	852	1178	1180	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190
1275	869	1206	1208	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218
1300	886	1234	1236	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246
1325	903	1262	1264	1266	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274
1350	920	1290	1292	1294	1295	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302
1375	937	1318	1320	1322	1323	1324	1325	1326	1327	1328	1329	1330
1400	954	1346	1348	1350	1351	1352	1353	1354	1355	1356	1357	1358
1425	971	1374	1376	1378	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386
1450	988	1402	1404	1406	1407	1408	1409	1410	1411	1412	1413	1414
1475	1005	1430	1432	1434	1435	1436	1437	1438	1439	1440	1441	1442
1500	1022	1458	1460	1462	1463	1464	1465	1466	1467	1468	1469	1470
1525	1039	1486	1488	1490	1491	1492	1493	1494	1495	1496	1497	1498
1550	1056	1514	1516	1518	1519	1520	1521	1522	1523	1524	1525	1526
1575	1073	1542	1544	1546	1547	1548	1549	1550	1551	1552	1553	1554
1600	1090	1570	1572	1574	1575	1576	1577	1578	1579	1580	1581	1582
1625	1107	1598	1600	1602	1603	1604	1605	1606	1607	1608	1609	1610
1650	1124	1626	1628	1630	1631	1632	1633	1634	1635	1636	1637	1638
1675	1141	1654	1656	1658	1659	1660	1661	1662	1663	1664	1665	1666
1700	1158	1682	1684	1686	1687	1688	1689	1690	1691	1692	1693	1694
1725	1175	1710	1712	1714	1715	1716	1717	1718	1719	1720	1721	1722
1750	1192	1738	1740	1742	1743	1744	1745	1746	1747	1748	1749	1750
1775	1209	1766	1768	1770	1771	1772	1773	1774	1775	1776	1777	1778
1800	1226	1794	1796	1798	1799	1800	1801	1802	1803	1804	1805	1806
1825	1243	1822	1824	1826	1827	1828	1829	1830	1831	1832	1833	1834
1850	1260	1850	1852	1854	1855	1856	1857	1858	1859	1860	1861	1862
1875	1277	1878	1880	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890
1900	1294	1906	1908	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918
1925	1311	1934	1936	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946
1950	1328	1962	1964	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
1975	1345	1990	1992	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
2000	1362	2018	2020	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
2025	1379	2046	2048	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058
2050	1396	2074	2076	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086
2075	1413	2102	2104	2106	2107	2108	2109	2110	2111	2112	2113	2114
2100	1430	2130	2132	2134	2135	2136	2137	2138	2139	2140	2141	2142
2125	1447	2158	2160	2162	2163	2164	2165	2166	2167	2168	2169	2170
2150	1464	2186	2188	2190	2191	2192	2193	2194	2195	2196	2197	2198
2175	1481	2214	2216	2218	2219	2220	2221	2222	2223	2224	2225	2226
2200	1498	2242	2244	2246	2247	2248	2249	2250	2251	225		

Tamaño AWG o MM	Número máximo permisible de conductores en tubos "conduit" rígido o EMT, de											
	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	5"	6"
1500								1	1	1	3	4
1750								1	1	1	2	4
2000								1	1	1	1	3

**NOTAS:**

La tabla se aplica a los conductores de los tipos: TV, T, TF, R, D, y también RH, RHV, RV, RV-RV, RVW, RV-2, RVH-2.

Al pasar más de tres conductores activos por un solo tubo "conduit", la capacidad de corriente de los mismos se reduce conforme con los siguientes factores: 4 a 6 conductores: 0,8; 7 a 24 conductores: 0,70. En sistemas trifásicos equilibrados, el neutro no cuenta como conductor.

+ Si un trazo de una acometida en tubo rígido o EMT no excede 15 metros de largo y no contiene más de dos codos de 90° o su equivalente, se pueden instalar dos cables aislados #4 y un alambre #4 desnudo en un conductor o tubo de 1" D.

La tabla se basa en las siguientes cifras: Número de conductores 1 2 3 4  
 Suma de las secciones de los conductores en % del área de tubo  
 "conduit" 53 31 43 60

DESCRIPCION DE SERVICIOS	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR ESTIMADO
Servicio de traslado de material	100	C	100.00
Instalación de aparatos de alumbrado limitado a 300 v.	100	C	100.00
Instalación de aparatos de alumbrado	100	C	100.00
Instalación de aparatos de alumbrado limitado a 300 v.	100	C	100.00
Instalación de aparatos de alumbrado	100	C	100.00
Instalación de aparatos de alumbrado limitado a 300 v.	100	C	100.00
Instalación de aparatos de alumbrado	100	C	100.00

Hilo flexible tratado para neutros se suministra con cables de tierra y conductores de aluminio.

Hilo flexible tratado para neutros se suministra con cables de tierra y conductores de aluminio.

Matriz comercial

Tipo letra

Temp. máx. de fund.

Disposiciones especiales

Hilo rígido o trenzado con cubierta de tomográfico para aparatos de aluminado.....	VF	60 C	Instalación de aparatos de aluminado
Hilo flexible trenzado, con cubierta de tomográfico para aparatos de aluminado.....	VF	60 C	Instalación de aparatos de aluminado.
Hilos con cubierta de aluminado resistente al calor para aparatos de aluminado.....	CF	90 C	Instalación de aparatos de aluminado. Limitado a 300 v.
Hilo resistente al calor con cubierta de aluminado.....	AF	150 C	Instalación de aparatos de aluminado. Limitado a 300 v.
Cera reglamentaria.....	R	60 C	Uso general.
Cera resistente al calor.....	RI	75 C	Uso general.
Cera resistente a la humedad.....	RH	60 C	Uso general y locales húmedos.
Cera resistente al calor y a la humedad.....	RI, RH	60 C	Uso general y locales húmedos.
Cera resistente al calor y a la humedad.....	RI, RH	75 C	Uso general.
Cera látex.....	FL	60 C	Uso general y locales húmedos.
Cera látex resistente al calor.....	FL	75 C	Uso general.
Cera látex resistente al calor y a la humedad.....	FL	60 C	Uso general y locales húmedos.
Cera látex resistente al calor y a la humedad.....	FL	75 C	Uso general y locales húmedos.

Acabado general	Tipo letra	Temp. máx. de func.	Disposiciones especiales
Termoplástico resistente a la humedad.....	IV	60 C	Uso general y locales húmedos.
Aislamiento mineral (forma metálica).....	III	85 C	Uso general y locales húmedos con ajustes terminales del tipo O. Para aplicaciones especiales la máxima temperatura de funcionamiento, 250° C.
Termoplástico y amianto.....	IV	90 C	Instalaciones de cuadros de distribución solamente.
Látex barnizada.....	V	85 C	Solamente en locales secos. Pero res que el No.6 con permiso especial.
Amianto y látex barnizada.....	AVA	110 C	Locales secos únicamente.
Amianto y látex barnizada.....	AVL	110 C	Locales húmedos.
Amianto y látex barnizada.....	AVE	90 C	Locales secos únicamente.
Amianto.....	A	200 C	Locales secos únicamente. No para uso general. In canalización - nes solamente para conductores que van a aparatos o están en su interior. Límite a 300 v.
Amianto.....	AA	200 C	Locales secos únicamente. Instalación a la vista. No para uso general. In canalización: no se permite para conductores que van a aparatos o están en su interior. Límite a

Amianto.....	AI	125 C	Locales secos únicamente. No para uso general. In canalizaciones solamente para conductores que van a aparatos o estén en su interior. Límitado a 300 v.
Amianto AIN.....	AIA	125 C	Locales secos únicamente. Instalaciones a la vista. No para uso general. In canalizaciones solamente para conductores que van a aparatos o estén en su interior.
Papel.....	...	55 C	Para conductores de acortada subterráneos o con permiso especial.
Combustión lenta.....	SB	90 C	Locales secos únicamente. Instalaciones a la vista: y en canalizaciones cuando la temperatura excediera a la permitida para conductores con cubierta de betista barnizada o cubierta de goma.
A prueba de interiorie y de combustión lenta.....	SPB	90 C	Locales secos únicamente. Instalaciones a la vista únicamente.
A prueba de interiorie.....	SP	10 C	Inst. a la vista por permiso especial cuando no sean posibles otros aislamientos por las condiciones existentes.

LARGOS PERMISIBLES en metros de CIRCUITOS DE 240 VOLTS basados en la caída de voltaje (conductores R, RH, RW, RU, RUV, T, TW en cable o cable)

AMPERES	VOLT-AMPERES	#14	#12	#10	#8	%	#4	#2	#0	#00	#000	#0000
1	240	125	196	319	505	800	1,280	2,040	3,230	4,070	5,125	6,470
2	480	63	100	159	253	402	638	1,015	1,616	2,020	2,560	3,230
3	720	42	67	106	158	253	425	676	1,080	1,360	1,710	2,160
4	960	31	50	79	126	201	319	507	808	1,020	1,280	1,620
5	1,200	25	40	64	101	150	256	405	645	813	1,025	1,290
6	1,440	21	33	53	84	131	213	338	538	688	854	1,080
8	1,920	16	25	40	63	100	159	253	403	508	641	810
10	2,400	13	20	32	51	80	128	203	323	407	513	647
12	2,880	10	17	26	42	67	106	169	269	339	427	539
15	3,600	8	13	21	34	54	85	135	215	271	342	431
20	4,800		10	16	25	40	64	101	162	203	256	323
25	6,000			13	20	33	51	81	129	163	205	259
30	7,200			11	17	27	43	68	108	136	171	216
35	8,400				14	23	37	58	92	116	147	185
40	9,600				13	20	32	51	81	102	128	162
50	12,000					16	26	41	65	81	103	129
60	14,400						21	34	54	68	85	108
70	16,800						18	29	46	58	73	92
80	19,200							25	40	51	64	81
100	24,000								32	41	51	65
120	28,800								27	34	43	54
150	36,000										34	43
200	48,000											32

NOTA: Los largos representan distancias de una vfa; para un circuito de 20 metros se necesitan

tan 40 metros de alambre.

Los largos de circuitos indicados debajo de los tipos de alambres, son los máximos que permiten los amperes en la columna izquierda con 1% caída de voltaje.

Los largos de circuitos indicados se multiplican por 2 en el caso de admitirse 2% de caída de voltaje, por  $2\frac{1}{2}$  en el caso de  $2\frac{1}{2}$ %, por 5 en el caso de 5% de caída de voltaje, etc.

La tabla se basa en 60°C temperatura del alambre y una conductibilidad de 50,2. Se hizo caso omiso de la reactancia de los circuitos, considerando que otros factores desatendidos pueden causar errores mayores en el cálculo de circuitos.

T A B L A N° 16-a

LARGOS PERMISIBLES en metros M: CIRCUITOS DE 120 VOLTS basados en 1/2 caída de voltaje; (conductores R, RH, RW, RU, RW, T, TW en canal o cable)

AMPERES	VOLT-AMPERES	#14	#12	#10	#8	#6	#4	#2	#0	#00	#000	#0000
1	120	63	100	158	252	.01	637	1,020	1,610	2,030	2,560	3,230
2	240	31	50	79	126	.00	319	506	806	1,014	1,280	1,616
3	360	21	33	53	84	.3	212	337	537	678	853	1,077
4	480	16	25	40	63	.00	159	252	403	507	640	807
5	600	13	20	32	50	.80	127	202	322	406	512	647
6	720	10	17	26	42	.67	106	168	268	338	427	539
8	960	8	12	20	31	.50	80	126	201	254	320	404
10	1,200	6	10	16	25	.40	64	101	161	202	256	323
12	1,440	5	8	13	21	.33	53	84	134	169	213	269
15	1,800	4	7	11	17	.27	43	68	107	135	171	215
20	2,400		5	8	13	.20	32	51	81	101	128	162
25	3,000			6	10	.16	25	41	65	81	102	129
30	3,600			5	8	.13	21	34	54	68	85	108
35	4,200					.11	18	29	46	58	73	92
40	4,800					.10	16	25	40	51	64	81
50	6,000					.8	13	20	32	41	51	65
60	7,200						11	17	27	34	43	54
70	8,400						9	14	23	29	37	46
80	9,600							13	20	25	32	40
100	12,000							16	16	20	26	32
120	14,400								13	17	21	27
150	18,000										17	22
200	24,000											16

NOTA: Los largos representan distancias de una vía; para un circuito de 20 metros, se necesitan 40 metros de alambre.  
Los largos de circuitos indicados debajo de los tipos de alambres son los máximos

que permiten los amperes en la columna izquierda, con 1% caída de voltaje.

Los largos de circuitos indicados se multiplican por 2 en el caso de admitirse 2% de caída de voltaje, por  $2\frac{1}{2}$  en el caso de 2 1/2%, por 5 en el caso de 5% de caída de voltaje, etc.

La tabla se basa en 60°C temperatura del alambre y una conductibilidad de 50,2. Se hizo caso omiso de la reactancia de los circuitos, considerando que otros factores desatendidos pueden causar errores mayores en el cálculo de circuitos.

T A B L A N° 18-C

LONGOS PERMISIBLES en metros DE CIRCUITOS DE 208 VOLTS  
basados en 1% caída de voltaje (conductores R, RH, RW,  
RU, RV, T, TW en canal o cable)

AMPERES	VOLT-AMPERES	#14	#12	#10	#8	#6	#4	#2	#0	#00	#000	#0000
1	200	109	173	274	436	692	1,102	1,750	2,790	3,510	4,430	5,590
2	416	54	86	137	218	346	551	875	1,394	1,755	2,220	2,790
3	624	36	58	92	145	231	367	584	929	1,172	1,480	1,860
4	832	27	43	69	109	173	276	438	697	877	1,110	1,400
5	1,040	22	35	55	87	139	221	350	557	702	887	1,120
6	1,248	18	29	46	73	116	184	292	465	585	739	932
8	1,664	14	22	34	55	87	138	219	348	439	555	699
10	2,080	11	17	27	44	69	110	175	279	351	443	559
12	2,496	9	14	23	36	58	92	146	232	293	369	466
15	3,120	7	12	18	29	46	74	117	186	234	296	372
20	4,160		9	14	22	35	55	88	139	175	222	279
25	5,200			11	18	29	44	70	112	140	177	224
30	6,240			9	15	23	37	58	93	117	148	186
35	7,280				13	20	31	52	80	100	127	160
40	8,320				11	17	28	44	70	88	111	140
50	10,400				14		22	35	56	70	89	112
60	12,480						18	29	47	59	74	93
70	14,560						16	25	40	50	63	80
80	16,640							22	35	44	56	70
100	20,800								28	35	44	56
120	24,960								23	29	37	47
150	31,200										30	37
200	41,600											70

NOTA: Los largos representan distancias de una viga para un circuito de 20 metros se necesi-  
tan 40 metros de alambre.

Los largos de circuitos indicados debajo de los tipos de alambres son los máximos que

permiten los amperes en la columna izquierda con 1% caída de voltaje.

Los largos de circuitos indicados se multiplican por 2 en el caso de admitirse 2% de caída de voltaje, por  $2\frac{1}{2}$  en el caso de  $2\frac{1}{2}\%$ , por 5 en el caso de 5% de caída de voltaje, etc.

La tabla se basa en 60°C temperatura del alambre y una conductibilidad de 50,2. Se hizo caso omiso de la reactancia de los circuitos, considerando que otros factores desatendidos pueden causar errores mayores en el cálculo de circuitos.

BIBLIOGRAFIA

National Electrical Code

National Fire Protection Association International  
Boston, Mass.

1959

Manual de normas para instalaciones eléctricas

Arthur L. Abbot y Charles L. Smith

Editorial Reverté S.A. Barcelona

1959

American Standard Requirement for Residential Wiring

National Wiring Bureau New York

1958

Wiring Manual for Home and Farm

A Carl Breóshl

Mc. Graw - Hill Book Company, New York

1957

Electrical Systems Design

Mc. Partland

Mc. Graw - Hill

1970

Alumbrado

J. W. Favié

Biblioteca Técnica Philips, Madrid

1963

✓ Vademécum del alumbrado comercial e industrial  
Biblioteca Técnica Philips, Holanda  
1969

✓ Manual para el diseño de instalaciones eléctricas en  
Residencias  
Siegfried Schreier F.  
Caracas  
1959

La protección de las instalaciones domésticas e industriales  
J. A. Crabtree & Co. Ltd. Inglaterra  
1970

Electrical Construction and Maintenance  
Mc. Graw - Hill  
1956

Instalaciones eléctricas  
G. Castelfranchi  
Editorial Gustavo Gili, S.A. - Barcelona  
1961

Manual de alumbrado Westinghouse  
Electrónica Ibérica, S.A.  
1967

Electric Wiring of Building  
F. Charles Raphael  
Sir Isaac Pitman & Sons, Ltd. London  
1960

Revista Internacional de Luminotecnia  
Stichting Prometheus, Amsterdam.

Empresa Eléctrica "Quito S.A." Informe  
5 años en cifras - 1965/ 1969 - Quito  
1969

Curso de Instalaciones, dictado en la  
Escuela Politécnica Nacional, por  
Ing. Vicente Jácome