



SANTA CRUZ

COLEGIO DE INGENIEROS ELECTRICISTAS Y ELECTRÓNICOS DE SANTA CRUZ – CIEE SC

GUÍA PRÁCTICA DE ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS INTERNAS EN BAJA TENSIÓN EN EDIFICACIONES EN GENERAL

SANTA CRUZ - BOLIVIA

MAYO 2018

INDICE

ANTECEDENTES	1
1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	2
2. CONFIGURACIÓN DE LOS CIRCUITOS	3
3. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES INICIALES DEL PROYECTO	4
3.1. Criterio para los puntos de iluminación.....	4
3.2. Puntos de tomacorrientes.....	5
3.3. Ubicación del tablero de medición.....	5
3.4. Ubicación de los tableros de distribución.....	5
3.5. Circuitos.....	6
3.6. Trazado y recorrido de los circuitos.....	6
3.7. Tableros de protección y maniobras, preliminares.....	7
3.8. Diagramas unifilares preliminares.....	7
4. INGENIERÍA DEL PROYECTO	8
4.1 EDIFICACIONES EN GENERAL	8
a) Cuadros de carga.....	8
b) Cálculo lumínico.....	10
c) Sistema de aterramiento.....	11
d) Protección contra descargas atmosféricas a tierra.....	13
e) Protección contra sobre voltajes de origen interno.....	13
4.2 EDIFICACIONES ESPECIALES	14
a) Fuentes propias de suministro de energía eléctrica, para emergencia en locales de concurrencia pública.....	14
b) Instalaciones en locales con riesgo de incendio y/o explosión.....	14
c) Instalaciones en hospitales	15
d) Instalaciones en ambientes de características especiales y usos específicos	15

5.	ESPECIF. TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPAMIENTO...	16
6.	PLANOS, RECOMENDACIONES.....	18
a)	Información en planos.....	18
b)	Diagramas unifilares.....	18
c)	Planos de proyectos de remodelación o ampliaciones.....	19
d)	Diseños esquemáticos.....	19
7.	CÓMPUTO MÉTRICO.....	20
8.	ANEXOS	

ANTECEDENTES

INTRODUCCIÓN Y ALCANCE DEL DOCUMENTO

La presente guía fue elaborada por encargo del Colegio de Ingenieros Electricistas y Electrónicos. El presente documento es una primera versión que abarca los temas generales sobre instalaciones eléctricas, siendo los de mayor demanda los proyectos de edificaciones residenciales, comerciales y oficinas. Para los proyectos especiales, tales como: centros de salud, deportivos, manejo de combustibles y otros, igualmente se aplican las recomendaciones generales del presente documento, aunque existen detalles técnicos particulares de este tipo de proyectos en los que se deberá ampliar el alcance del documento en una segunda etapa.

El objetivo de la guía es la de proporcionar herramientas útiles y prácticas para elaborar proyectos de instalaciones eléctricas en baja tensión a los ingenieros del área que no tienen experiencia en este tipo de proyectos y sobre todo para los colegas, recientemente titulados y que desde el punto de vista de la realización personal y autónoma de la profesión, este tipo de trabajo les resulta adecuado para comenzar a desarrollar su profesión.

En los capítulos siguientes se describirá los pasos a seguir para elaborar un proyecto de instalaciones eléctricas en baja tensión de edificaciones en general.

1. INFORMACIÓN GENERAL

1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto debe iniciar con una descripción de los datos generales y características de las edificaciones y tipo de uso de la energía eléctrica, para lo cual se presenta a continuación un cuadro que será llenado por el proyectista:

Cuadro No.1- Información general del proyecto

DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre del propietario:	
DESCRIPCION RESUMIDA DE LA EDIFICACION	
Tipo de edificación:	
Cantidad de niveles:	
TIPO DE PROYECTO	
Temporal:	
Permanente:	
UBICACIÓN	
Departamento:	
Provincia:	
Ciudad o población:	
Calle, UV, MZ, otra referencia:	
TIPO DE USO DE ENERGIA ELECTRICA	
Residencial:	
Comercial:	
Industrial:	
Mixto:	
Granja:	
Agua potable:	
Riego:	
Especial:	

FUENTE: Elaboración propia

2. CONFIGURACIÓN DE CIRCUITOS

2 CONFIGURACIÓN DE LOS CIRCUITOS

Dependiendo del tipo de proyecto, la subdivisión de los circuitos internos tiene que tener en cuenta la información básica suministrada por los colegas de otras áreas la ingeniería, arquitectura u otros especialistas del tipo de uso de la energía eléctrica. Para la ubicación de los puntos de iluminación y los toma-corrientes, comunes y de fuerza (el layout, para el caso de proyectos industriales, hospitales, especiales), orientativamente se debe considerar la siguiente tabla:

Cuadro No. 2- Fuente de la información general del proyecto

TIPO DE EDIFICACIÓN	FUENTE DE INFORMACIÓN
Residenciales, condominios, urbanizaciones	Arquitectos, Ing. Civiles
Comerciales, oficinas urbanizaciones	Arquitectos, Ing. Civiles
Industriales	Ing. Industriales, especialistas
Especiales (bombeo de agua, granjas, riego, etc.)	Ing. Sanitarios, especialistas
Hospitales, clínicas, estaciones de servicio, etc.	Personal médico, especialistas
Estaciones de servicio, plantas petroleras, etc.	Personal especialista

FUENTE: Elaboración propia

Los paquetes computacionales que normalmente se emplean para realizar los dibujos son: Vectorworks y el Autocad. Por lo tanto, el cliente (arquitecto, ingeniero, dueño del predio) deberá entregar la información básica y planos arquitectónicos en alguno de esos paquetes.

3. COMPONENTES INICIALES DEL PROYECTO

3. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES INICIALES DEL PROYECTO

A continuación se describe la secuencia de pasos iniciales a seguir para elaborar un proyecto en baja tensión.

3.1. Criterios para los puntos de iluminación

a) Viviendas:

Definir el tipo y la cantidad de puntos de iluminación necesaria por cada ambiente, además indicar en el plano la ubicación el elemento del control (interruptor o conmutador).

b) Edificios: comerciales, oficinas

Dependiendo de las dimensiones de los ambientes y aspectos arquitectónicos, se realiza un cálculo lumínico, siguiendo las pautas que más adelante se explican

c) Edificaciones especiales: industrias, campos deportivos, etc.

Dependiendo de las dimensiones de los ambientes, aspectos arquitectónicos y tipos de carga, se realiza un cálculo lumínico, siguiendo las pautas que más adelante se explican.

La NB 777, en su versión 2015, da una orientación respecto a la densidad de carga para iluminación en VA/m², como se puede apreciar en la tabla siguiente:

Tabla No. 3.1- Densidad de carga para iluminación en edificios públicos
VA/m²

Tipo edificio, local y tarea visual	VA/m ²
Sala de espectáculos	10
Bancos	20
Peluquerías y salones	30
Iglesias	10
Clubes	20
Juzgados y audiencias	20
Hospitales	20
Hoteles	10
Habitaciones de hospedaje	15
Restaurantes	20
Escuelas	30
Vestíbulos	10
Depósitos, baños	3
Locales comerciales	30

FUENTE: NB777 año 2007

3.2. Puntos de toma-corrientes

Sobre la base de la información del proyectista de la edificación:

- a) Definir la cantidad de puntos de toma-corrientes de uso general por cada ambiente, considerando como mínimo lo establecido, que es 3,6 m por cada toma-corriente. Véase NB 777. CAP III. Art. 3.1.2.
- b) Definir la cantidad de puntos de toma-corrientes de uso específico por ambiente o sección (ejemplo: acondicionadores de aire, duchas, calefones y otros artefactos y/o equipamiento de fuerza).

La NB 777 CAP III. Art. 3.1.2 indica la cantidad de tomacorrientes por cada 20 m², que se puede instalar. Véase la tabla siguiente:

Tabla 3.2 - Número mínimo de tomacorrientes/20 m²

Tipo edificio, local y tarea visual	Número mínimo
Sala de espectáculos	1
Bancos	2
Peluquerías y salones	4
Iglesias	1
Clubes	2
Juzgados y audiencias	3
Hospitales	3
Hoteles	4
Habitaciones de hospedaje	3
Restaurantes	2
Escuelas	2

FUENTE: NB777 año 2007

3.3. Ubicación del tablero de medición

En el plano de la edificación, ubicar el tablero o panel de medición, indicando la longitud desde la cañería de ingreso del alimentador o transformador (si el suministro es con transformador particular) y el diámetro del ducto, además del tipo de tablero de medición (monofásico o trifásico)

3.4. Ubicación de los tableros de distribución

Ubicación de los tableros de distribución (la cantidad según requerimientos de la edificación), por ejemplo si la vivienda es de 2 plantas cada planta

debe tener su propio tablero. Si es de tipo industrial se debe colocar tableros en cada sección, por ejemplo, uno para oficinas, otro para cada sección de la producción, etc. Los tableros deben ser ubicados en ambientes que sean fácilmente accesibles por el personal autorizado.

3.5. Circuitos

Definir la cantidad de circuitos de iluminación de cada tablero de distribución, considerando que cada uno no debe pasar de 3.000 VA y para los puntos de iluminación comunes emplear una potencia de 100 VA para lámparas incandescentes y si son de descarga deben tener un alto factor de potencia (NB777 art. 3.3).

Definir la cantidad de circuitos de tomacorrientes de uso general de cada tablero de distribución, considerando que cada uno no debe pasar de 4.000 VA y emplear una potencia de 200 VA por cada punto (NB 777 art. 3.4).

Definir los circuitos de tomacorrientes de uso especial o de fuerza de cada tablero de distribución, de tal forma que cada circuito corresponda a un toma-corriente.

Todos los circuitos de tomacorrientes deben contar con un punto de conexión al conductor de protección PE, conductor de tierra.

3.6 Trazado y recorrido de circuitos

a) Viviendas

En los planos, realizar el trazo y recorrido de los ductos y conductores de cada uno de los circuitos (iluminación y tomas), indicando la cantidad de conductores que van en los ductos (Fases, Neutro, Retorno, Tierra). Véase ejemplos de diseño arquitectónico y circuitos eléctricos en **ANEXO I, III, IV y VII**.

b) Proyectos especiales

Como ya adelantado en la introducción de este documento, en esta etapa de la preparación de la guía, no se contempla otros tipos de proyectos especiales, tales como centros de salud, locales de asistencia pública, locales con riesgo elevado de incendio o explosión y otros.

b1) Mercados de abastecimiento de alimentos y artículos en general

Se puede tener las siguientes opciones:

- 1) Los conductores de los circuitos que parten de los medidores tienen un recorrido sobre bandejas tipo escalerilla, asentados directamente sobre la bandeja, separados por accesorios de amarre y fijación.
- 2) Los conductores de los circuitos que parten de los medidores tienen un recorrido sobre bandejas, van al interior de tubos de PVC y sujetos a la bandeja.
- 3) Idem a 2), pero el recorrido de los tubos puede ser a lo largo de las paredes o techo. Si los tubos no son empotrados y son accesibles a las personas, los tubos deberían ser metálicos, tipo “tubing” (EMT), para proteger de daños por golpes.

Se puede observar planos referenciales en los **ANEXOS II, V, VI**.

3.7 Tableros de protección y maniobras

Determinar las dimensiones de los tableros de distribución sobre la base de la cantidad de disyuntores termomagnéticos, de las dimensiones de barras y la reserva para futuras cargas. En general, comercialmente se consiguen tableros de varias dimensiones o de tipo modular. Definir el tipo de material a emplear (metal o plástico),

3.8. Diagramas unifilares

- a) Elaborar el diagrama unifilar de cada uno de los tableros de distribución.
- b) Elaborar el diagrama unifilar general de toda la edificación.

4. INGENIERÍA DEL PROYECTO

4. INGENIERIA DEL PROYECTO

4.1 EDIFICACIONES EN GENERAL

a) Cuadros de carga

El cálculo de la demanda máxima de potencia del usuario de energía eléctrica tendrá en cuenta la metodología indicada en las normas nacionales NB 777, capítulo 4. En ellas se establece las definiciones de los siguientes factores: Factor de demanda y factor de diversidad. En las normas indicadas se muestran cuadros donde se indica el factor de demanda global de las edificaciones, según el tipo de uso del servicio (condominios, edificaciones residenciales, edificios comerciales, industria, edificaciones especiales). Los cuadros indicados deben ser complementados por cuadros de demanda desglosados en subtableros, cuando así amerite la magnitud del proyecto.

Cabe observar, que los cuadros de las normas indicadas, capítulo 4, son referenciales y el cálculo de la demanda total requiere, para mayor precisión, calcular detalladamente para cada subtablero la demanda máxima. Es el caso de industrias y edificaciones especiales, por tratarse de usos del servicio complejos y de tecnologías cambiantes en el tiempo, que pueden requerir profundizar la investigación de las demandas parciales y total. En particular, es muy importante la información de los especialistas en la operación y manejo del equipamiento de las industrias y usos especiales.

a1) Información de los cuadros

Los cuadros de demanda de los tableros de distribución deben contar la siguiente información:

1. Carga eléctrica demandada, en amperes (A), por circuito, por fase.
2. Protección de circuitos y alimentadores (1 P, 3 P)
3. Sección de los conductores de los circuitos, en mm². El cálculo se realizará considerando principalmente el criterio de máxima caída de tensión por circuito. En los alimentadores esta caída es de 2%.
4. Caída de tensión en cada circuito. Se realizará el cálculo respectivo para verificar que la caída no sea mayor a 3%, respecto a la tensión nominal de suministro.
5. Considerar la posibilidad de prever una reserva de demanda por aumentos de carga no previstos inicialmente.
6. En el cuadro de carga total de la edificación se debe incluir la longitud del alimentador principal (entre la red de la empresa distribuidora o transformador y el tablero de medición).

7. Para los cálculos de la demanda en amperios, considerar los datos de los catálogos o asumir valores de factor de potencia promedio, por cada circuito, acorde a los tipos de carga de los circuitos.
8. Las normas NB 777 año 2015, **Tabla N° 7.2 ver ANEXO XIII**, establece el diámetro del ducto de PVC, en función de la cantidad de cables, siendo el diámetro de 16 mm (5/8") el mínimo a emplear. También se puede recurrir a la información de los fabricantes de cables, que sugieren el diámetro de los ductos para cada circuito.
9. En las edificaciones residenciales se recomienda instalar disyuntores diferenciales en los toma-corrientes, para accionamiento de 30 mA.

a2) Cálculo de la potencia demandada

Para el cálculo de la demanda máxima, se debe seguir los siguientes pasos:

1. Teniendo en cuenta los criterios indicados sobre el uso de los factores de demanda y diversidad, calcular la demanda máxima para cada sub-tablero de distribución.
2. Elaborar cuadros de carga totalizadores, sobre la base de los cálculos de cargas de los tableros del punto 1, cuando fuera necesario. Ej. **ANEXOS VIII y IX. Cuadro N° 4.1 y 4.2**
3. Elaborar el cuadro general de la edificación con la información de los sub-tableros del punto 2 y los cuadros individuales no considerados del punto 2. El resultado final de cálculo es la demanda máxima de la edificación. Ej. **ANEXO X. Cuadro N° 4.**

a3) Selectividad de protecciones

Se debe tener en cuenta que es importante seleccionar los disyuntores considerando la necesidad de un accionamiento selectivo, de tal forma que en casos de fallas en las conexiones, accionen solo los disyuntores que se encuentren inmediatamente aguas arriba de las fallas.

El proyectista debe considerar la selectividad (coordinación de protecciones) parcial y total en los proyectos ya sean vivienda, comercio, industriales y/o especiales, según lo mencionado por la **NB777** en su **art. 11.5**, en dispositivos de protección conectados en serie ya sean interruptores automáticos o fusibles. El proyectista, según las características y necesidades de su proyecto, puede considerar lo siguiente:

a3.1) Selectividad parcial

Debe estar acorde a lo recomendado en la **NB777** en su **art. 2.129**, donde dos dispositivos de protección en un mismo tiempo actúan escalonadamente bajo diferentes corrientes de corto circuito máximas $I_{ccm\acute{a}x}$ (Amperios).

a3.2) Selectividad total

Debe estar acorde a lo recomendado en la **NB777** en su **art. 2.130**. Donde dos dispositivos de protección en serie actúen escalonadamente en tiempos diferentes a una misma corriente de corto circuito máxima $I_{ccm\acute{a}x}$ (Amperios).

En la industria de los interruptores para baja tensión, los fabricantes ponen a disposición de los proyectistas programas computacionales que seleccionan la corriente nominal y la curva de disparo de los disyuntores termomagnéticos a utilizar.

b) Cálculo luminotécnico

1. En coordinación con el arquitecto proyectista, o los especialistas del tipo de proyecto (si fuera un proyecto especial), elegir los tipos de luminaria para cada ambiente de la instalación.
2. Elegir el nivel de iluminación normada para cada ambiente, teniendo en cuenta las tablas iluminación establecidas por la norma NB 777, en su Anexo B de niveles de iluminación.
3. Definir la altura donde estarán ubicados las luminarias en cada ambiente.
4. Calcular el número de luminarias necesarias para obtener el nivel de iluminación que recomienda la norma NB 777, en cada ambiente. El cálculo luminotécnico puede ser realizado manualmente o mediante software disponible en la red (el software libre más utilizado es el DIALUX). En el **ANEXO XI** se muestra una distribución de luminarias como resultado de un software.
5. El resultado de los cálculos y la selección más conveniente de los tipos de lámparas indicará la potencia a considerar para cada punto de iluminación especial.

c) Sistema de aterramiento

Deberá ser diseñado de acuerdo a norma NB148005 y NB148009

- c1) El sistema de puesta a tierra de una instalación de consumo deberá diseñarse y ejecutarse con el objetivo que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falla o las de descarga de origen atmosférico.
- c2) El diseño y construcción de un sistema de puesta a tierra debe garantizar la seguridad de las personas, considerando la máxima energía eléctrica que puede soportar, dadas por las tensiones de paso, de contacto o transferidas y no el valor de resistencia de puesta a tierra tomado aisladamente.
- c3) Un sistema de puesta a tierra debe cumplir con las siguientes funciones:
 - Garantizar las condiciones de seguridad de los seres vivos, con respecto al sistema eléctrico instalado.
 - Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
 - Servir de referencia común al sistema eléctrico.
 - Conducir y disipar con suficiente capacidad las corrientes de falla, electrostática y de rayo, y las corrientes en el conductor de protección a tierra sin riesgos de sobreesfuerzos térmicos, termomecánicos ni electromecánicos peligrosos ni de choques eléctricos debidos a estas corrientes.
- c4) Realizar una conexión de baja impedancia con la tierra y con puntos de referencia de los equipos.
- c5) En una instalación podrá existir una puesta a tierra de servicio y una puesta a tierra de protección.
- c6) Los elementos metálicos que no forman parte de las instalaciones eléctricas no podrán ser incluidos como parte de los conductores del sistema de puesta a tierra. Este requisito no excluye la exigencia de que se deben conectar a tierra, evaluando las condiciones específicas de cada sistema eléctrico.
- c7) La estructura de un edificio debe ser conectada al sistema de puesta a tierra para mantener la equipotencialidad del sistema, para lo cual,

se debe utilizar los medios y elementos aprobados para ello. Ver Anexos 6.4

- c8) Cuando por requerimiento de un edificio existan varias puestas a tierra, todas ellas deben estar interconectadas eléctricamente, a modo de asegurar la equipotencialidad entre ellas.
- c9) Todo sistema de puesta a tierra debe contar con un punto accesible de medición que puede ser una camarilla o caja de registro. El diámetro mínimo de la camarilla de registro de puesta a tierra no deberá ser inferior a 110 mm y cuando se utilicen cajas de registro, sus dimensiones serán como mínimo de 30 x 30 cm.
- c10) Las instalaciones menores deberán contar con una toma de tierra en el panel de medición. En las instalaciones mayores se deberá diseñar una malla de tierra acorde con las normas NB777, NB148005 y NB148009.
- c11) En Santa Cruz los sistemas de conexión de las redes de suministro emplean transformadores de distribución con el centro estrella conectado directamente a tierra, que corresponde al esquema TT. “Generalmente en un esquema TT la corriente de falla entre un conductor de línea y una masa tiene una intensidad inferior a la corriente de cortocircuito en el esquema TN; no obstante, esta corriente puede dar lugar a la aparición de tensiones peligrosas” (NB777, cap.8. Art, 8.3).
- c12) En la norma NB 777 la **Tabla 9.1 ver ANEXO XIV,,** del artículo 9.3 establece las secciones mínimas de los conductores de protección (conductores de aterramiento).
- c13) En la norma NB 14009, Art. 5.1.1 se indica que se pueden emplear los fierros del hormigón de las zapatas o fundaciones de las edificaciones como electrodos de tierra, bajo condiciones establecidas en el artículo citado.
- c14) Una vez realizada la instalación de la obra, se deberá verificar que la resistencia a tierra no sea mayor a 10 ohmios.
- c15) Conexión de equipotencial: para reducir la tensión de contacto debe diseñarse de acuerdo a norma NB148009 numeral 5.6.2

d) Protección contra descargas atmosféricas a tierra (rayos)

De la Norma NB777, art. 11.8, se establece que “las medidas de protección contra sobretensiones, están referidas a las zonas internas de protección ZPR1 y ZPR2 (Véase figura 11.1) y debe contar:

- Con la equipontencialidad de todas las masas con el sistema de puesta a tierra.
- Con una adecuada ubicación, instalación y coordinación de limitadores de sobretensión.
- Tomar en cuenta mapas ceraúnicos de la zona y su frecuencia anual promedio.

Para dimensionar la protección contra descargas atmosféricas en las zonas de protección ZPR O_A y ZPR O_B , tomar en cuenta lo establecido en la norma NB 148010-1”.

Como indica la norma NB, en la práctica, frecuentemente no es posible, ni fácil, a costo reducido, obtener dimensiones tales que aseguren esta protección máxima.

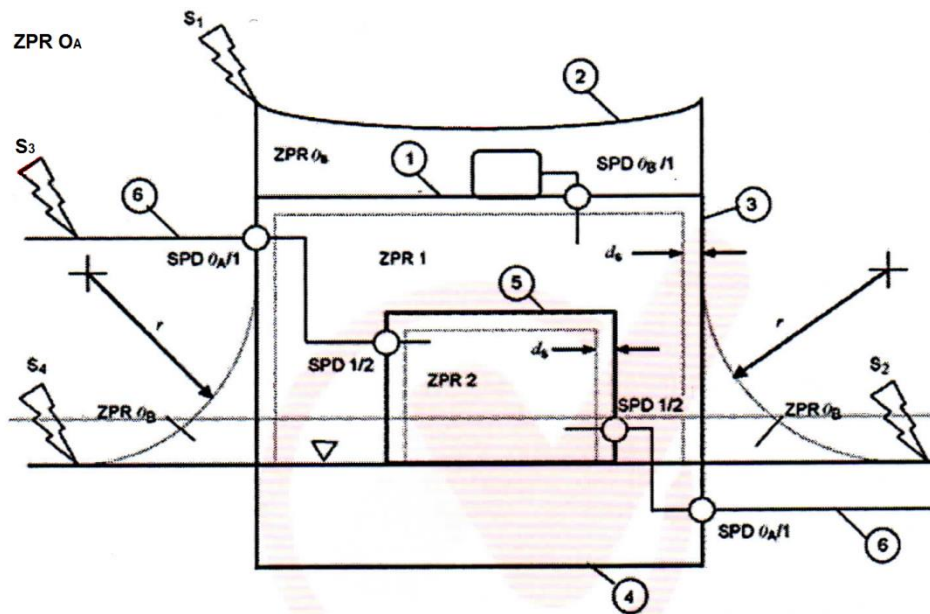


Figura 11.1 - Zonas de protección

e) Protección contra sobre voltajes de origen interno a la red de distribución

Para proteger adecuadamente el equipamiento de las oficinas o de otros tipos de usos que sean delicados, se deben emplear una protección contra sobre-voltajes. Dependiendo la importancia de los equipos, se podrá establecer niveles de protección distintos.

El proyectista decidirá si es conveniente en su proyecto tomar en cuenta el empleo de los dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS), a frecuencia industrial, para uso doméstico o similar. Según la NB777 en su Art. 11.11, se deben emplear protección contra sobretensiones para mitigar los efectos de las mismas, entre los conductores fases o fases y neutro, de esta forma se podrá proteger adecuadamente el equipamiento de las oficinas o de otros tipos de usos que sean delicados. Dependiendo la importancia de los equipos, se podrá establecer niveles de protección distintos.

En caso de utilizar Dispositivos de Protección contra Sobretensiones (DPS), el proyectista debe presentar en sus especificaciones técnicas la siguiente información del fabricante:

- Protección contra influencias externas
- Método de montaje
- Método de conexión
- Valor de tensión de funcionamiento asignada
- Valor de frecuencia asignada
- Valores límites de tiempos de funcionamiento y de no respuestas
- Margen de la temperatura ambiente

4.2 EDIFICACIONES ESPECIALES

En este acápite hacemos referencia, sin entrar en los detalles de diseño, a las instalaciones especiales y los requerimientos de instalación.

a) Fuentes propias de suministro de energía eléctrica, para emergencia en locales de concurrencia pública

Para las instalaciones en baja tensión, en lugares de concurrencia pública se debe contar con iluminación y señalización de respaldo para que en casos de falta de iluminación general, se asegure la iluminación en los

locales y los accesos a las salidas para una eventual evacuación del público. La fuente de respaldo pueden ser los sistemas autónomos de iluminación.

Así mismo, en edificaciones que requieran emplear para distintos usos fuentes de respaldo, se pueden emplear como fuente propia, grupos generadores que suministren energía eléctrica de forma continua u ocasional, a toda la instalación o parte de ella.

Véase norma NB 777, art. 12.3, que establece los requerimientos de las fuentes de respaldo en locales de concurrencia pública, tales como: establecimientos sanitarios, hoteles, locales de espectáculos, estaciones de viajeros y establecimientos comerciales.

b) Instalaciones en locales con riesgo de incendio y/o explosión

Los locales con riesgo de incendio y/o explosión son aquellos en los que se fabriquen, manipulen, o almacenen cantidades peligrosas de materias sólidas, líquidas o gaseosas, susceptibles de inflamación o explosión

La norma NB 777, art. 13, establece las prescripciones técnicas de instalación y uso de materiales adecuados para este tipo de instalaciones.

c) Instalaciones en hospitales

En este tipo de instalaciones están comprendidos los hospitales y centros de salud en general, clasificados en la norma boliviana.

La norma NB 777, art. 14, detalla los requerimientos técnicos de instalación y uso de materiales adecuados para este tipo de instalaciones.

d) Instalaciones en ambientes de características especiales y usos específicos

Son locales o ambientes húmedos bajo condiciones momentáneas o permanentes en los que se presenta condensación en el techos y paredes, manchas salinas o moho. Para este tipo de ambientes, la norma NB 777, art. 15, indica los requerimientos técnicos de la instalación.

Así mismo, en el art. 16, se detallan los requerimientos técnicos de instalación y uso de materiales adecuados para las piscinas

5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPAMIENTO

Comprende al menos los siguientes rubros:

- a) Conductores: Material: cobre electrolítico. Tipo de aislamiento: PVC, XLPE, EPR. NB 777. Véase **ANEXO XII, Tablas 5.3 (valores normalizados de aislación, 5.6 (factores de corrección por temperatura del suelo), 5.7 y 5.10 (factores de corrección por cantidad para más de 3 conductores).**
- b) Características constructivas de los tableros de medición y protección. NB 148001, 148002, 148003.
- c) Características técnicas de los equipos de protección y maniobra. NB 777, Cap. 21.
- d) Características técnicas de los ductos, sean de PVC o metálicos. NB 1069.
- e) Características técnicas de las canalizaciones en pisos. NB777. Art. 7.10
- f) Características técnicas de las bandejas portacables. NB 777, art. 7.4
- g) Características técnicas de los accesorios y cajas de paso. NB 777. Art.10
- h) Características técnicas de las cámaras de paso
- i) Instalaciones en locales con riesgo de incendio y/o explosión. NB 777, CAP 13. Art. 13.4, PRESCRIPCIONES PARA LAS INSTALACIONES. El detalle de las especificaciones para las estaciones de servicio (surtidores) se encuentra en los REGLAMENTOS DE LA LEY DE HIDROCARBUROS.

En ANEXOS XV, Figuras 1, 2, 3, 4 se muestran dibujos esquemáticos con las distancias de seguridad de las instalaciones eléctricas, respecto a las instalaciones de manejo de combustibles. En la Tabla 5.1 **ANEXO XVI** se muestra una tabla con el detalle de los elementos químicos, sus características físicas y su clasificación

por nivel de riesgo de explosión (Clase y División).

6. PLANOS ANEXOS

6. PLANOS, RECOMENDACIONES

a) Información en planos

Los planos eléctricos deberán contar como mínimo la siguiente información:

- Simbología adoptada según Normas NB 497-1983, que indique en su totalidad los elementos involucrados en la información gráfica, con las características eléctricas y detalles específicos aclaratorios.
- En cada planta o ambiente, representar las plantas con la información gráfica de todos los circuitos eléctricos.
- Diseño de circuitos y alimentadores desde panel de medición
- En los circuitos, indicar el detalle de cantidad de cables y diámetro de tuberías
- Carimbo que contenga detalles tales como: propietario, ubicación del predio, referencias del tipo de uso (tomacorrientes, iluminación, etc.), referencias de ubicación y/o uso en la edificación (planta baja, subsuelo, etc.), N° de plano.
- Se deberá incluir notas aclaratorias que complementen la información gráfica y permitan definir con claridad todos los criterios empleados en el diseño.
- La escala en los planos de áreas interiores para detalle de circuitos y sus ramales deberá ser tal que la información sea legible.

b) Diagramas unifilares

Son esquemas que representan las principales conexiones, siguiendo en orden descendente, desde la red de distribución hasta los circuitos de iluminación, de tomacorrientes normales y tomacorrientes especiales o de fuerza.

La información mostrada por el diagrama unifilar incluye: sección de los cables, diámetro de los ductos, protecciones principales y secundarias, secciones de barras, tipos de conexiones (monofásica o trifásica)

La simbología empleada es la recomendada por las normas NB497.

Los diagramas unifilares pueden ser subdivididos en:

- Diagrama unifilar general, que comprende las conexiones desde la red de distribución hasta los subtableros principales.
- Diagramas unifilares de los subtableros, que comprenden los alimentadores a los subtableros y de éstos a los circuitos de iluminación, de tomacorrientes normales y tomacorrientes especiales o de fuerza.

Se incluirán, cuando amerite, diagramas adicionales que complementen la información del sistema de montaje o construcción de algunos elementos eléctricos a instalar.

c) Planos de proyectos de remodelación o ampliaciones

En los planos eléctricos de remodelaciones o ampliaciones se debe presentar además los diagramas unifilares indicando los elementos existentes y los nuevos sistemas que se incluirán con todos los detalles necesarios para su interpretación.

d) Diseños esquemáticos de canalizaciones de alimentadores

Se trazará diagramas de trayectoria de canalizaciones y/o entubados para la acometida y alimentadores a los tableros y subtableros y sus características (tipo, dimensiones, etc.).

7. CÓMPUTO MÉTRICO

7. COMPUTO MÉTRICO

Consiste en la medición de las cantidades de material, equipamiento y mano de obra que forman parte del volumen de obra de la instalación.

Las planillas que comúnmente se emplean en el cálculo del presupuesto de la instalación eléctrica de inmuebles dependen de los criterios empleados para preparar los ítems individuales. Presentamos a continuación 3 tipos de planillas.

- a) Los ítems considerados son separados en 2 grupos distintos: materiales y mano de obra a emplear.
- b) Cada ítem contempla el material y la mano de obra.
- c) Cada ítem es calculado en base a análisis de precios unitarios.

En el **ANEXO XVII** se detalla algunos ejemplos referenciales. **Véase tablas 1, 2 y 3.**

