



**COLEGIO DE INGENIEROS ELECTRICISTAS Y  
ELECTRÓNICOS DE SANTA CRUZ**

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

**SANTA CRUZ - BOLIVIA**

**NOVIEMBRE 2019**

## INDICE

<b>ANTECEDENTES</b> .....	1
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO</b> .....	2
<b>2. CONFIGURACIÓN DE LOS CIRCUITOS</b> .....	3
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES INICIALES DEL PROYECTO</b> .....	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
<b>4. INGENIERÍA DEL PROYECTO</b> .....	8
<b>4.1 EDIFICACIONES EN GENERAL</b> .....	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
<b>4.2 EDIFICACIONES ESPECIALES</b> .....	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



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

## 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.



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

SANTA CRUZ - BOLIVIA  
NOVIEMBRE 2019



## 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**

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

**FUENTE:** *Elaboración propia*



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

SANTA CRUZ - BOLIVIA  
NOVIEMBRE 2019



## 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 tomacorrientes, 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.





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

SANTA CRUZ - BOLIVIA  
NOVIEMBRE 2019



### **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.

#### **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 3 numeral 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 NB777-2015 CAP 3. numeral 3.1.2 indica la cantidad de tomacorrientes por cada 20 m<sup>2</sup>, que se puede instalar. Véase la tabla siguiente:

**Tabla 3.1 - Número mínimo de tomacorrientes por cada 20 m<sup>2</sup>**

<b>Tipo edificio, local y tarea visual</b>	<b>Número mínimo</b>
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: NB777-2015*

### **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 (NB777-2015 numeral 3.1.1).

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 777-2015 numeral 3.1.2).

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.



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

SANTA CRUZ - BOLIVIA  
NOVIEMBRE 2019



## 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 777-2015, capítulo 4. En ellas se establece las definiciones de los siguientes factores: Factor de demanda y factor de simultaneidad. En la norma indicada 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 la norma indicada, 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 mm<sup>2</sup>. 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. La norma NB777- 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 simultaneidad, 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 **NB777-2015 numeral 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 **numeral 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 **numeral 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 NB777-2015, 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 diseñando 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.
- 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 NB777-2015, 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. numeral 8.3).
- c12) En la norma NB 777-2015 la **Tabla 9.1 ver ANEXO XIV**, numeral 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

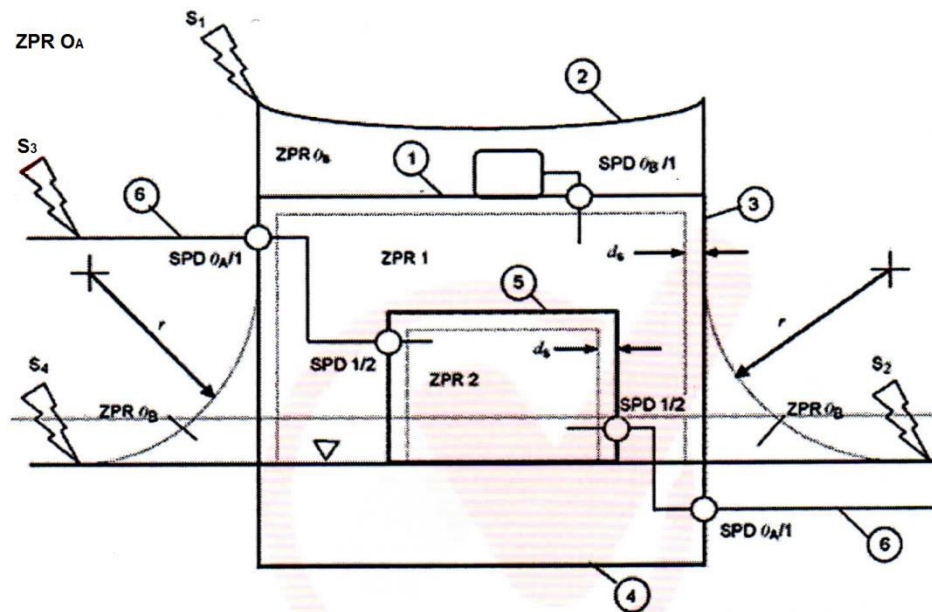
**d) Protección contra descargas atmosféricas a tierra (rayos)**

De la Norma NB777-2015, numeral 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 equipotencialidad 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 ceramínicos 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 777-2015, 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 NB777-2015 numeral 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 777-2015 numeral 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 NB777-2015, cap. 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 NB777-2015 cap. 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 baja 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 777-2015 cap. 15, indica los requerimientos técnicos de la instalación.

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



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

SANTA CRUZ - BOLIVIA  
NOVIEMBRE 2019



## **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. NB777-2015. **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 777-2015, Cap. 21.
- d) Características técnicas de los ductos de PVC según NB 1069.
- e) Características técnicas de las canalizaciones eléctricas NB777-2015 numeral 7.10
- f) Características técnicas de las bandejas metálicas o no metálicas NB 777, art. 7.4
- g) Características técnicas de las cámaras de paso
- h) Instalaciones en locales con riesgo de incendio y/o explosión. NB777-2015, cap 13 numeral 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 del **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).





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

SANTA CRUZ - BOLIVIA  
NOVIEMBRE 2019



## 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, 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 NB 497.

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



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

SANTA CRUZ - BOLIVIA  
NOVIEMBRE 2019



## 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.**



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

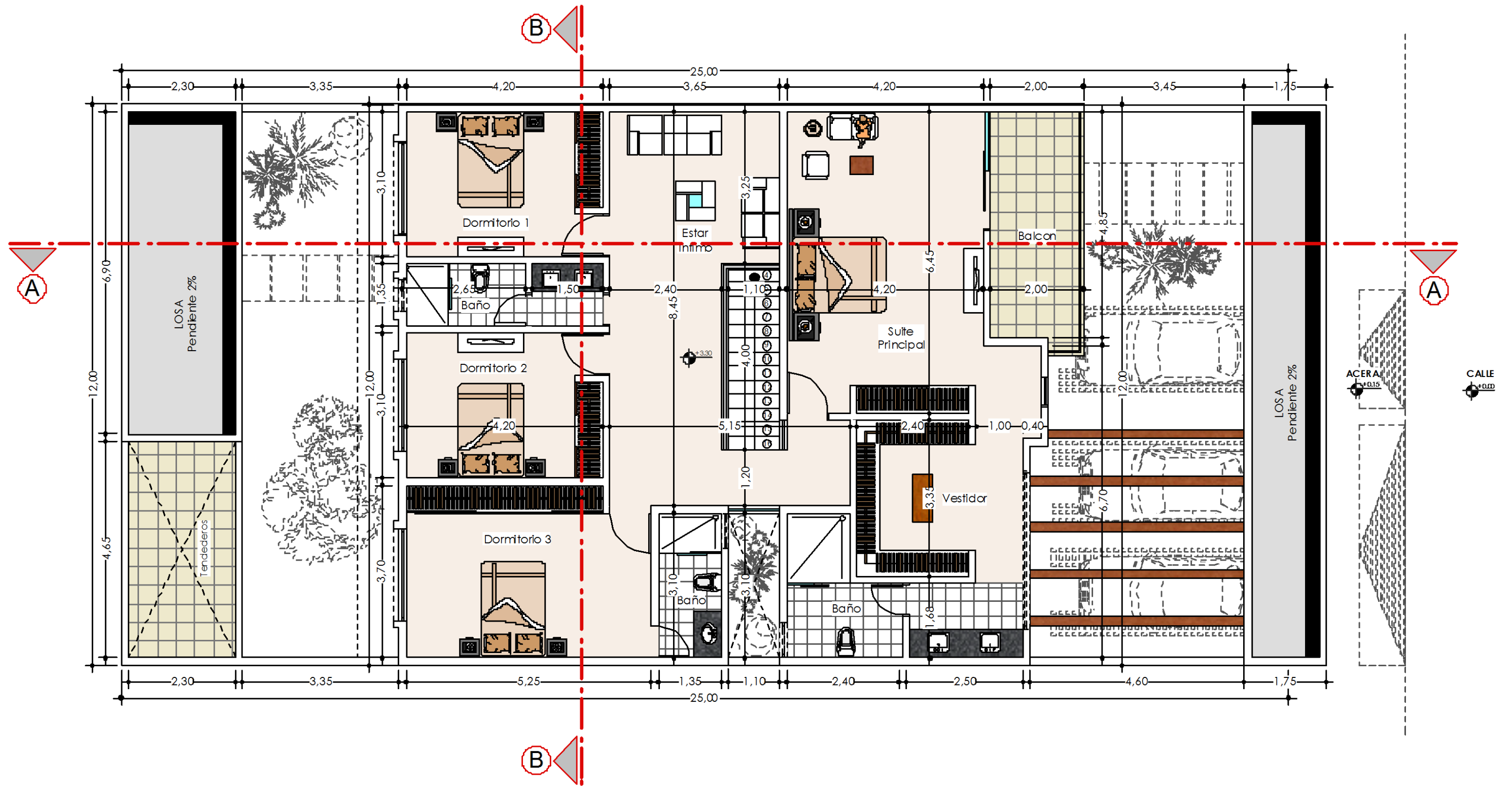
SANTA CRUZ - BOLIVIA  
NOVIEMBRE 2019



**8. ANEXOS**

## ANEXO I

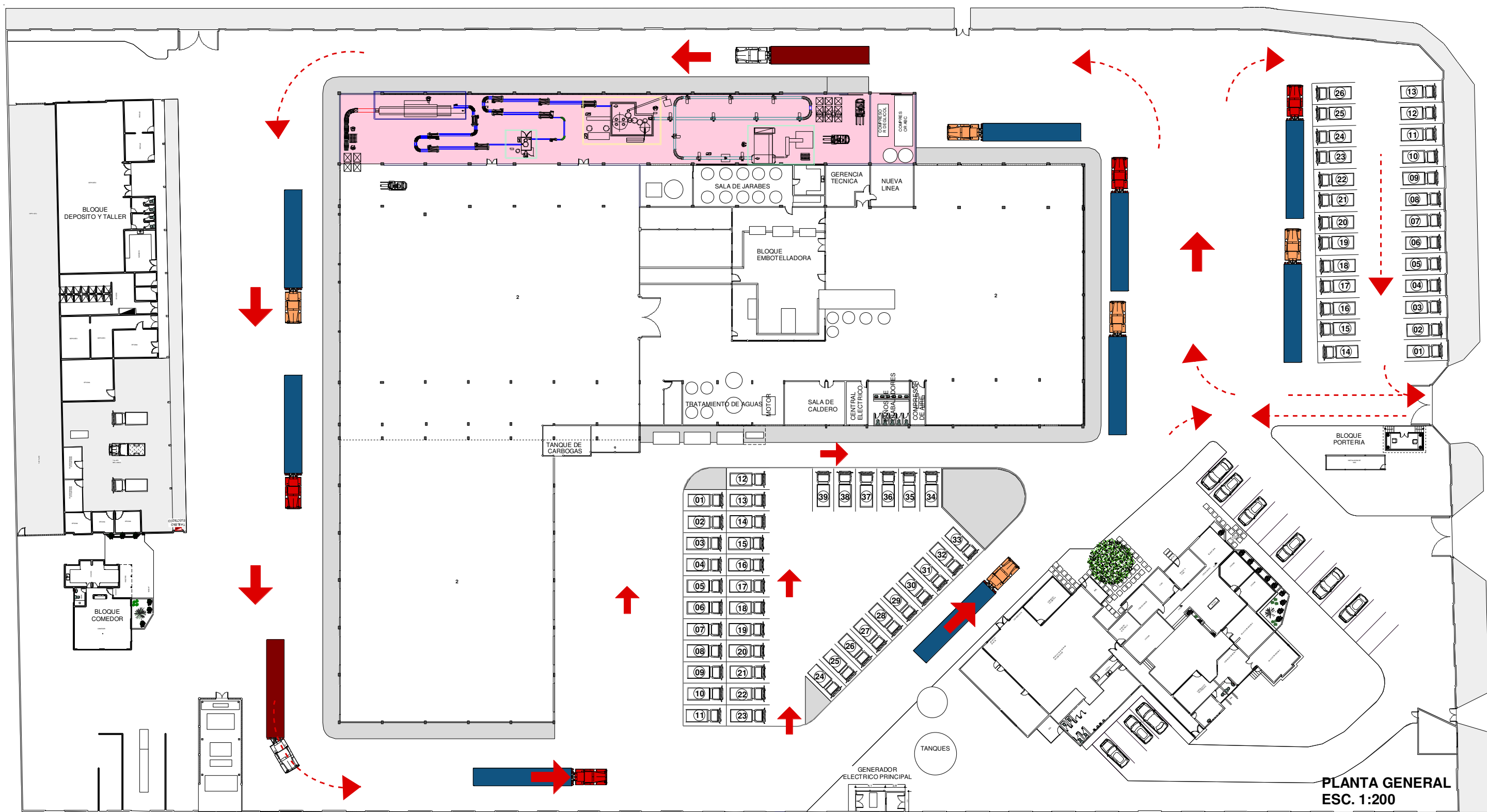
### EJEMPLO PLANOS ARQUITECTONICOS VIVENDA





## ANEXO II

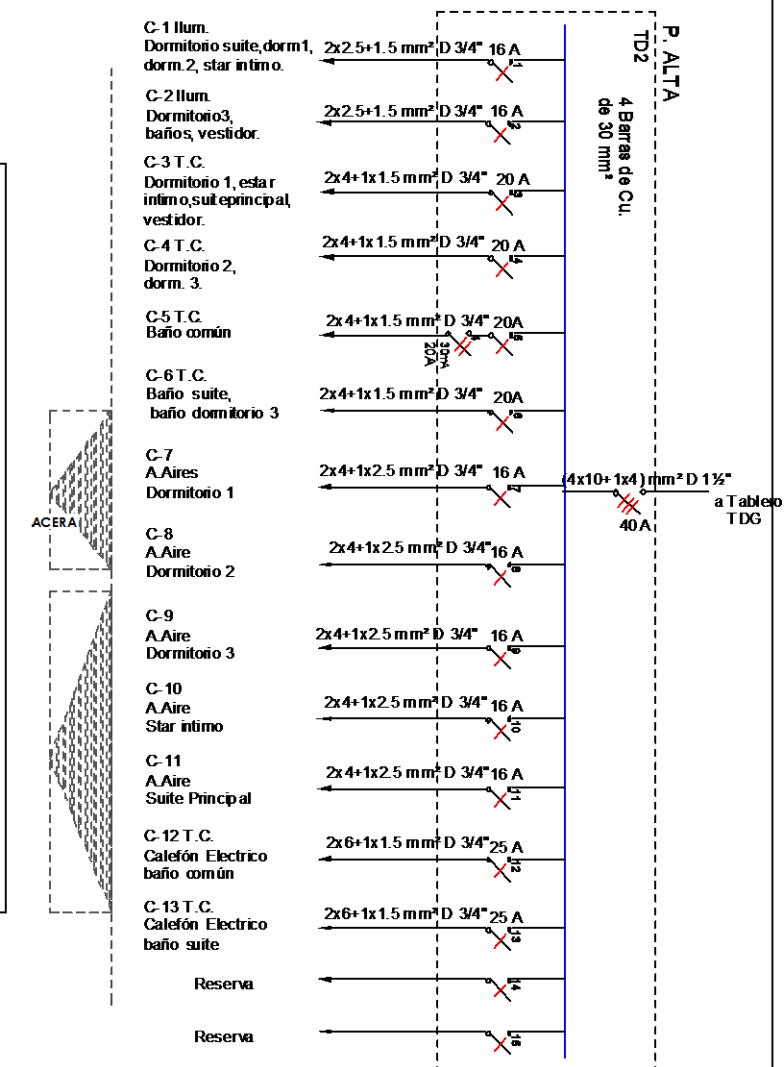
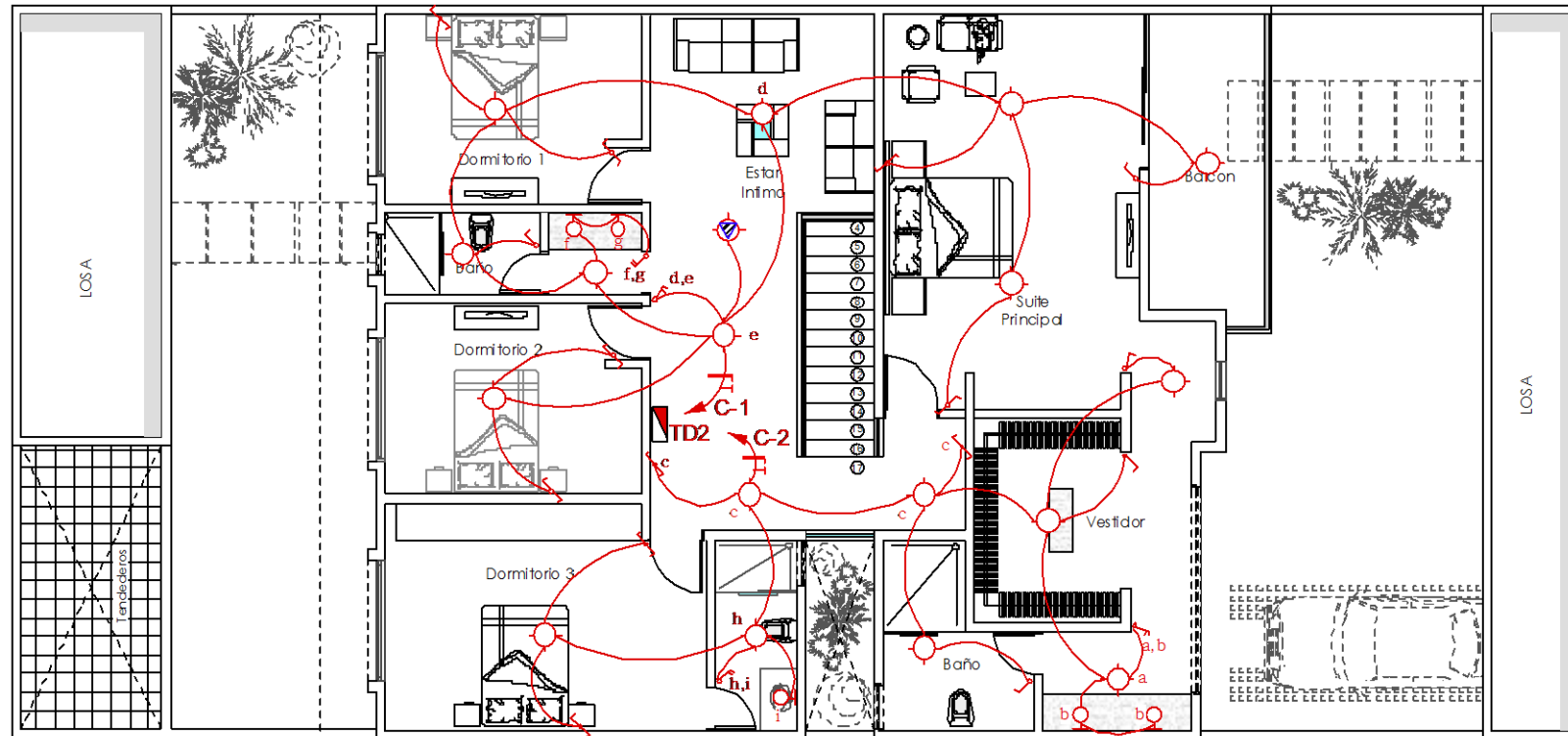
### EJEMPLO PLANOS ARQUITECTONICOS INDUSTRIA



**PLANTA GENERAL**  
**ESC. 1:200**

## ANEXO III

### EJEMPLO PLANO DE CIRCUITOS DE ILUMINACION EN VIVIENDA



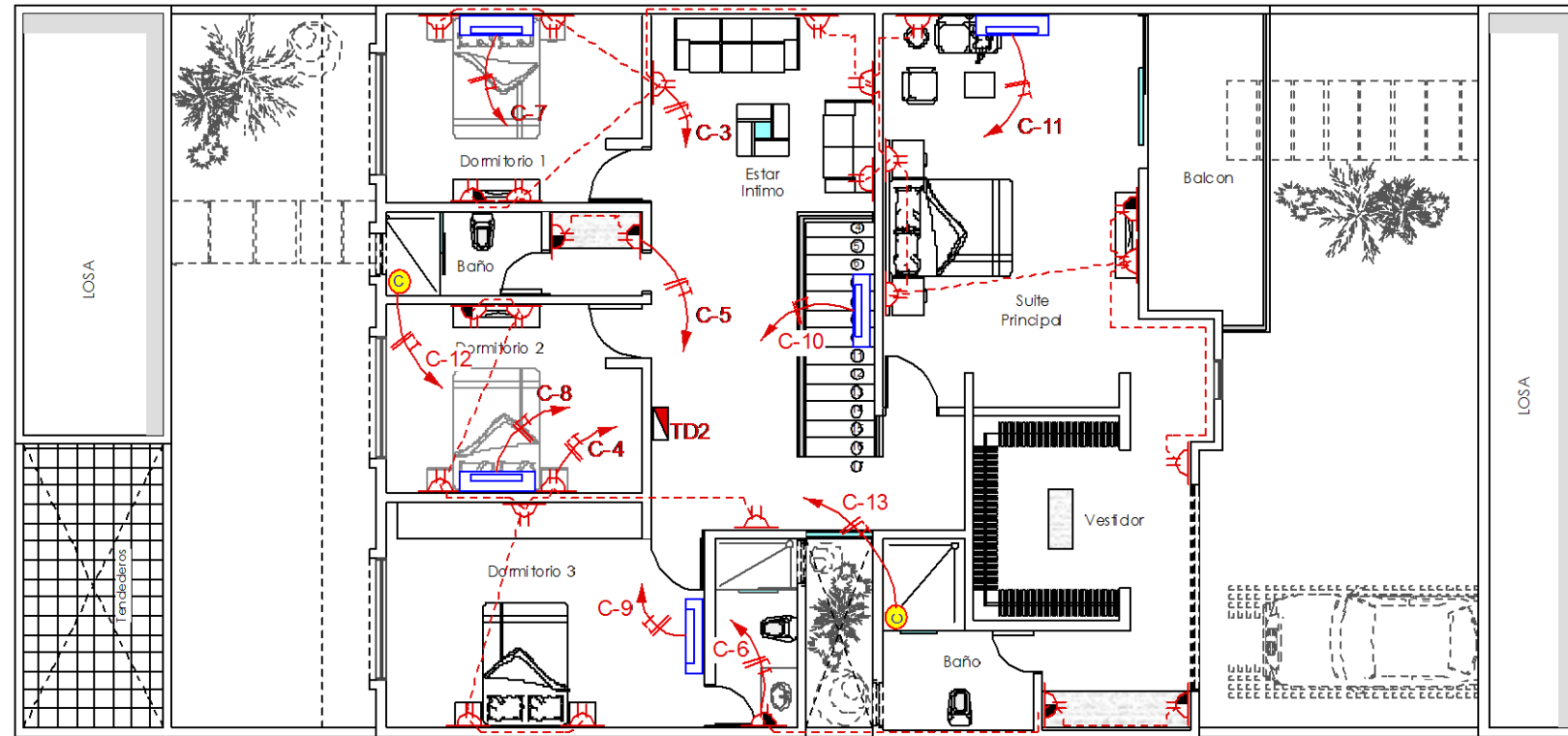
**REFERENCIAS**

	TDS - TABLERO DE DISTRIBUCIÓN		LUMINARIA QUE SE ENCENDERÁ MEDIANTE UN DISPOSITIVO UPS ATOM LUX MODELO 1601 CUANDO SE APAGUE LA DOTACION ENERGIA ELECTRICA (LUZ DE EMERGENCIA)
	CAJAS DE PASO 4" X 4" - (en loza y en pared)		LUMINARIA TIPO PLAFON
	FASE, NEUTRO, RETORNO Y TIERRA EN ELECTRODUCTO		APLIQUÉ DE PARED
	TENDIDO DE ELECTRODUCTO AÉREO EN LOZA		LUMINARIA TIPO SPOT
	TENDIDO DE ELECTRODUCTO EN PARED		LUMINARIA DE SOBREPONER TIPO FLUOROCENTE 2X20 W
	TENDIDO DE ELECTRODUCTO EN PISO		
	INTERRUPTOR DE LUZ, SIMPLE DOBLE-TRIPLE		
	CONMUTADOR DE LUZ, SIMPLE DOBLE-TRIPLE		

LOGO CONSULTORA (CONSULTORY)	DATOS DE LA CONSULTORA (CONSULTOR) Dirección: Teléfono: Email:
Proyecto: <b>Instalación Eléctrica "VIVIENDA UNIFAMILIAR"</b>	
Título del Plano: <b>CIRCUITOS DE ILUMINACION</b>	
Nivel: <b>PLANTA ALTA</b>	
Propietario(s): Dirección: UV: Mza: Lote:	
PLANO X	Proyectista: Especialidad: R.N.I.:
ESCALA 1:100	VERSION 1 29/08/16
	VERSION 2
	VERSION 3
	VERSION 4

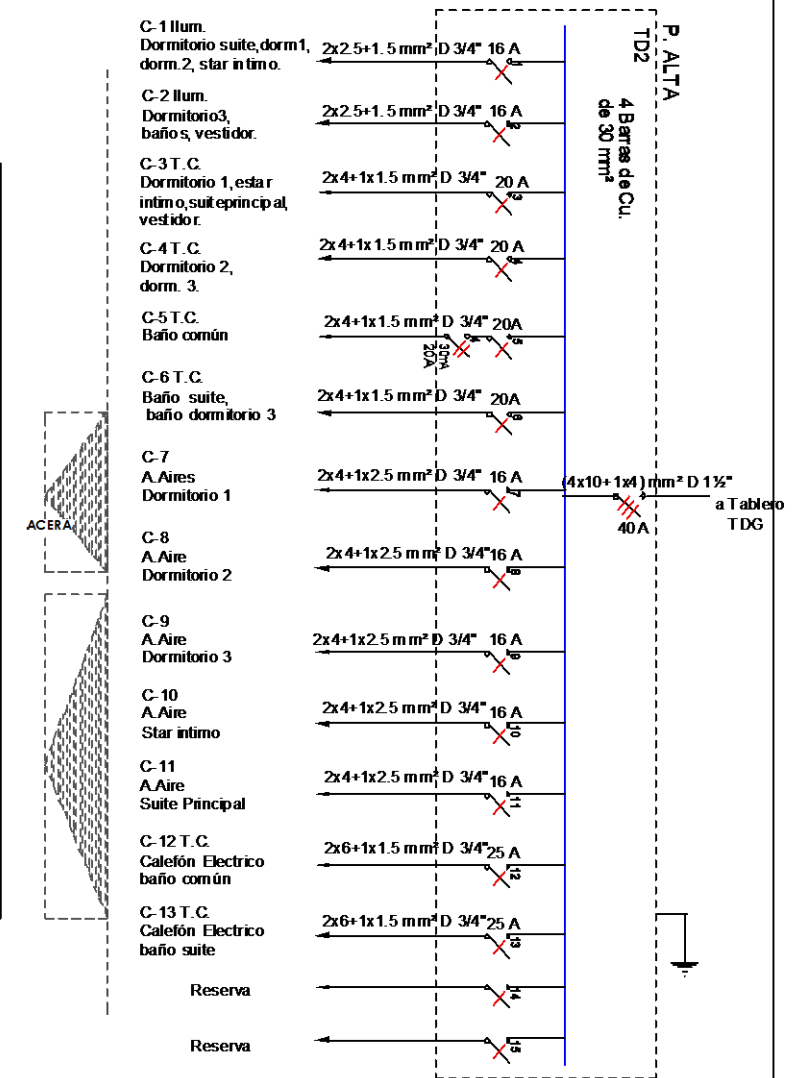
## ANEXO IV

### EJEMPLO PLANO DE CIRCUITOS DE TOMACORRIENTES EN VIVIENDA



REFERENCIAS

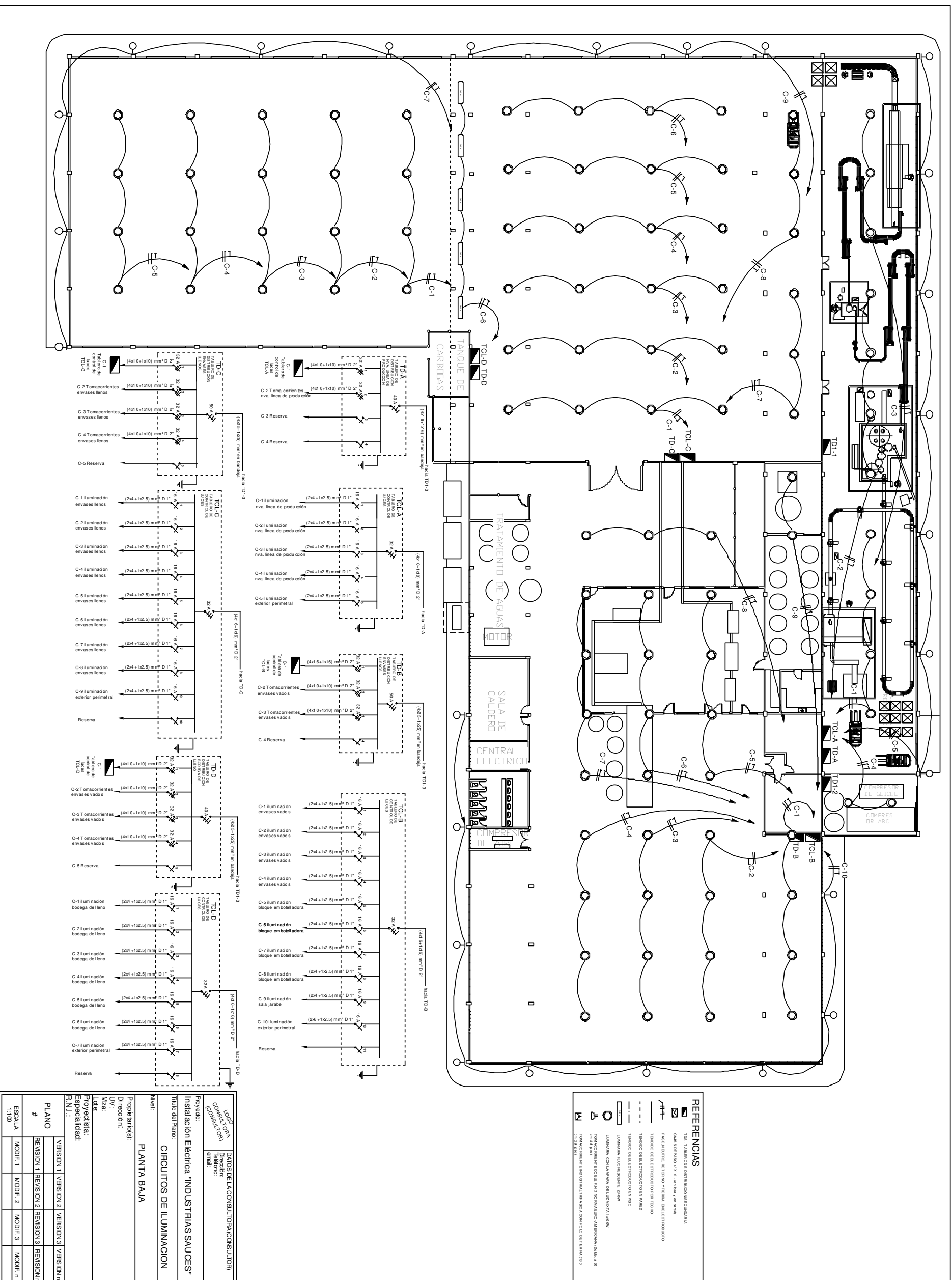
	TABLERO DE MEDICION
	TDS - TABLERO DE DISTRIBUCION SECUNDARIA
	CAJAS DE PASO 4" X 4" - (en loza y en pared)
	FASE, NEUTRO, RETORNO Y TIERRA EN ELECTRODUCTO
	TENDIDO DE ELECTRODUCTO AEREO EN LOZA
	TENDIDO DE ELECTRODUCTO EN PARED
	TENDIDO DE ELECTRODUCTO EN PISO
	TOMACORRIENTE FN (Doble, a 30 cm del piso)
	TOMACORRIENTE COMUN FN (Doble a 130 cm del piso)
	TOMACORRIENTE COMUN FN (Doble a 220 cm del piso)
	EXTRACTOR DE AIRE DE PARED
	A.AIRE TIPO SPLIT
	TOMACORRIENTE ESPECIAL - DUCHA, A/A* (con aterramiento)
	CALEFÓN ELECTRICO



LOGO CONSULTORA (CONSULTOR)	DATOS DE LA CONSULTORA (CONSULTOR)
	Dirección: Teléfono: email:
Proyecto: <b>Instalación Eléctrica "VIVIENDA UNIFAMILIAR"</b>	
Título del Plano: <b>CIRCUITOS DE TOMAS, AA. y CALEFON ELECT.</b>	
Nivel: <b>PLANTA ALTA</b>	
Propietario(s): Dirección: UV: Mza: Lote:	
PLANO XX	Proyectista: Especialidad: R.N.I.:
ESCALA 1:100	VERSION 1 29/08/16
	VERSION 2
	VERSION 3
	VERSION 4

## ANEXO V

### EJEMPLO PLANO CIRCUITOS DE ILUMINACION EN INDUSTRIA



**REFERENCIAS**

TOL: TABLERO DE DISTRIBUCION EN CUBIERTA  
 CABLE DE ALAMBRE 4x4 - 4x6 en sala y en planta  
 PANEL NEUTRO, INTERNO Y TERMINAL SELECTORINDUCTIVO

--- TENIDO DE ELECTROCONDUCTO POR TECHO  
 --- TENIDO DE ELECTROCONDUCTO EN PARED  
 --- TENIDO DE ELECTROCONDUCTO EN PISO

□ LAMPARAS 4x40 RESISTENTE 300W

○ LAMPARAS CON LAMPARAS DE LUZ FRIA 1x60W

○ (4x4x4) TORNILLO EN VITOLITE F.A.2 NO INCLUIDO MATERIAL COMPLETO A 30

○ (4x4x4) TORNILLO EN VITOLITE F.A.2 NO INCLUIDO MATERIAL COMPLETO A 30

○ (4x4x4) TORNILLO EN VITOLITE F.A.2 NO INCLUIDO MATERIAL COMPLETO A 30

**DATOS DE LA CONSULTORA (CONSULTOR)**

VOPO S.A. Director General  
 CONSULTORA S.A. Ingeniero  
 R.M.B.

**PROYECTO:** Instalación Eléctrica "INDUSTRIAS SAUCES"

**TÍTULO DEL PLANO:** CIRCUITOS DE ILUMINACION

**NIVEL:** PLANTA BAJA

**PROPIETARIO(S):**

**DIRECCIÓN:**

**U.V.:**

**MAZ:**

**LECT:**

**PROYECTISTA:**

**ESPECIALIDAD:**

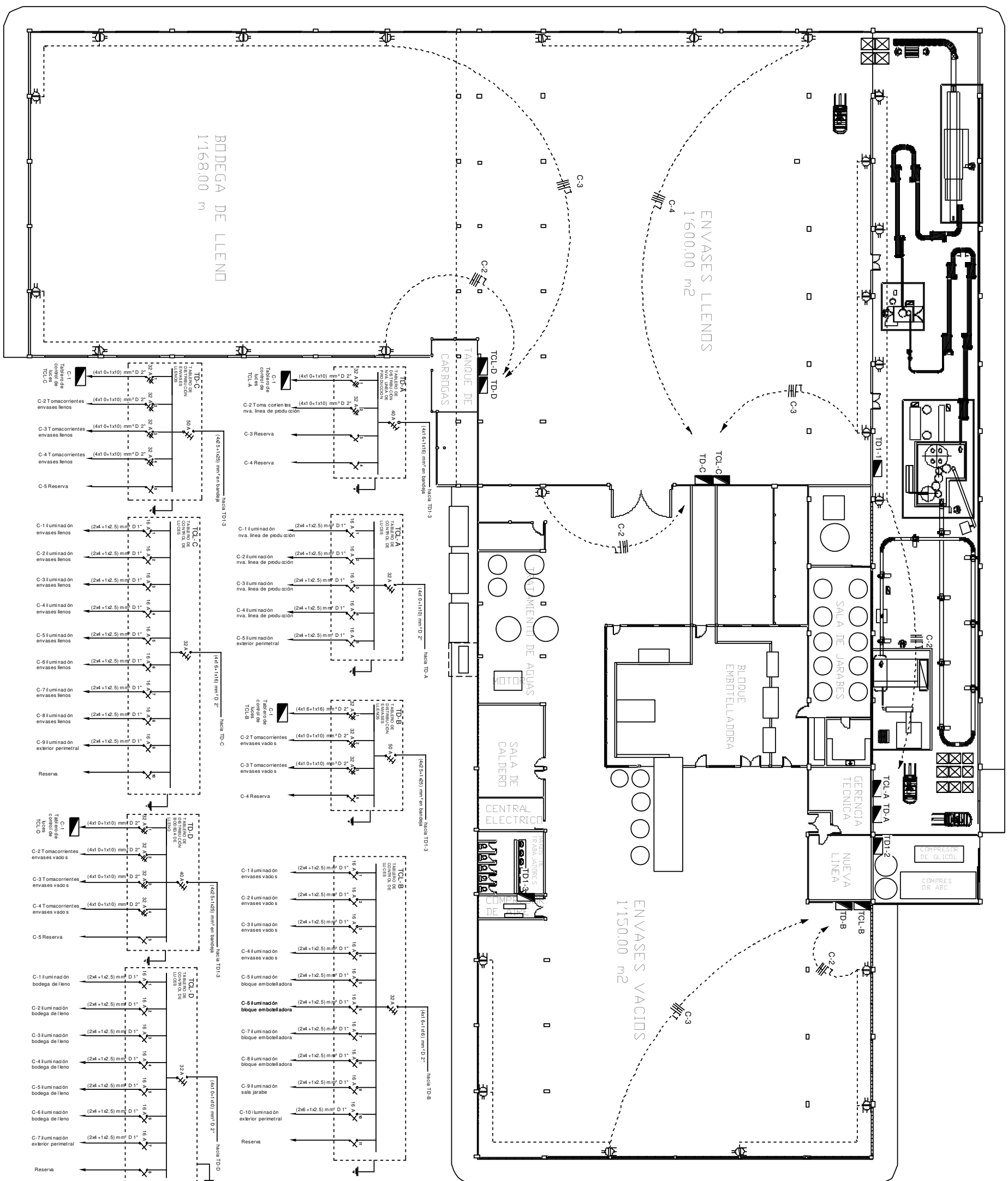
**R.N.I.:**

VERSION 1	VERSION 2	VERSION 3	VERSION n	
PLANO #	REVISION 1	REVISION 2	REVISION 3	REVISION n
ESCALA 1:100	MODIF. 1	MODIF. 2	MODIF. 3	MODIF. n



## ANEXO VI

EJEMPLO PLANO DE CIRCUITOS DE  
TOMACORRIENTES EN INDUSTRIA



**REFERENCIAS**

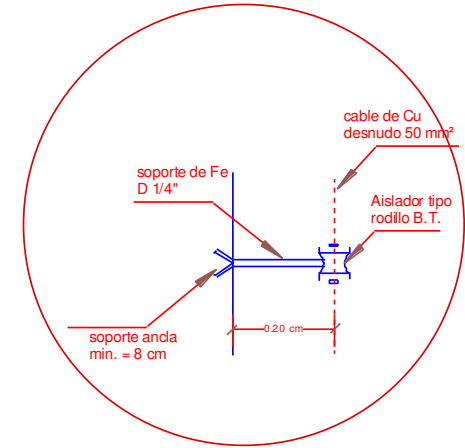
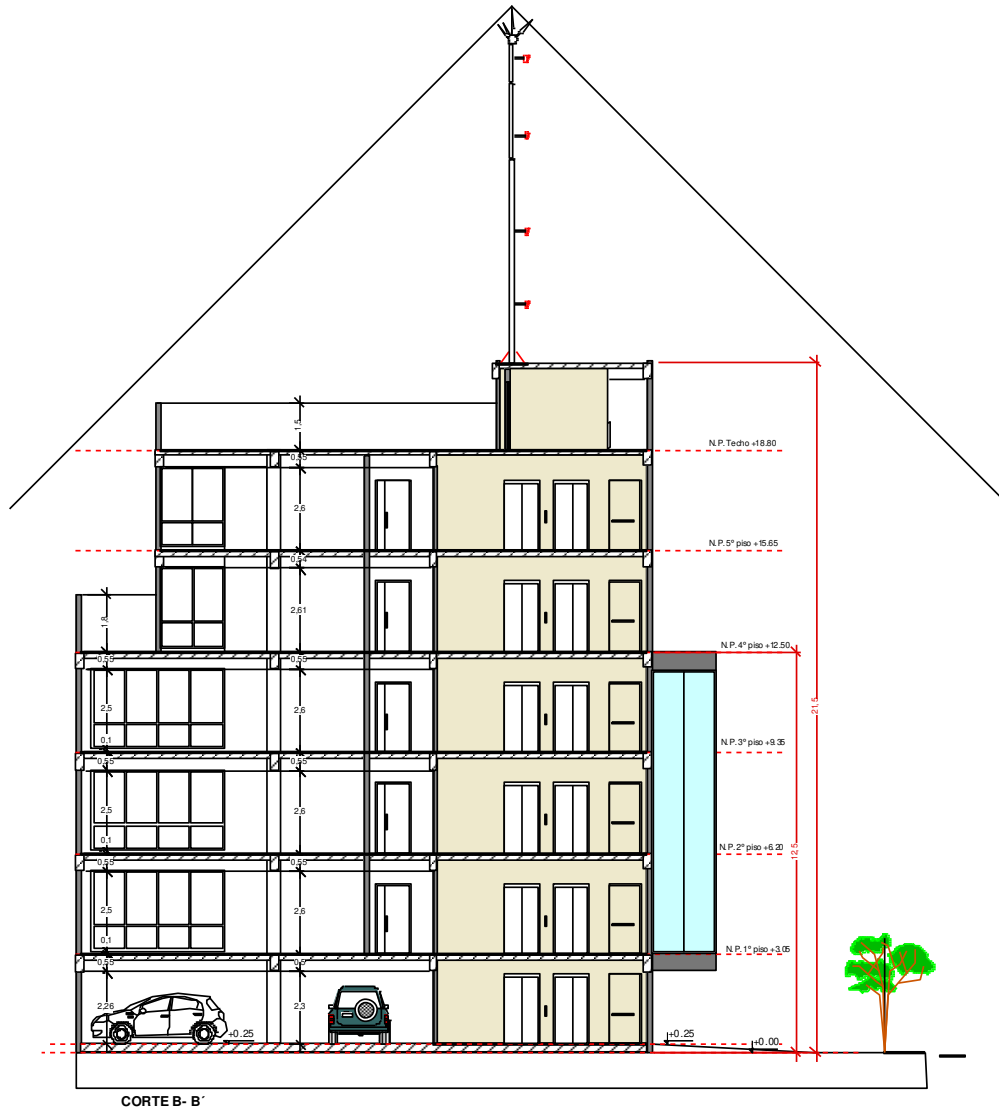
TDS: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA

- CABLE DE PASEO 4 x 4 - 40/50/5 y 40/50/6
- PANEL METÁLICO, RECTANGULAR Y TERMINAL EN EL PRODUCTO
- TENIDO DE ELECTRODUCTO POR TENIDO
- TENIDO DE ELECTRODUCTO EN ANCHO
- TENIDO DE ELECTRODUCTO EN ALTO
- LUMINARIA ALFONSO ESCOBAR
- LUMINARIA CON LA ARMADA DE LUZ EN LA TUBERÍA
- TUBO DE PARED METÁLICO 7 x 7 NORMAL EN AMERICOAS (OSHA) 30 cm de alto
- TUBO DE PARED METÁLICO INDUSTRIAL TUBO DE TUBERÍA CON UNO DE TUBERÍA 130 cm de alto

LOCOON CONSULTORIA		DATOS DE LA CONSULTORA (CONSULTOR)	
Proyecto: Instalación Eléctrica "INDUSTRIAS SAUCES"		Dirección:	
Circuitos de Tomacorrientes		Escala:	
Planta Baja		Fecha:	
Proyectista:		Lider:	
Especialidad:		R.N.I.:	
PLANO #		VERSION 1	VERSION 2
ESCALA 1:100		REVISION 1	REVISION 2
		MODIF. 1	MODIF. 2
		MODIF. 3	MODIF. n

## ANEXO VII

### EJEMPLO PLANO DE PARARRAYOS EN EDIFICIO



LOGO CONSULTORA (CONSULTOR)	DATOS DE LA CONSULTORA (CONSULTOR)			
	Dirección: Teléfono: email:			
Proyecto: <b>Instalación Eléctrica "EDIF. MULTIFAMILIAR"</b>				
Nivel: <b>VISTA DE CORTE</b>				
Título del Plano: <b>PARARRAYOS</b>				
Propietario(s): Dirección: UV: Mza: Lote:				
Proyectista: Especialidad: R.N.I.:				
PLANO XX	VERSION 1	VERSION 2	VERSION 3	VERSION n
	REVISION 1	REVISION 2	REVISION 3	REVISION n
ESCALA 1:100	MODIF. 1	MODIF. 2	MODIF. 3	MODIF. n

## ANEXO VIII

### EJEMPLO CUADRO DE CARGAS EN VIVIENDA

CUADRO Nº 4.1

## CUADRO DE CARGAS

## TD - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO

CIRCUITO	DESCRIPCION	POT. INST.		F.U.	F.D.		INTENSIDAD NOMINAL [A]			CAIDA DE TENSION	SECCION NOMINAL		CAPAC. DISY. [A]
		ILUM.	TOMAS		ILUM.	TOMAS	R	S	T		%	mm <sup>2</sup>	
		[kW]	[kW]										
C-1	Iluminación	9x0,1		1	1		5,84			0,97	2,5	12	16-1P
C-2	Tomas de corriente	3x0,1		1	1		1,94			1,10	2,5	12	16-1P
C-3	Tomas de corriente	13x0,1		1	1		8,44			0,79	2,5	12	16-1P
C-4	Tomas de corriente	15x0,1		1	1		9,74			0,79	2,5	12	16-1P
C-5	Tomas de corriente	12x0,04		0,4	1		1,24			0,39	2,5	12	16-1P
C-6	Acondicionador de Aire		10x0,2	1		0,4	5,19			1,42	4	10	20-1P
C-7	Acondicionador de Aire		4x0,2	1		0,4	2,07			0,71	4	10	20-1P
C-8	Acondicionador de Aire		6x0,2	1		0,5	3,89			0,71	4	10	20-1P
C-9	Calefón Eléctrico		5x0,2	1		0,5	3,24			1,47	4	10	20-1P
C-10	RESERVA												
C-11	RESERVA												
					TOTALES POR FASE:		41,59						
					ALIMENTADOR :	FDV:	1,2	34,65833333	A	1,5	10	4	50-1P
											MAXIMA DEMANDA (kW):		6,86

## ANEXO IX

### EJEMPLO CUADRO DE CARGAS SERVICIOS GENERALES EDIFICIO MULTIFAMILIAR

CUADRO N° 4.2

## CUADRO DE CARGAS

## TDSG - TABLERO DE SERVICIOS GENERALES EN PLANTA BAJA

CIRCUITO	DESCRIPCION	POT. INST.		F.U.	F.D.		INTENSIDAD			CAIDA DE TENSION	SECCION NOMINAL		CAPAC. DISY.	
		ILUM.	TOMAS		ILUM.	TOMAS	NOMINAL [A]				mm <sup>2</sup>	AWG		
		[kW]	[kW]				R	S	T					%
C-1	Iluminación (Patio Jardín)	9x0,1		1	1			5,84			0,87	2,5	12	16-1P
C-2	Iluminación (Bauleras)	3x0,1		1	1		1,94				0,29	2,5	12	16-1P
C-3	Iluminación (Bauleras)	13x0,1		1	1		8,44				1,31	2,5	12	16-1P
C-4	Iluminación (Bauleras)	15x0,1		1	1				9,74		4,41	2,5	12	16-1P
C-5	Iluminación (Gradas de acceso a los Pisos 1 hasta 9)	12x0,04		0,4	1		1,24				1,41	2,5	12	16-1P
C-6	Tomas de corriente (Pasillos,Portería,lobby)		10x0,2	1		0,4		5,19			3,68	4	10	20-1P
C-7	Tomas de corriente (Bauleras)		4x0,2	1		0,4		2,07			1,47	4	10	20-1P
C-8	Tomas de corriente (Administración)		6x0,2	1		0,5	3,89				2,2	4	10	20-1P
C-9	Tomas de corriente (Salón Multiuso y cocina)		5x0,2	1		0,5		3,24			1,84	4	10	20-1P
C-10	Acondicionador de Aire(Administración)		1x1,8	0,7		1			8,18		2,84	4	10	25-1P
C-11	Acondicionador de Aire(Salón de uso multiple)		1x2,4	0,7		1	10,9				3,78	4	10	25-1P
C-12	Acondicionador de Aire(Salón de uso multiple)		1x2,4	0,7		1		10,9			3,78	4	10	25-1P
C-13	TDP(Tablero para piscina)					1				9,14	3,38	4	10	25-1P
C-14	Reserva													25-1P
C-15	Reserva													25-1P
C-16	Reserva													25-1P
<b>TOTALES POR FASE:</b>							26,41	27,24	27,06					
<b>ALIMENTADOR :</b>				<b>FDV:</b>	1,5		18,16	A		0,37	16	4	50-3P	
<b>MAXIMA DEMANDA (kW):</b>												10,76		



## ANEXO X

### EJEMPLO CUADRO DE CARGAS GENERAL EDIFICIO MULTIFAMILIAR

CUADRO Nº 4

**CUADRO DE CARGAS GENERAL**  
EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS EN 6 PISOS

**TM - TABLERO DE MEDICION PARA 7 PISOS**  
**CARGA TIPO POR TABLERO**

	DESCRIPCION	POTENCIA		F.U.	F.D.		INTENSIDAD NOMINAL [A]			CAIDA DE TENSION %	SECCION NOMINAL mm <sup>2</sup>	CAPAC. DISY. [A]
		DEM.	INSTAL.		ILUM.	TOMAS	R	S	T			
		KW	KW									
M-1	TDSG - TABLERO DE DISTRIBUCION SERVICIOS GENERALES (PLANTA BAJA)	13,0	1,8				9,0	9,0	9,0	0,2	10,0	40-3P
M-2	TD1 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (PRIMER PISO)	4,3	10,6				21,9			0,3	10,0	50-1P
M-3	TD2 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (PRIMER PISO)	4,3	10,6					21,9		0,3	10,0	50-1P
M-4	TD1 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (SEGUNDO PISO)	4,3	10,6						21,9	0,3	10,0	50-1P
M-5	TD2 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (SEGUNDO PISO)	4,3	10,6				21,9			0,3	10,0	50-1P
M-6	TD1 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (TERCER PISO)	4,3	10,6					21,9		0,3	10,0	50-1P
M-7	TD2 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (TERCER PISO)	4,3	10,6						21,9	0,3	10,0	50-1P
M-8	TD1 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (CUARTO PISO)	4,3	10,6				21,9			0,4	10,0	50-1P
M-9	TD2 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (CUARTO PISO)	4,3	10,6					21,9		0,4	10,0	50-1P
M-10	TD1 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (QUINTO PISO)	4,3	10,6						21,9	0,5	10,0	50-1P
M-11	TD2 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (QUINTO PISO)	4,3	10,6				21,9			0,5	10,0	50-1P
M-12	TD1 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (SEXTO PISO)	4,3	10,6					21,9		0,5	10,0	50-1P
M-13	TD2 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (SEXTO PISO)	4,3	10,6						23,0	0,5	10,0	50-1P
M-14	RESERVA											
M-15	RESERVA											
M-16	RESERVA											
TOTALES POR FASE							97	97	98			
ALIMENTADOR :					FDV:	1,8		54	A	0,03	150,0	63-3P
											MAXIMA DEMANDA (kW) =	31,9
											MAXIMA DEMANDA (kVA) =	35,4
											POT. INSTALADA (kW) =	129,0
											BALANCE DE FASES % =	1,14%

## ANEXO XI

### EJEMPLO CALCULO LUMINOTECNICO MEDIANTE SOFTWARE DE SIMULACION

CUADRO Nº 4

**CUADRO DE CARGAS GENERAL**  
EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS EN 6 PISOS

**TM - TABLERO DE MEDICION PARA 7 PISOS**  
**CARGA TIPO POR TABLERO**

	DESCRIPCION	POTENCIA		F.U.	F.D.		INTENSIDAD NOMINAL [A]			CAIDA DE TENSION %	SECCION NOMINAL mm <sup>2</sup>	CAPAC. DISY. [A]
		DEM.	INSTAL.		ILUM.	TOMAS	R	S	T			
		KW	KW									
M-1	TDSG - TABLERO DE DISTRIBUCION SERVICIOS GENERALES (PLANTA BAJA)	13,0	1,8				9,0	9,0	9,0	0,2	10,0	40-3P
M-2	TD1 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (PRIMER PISO)	4,3	10,6				21,9			0,3	10,0	50-1P
M-3	TD2 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (PRIMER PISO)	4,3	10,6					21,9		0,3	10,0	50-1P
M-4	TD1 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (SEGUNDO PISO)	4,3	10,6						21,9	0,3	10,0	50-1P
M-5	TD2 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (SEGUNDO PISO)	4,3	10,6				21,9			0,3	10,0	50-1P
M-6	TD1 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (TERCER PISO)	4,3	10,6					21,9		0,3	10,0	50-1P
M-7	TD2 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (TERCER PISO)	4,3	10,6						21,9	0,3	10,0	50-1P
M-8	TD1 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (CUARTO PISO)	4,3	10,6				21,9			0,4	10,0	50-1P
M-9	TD2 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (CUARTO PISO)	4,3	10,6					21,9		0,4	10,0	50-1P
M-10	TD1 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (QUINTO PISO)	4,3	10,6						21,9	0,5	10,0	50-1P
M-11	TD2 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (QUINTO PISO)	4,3	10,6				21,9			0,5	10,0	50-1P
M-12	TD1 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (SEXTO PISO)	4,3	10,6					21,9		0,5	10,0	50-1P
M-13	TD2 - TABLERO DE DISTRIBUCION DEPARTAMENTO TIPO (SEXTO PISO)	4,3	10,6						23,0	0,5	10,0	50-1P
M-14	RESERVA											
M-15	RESERVA											
M-16	RESERVA											
TOTALES POR FASE							97	97	98			
ALIMENTADOR :					FDV:	1,8		54	A	0,03	150,0	63-3P
											MAXIMA DEMANDA (kW) =	31,9
											MAXIMA DEMANDA (kVA) =	35,4
											POT. INSTALADA (kW) =	129,0
											BALANCE DE FASES % =	1,14%

## ANEXO XII

TABLAS DE VALORES NORMALIZADOS DE  
AISLACION, FACTOR DE CORRECCION POR  
TEMPERATURA Y FACTOR DE CORRECCION POR  
CANTIDAD DE CONDUCTORES AGRUPADOA

**Tabla 5.3 - Valores normalizados de  $T_f$  y  $T_i$**

Tipo de aislación	$T_f$ (°C)	$T_i$ (°C)
PVC	160	70
Polietileno reticulado (XLPE)	250	90
Goma etileno propileno (ERP)	250	90

FUENTE: NB 777

**Tabla 5.6 - Factores de corrección para temperaturas ambientes diferentes de 30 °C y para líneas subterráneas de 20 °C (temperatura del suelo para líneas subterráneas)**

Temperatura en °C	PVC	EPR o XLPE	PVC	EPR o XLPE
	Ambiente		Suelo	
10	1,22	1,15	1,10	1,07
15	1,17	1,12	1,05	1,04
20	1,12	1,08	1	1
25	1,06	1,04	0,95	0,96
30	1	1	0,89	0,93
35	0,94	0,96	0,84	0,89
40	0,87	0,91	0,77	0,85
45	0,79	0,87	0,71	0,80
50	0,71	0,82	0,63	0,76
55	0,61	0,76	0,55	0,71
60	0,50	0,71	0,45	0,65
65	-	0,65	-	0,60
70	-	0,58	-	0,53
75	-	0,50	-	0,46
80	-	0,41	-	0,38

FUENTE: NB7777

**Tabla 5.7 - Conductores de cobre aislados con PVC para una temperatura de operación de 70 °C a temperatura ambiente de 30 °C (hasta tres (3) conductores agrupados)**

Calibre AWG/kcmil (*)	Sección mm <sup>2</sup>	Capacidad de corriente en (A)	
		En ducto	Aire libre
16	1,31	10	15
14	2,08	15	20
12	3,31	20	25
10	5,26	30	40
8	8,36	40	60
6	13,28	55	80
4	21,15	70	105
2	33,62	95	140
1	42,37	110	160
1/0	53,9	150	195
2/0	67,43	175	225
3/0	85,01	200	255
4/0	107,21	230	305
250 (*)	126,69	255	335
300 (*)	151,86	285	375
350 (*)	177,43	310	405
400 (*)	202,69	335	435
500 (*)	253,06	380	500
600 (*)	304,24	420	555
700 (*)	354,45	460	600
800 (*)	405,71	490	645
900 (*)	457,44	520	680
1 000 (*)	506,04	545	710

FUENTE: NB777

**Tabla 5.10 - Factores de corrección a aplicar cuando hubieran mas de tres (3) conductores sin espaciamiento o más de tres conductores instalados en un cable multipolar**

Número de conductores instalados	Factores de corrección
4 a 6	0,80
7 a 9	0,70
10 a 20	0,50
21 a 30	0,45
31 a 40	0,40
Mas de 41	0,,35

FUENTE: NB777

## ANEXO XIII

TABLA DE NÚMERO MÁXIMO DE CONDUCTORES  
AISLADOS PERMISIBLES DE INSTALAR EN UN  
MISMO ELECTRODUCTO RÍGIDO DE PVC



**Tabla 7.2 - Número máximo de conductores aislados permisibles de instalar en un mismo electroducto rígido de PVC**

Diámetro nominal externo	(") (mm)	5/8 15			3/4 20			1 25			1 1/4 32			1 1/2 40			2 50			2 1/2 65			3 75			3 1/2 85					
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C			
Aislamiento		Numero máximo de conductores																													
Sección (mm <sup>2</sup> )	AWG/kcmil (*)																														
2	14	5	2	3	9	3	6	10	5	15	25	9	17	42	15	30															
3.3	12	4	1	3	6	2	5	8	4	11	19	7	13	32	12	23	42	16	30	67	26	48									
5.2	10	2	1	2	3	2	3	5	3	6	10	6	9	18	10	16	23	13	20	37	22	32	61								
8.3	8	1	1	1	2	1	2	4	2	3	6	4	6	10	8	11	13	10	15	21	17	24	35	28							
13.3	6	--	--	--	1	1	1	3	2	2	4	3	5	7	5	8	9	7	11	14	12	17	23	19	29						
21.1	4	--	--	--	1	--	1	2	1	1	3	2	3	5	3	6	6	5	8	10	8	13	17	13	21	24					
33.6	2	--	--	--	--	--	--	1	1	1	2	1	2	3	3	4	4	3	5	7	6	9	12	10	15	17	14				
53.4	1/0	--	--	--	--	--	--	1	--	1	1	1	2	2	2	3	3	3	5	5	5	8	9	8	13	13	12	18			
67.4	2/0	--	--	--	--	--	--	1	--	--	1	1	1	2	2	3	2	2	3	4	4	6	7	6	10	10	9	14			
85	3/0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	6	5	8	8	7	11			
107.2	4/0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	4	4	6	6	6	8			
127.2	250(*)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	5	5	4	7			
152.0/177.0	300 / 350(*)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	1	1	2	1	2	3	2	4	4	4	6			
203	400(*)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	--	1	1	1	2	2	3	3	3	4				
253.0/304.0	500 / 600(*)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	1	1	2	2	2	3			
354.0/380.0	700 / 750(*)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	1	1	2	2	1	2			
405.0/456.0	800 / 900(*)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	1	1	1	2			
505	1000(*)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	1	1	1			

A = Temperatura 60 °C (poli(cloruro de vinilo) PVC)  
 B = Termoplástico 70 °C con capa (polietileno termoplástico)  
 C = Termofijo 90 °C (polietileno reticulado)

FEUNTE: NB777

## ANEXO XIV

### TABLA SECCION MINIMA DE CONDUTORES DE PROTECCION (ATERRAMIENTO)

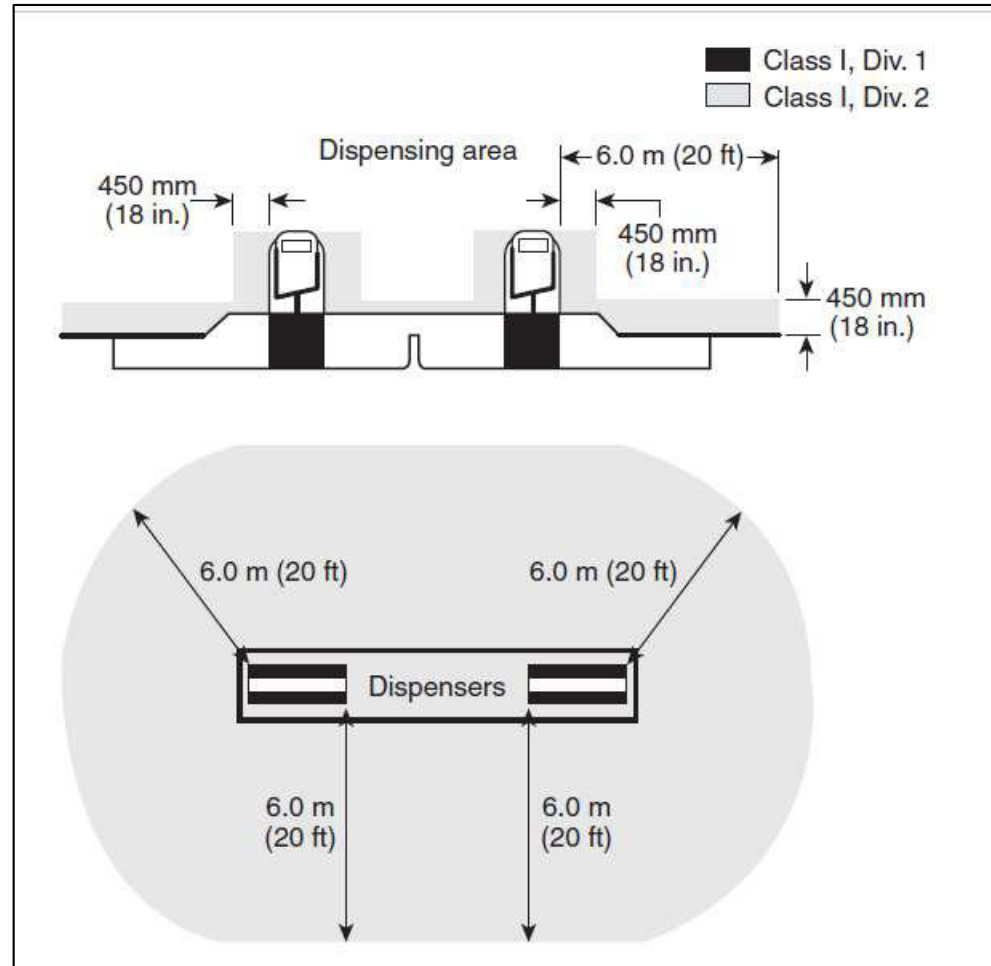
<b>Tabla 9.1 - Secciones de los conductores de protección</b>	
<b>Sección mínima de los conductores de fase, en mm<sup>2</sup></b>	<b>Sección mínima de los conductores de protección, en mm<sup>2</sup></b>
$s \leq 16$	$s$ (*)
$16 < s \leq 35$	16
$s > 35$	$s/2$
NOTAS:	
(*) Con un mínimo de:	
-2.5 mm <sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica	
-4 mm <sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica	

**FUENTE: NB 777 Edición 2015**

## ANEXO XV

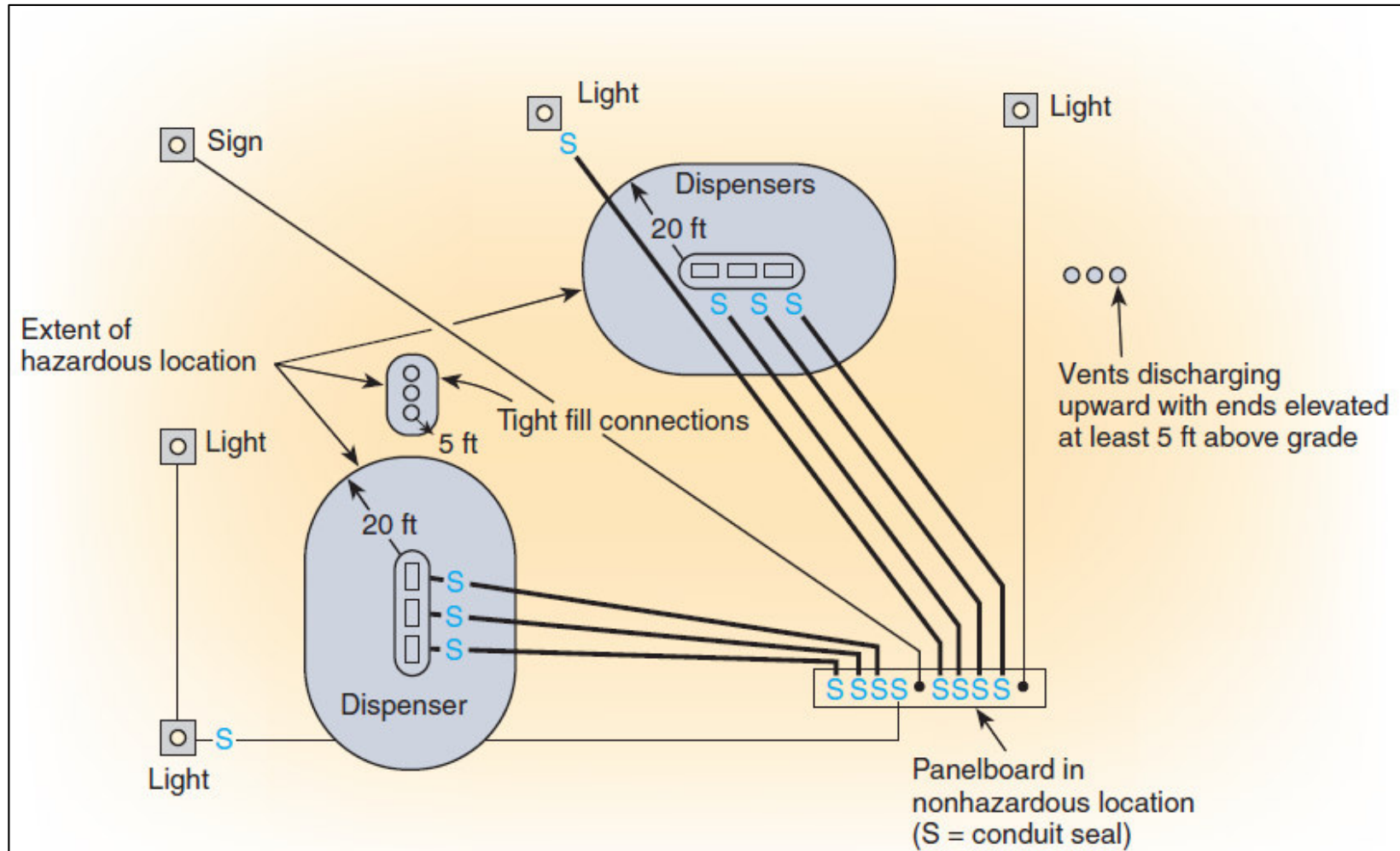
### ESQUEMAS DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN INSTALACIONES DE COMBUSTIBLE

Figura 1: Áreas clasificadas adyacentes a los dispensadores de combustible de acuerdo a la Tabla 514.3(B) de la NEC.



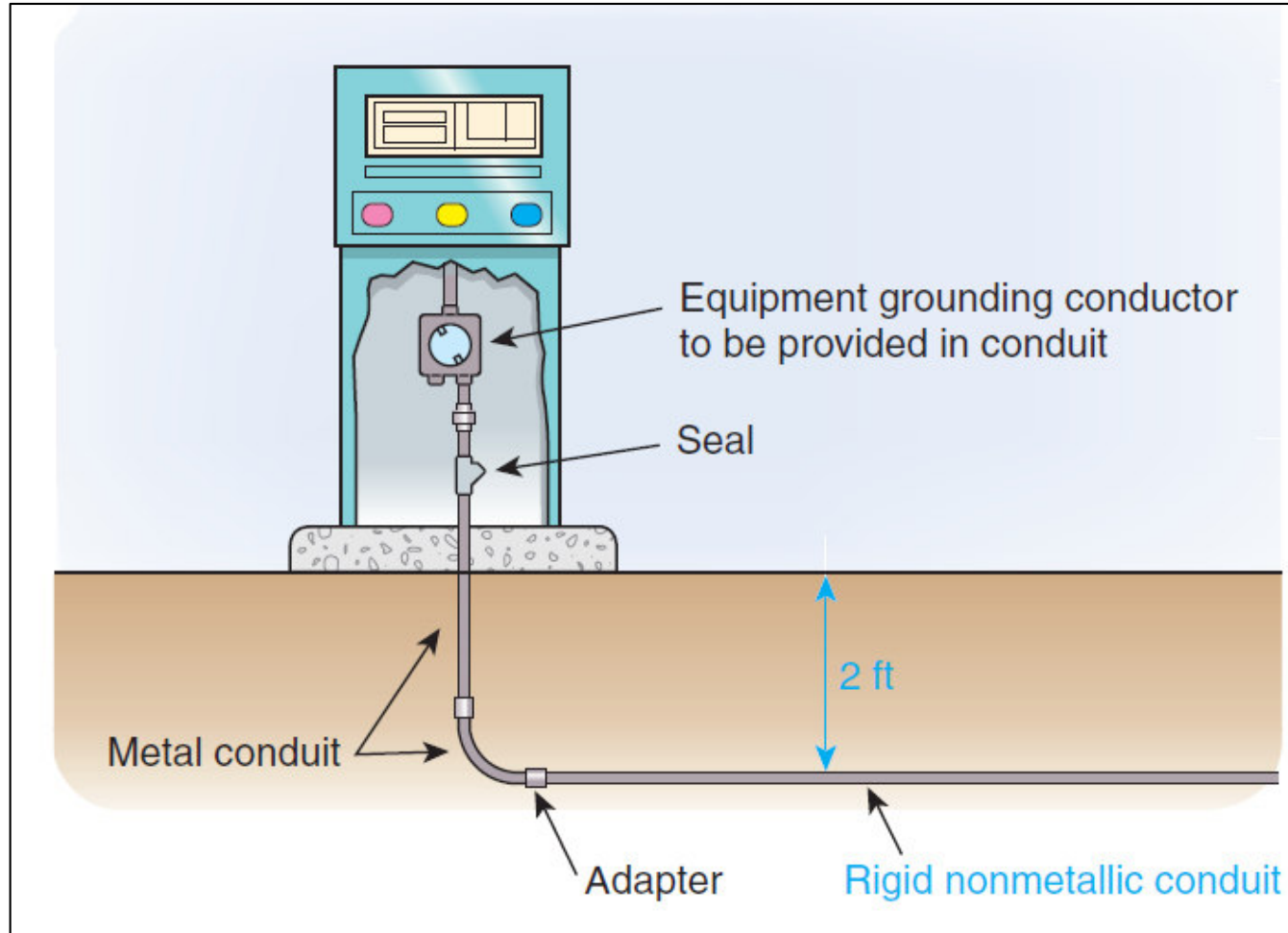
FUENTE: NEC Handbook 2005

Figura 2: Sellos requeridos en los puntos marcados con "S". Lo sellos no son necesarios en dos de las luces por que los ductos no pasan por área peligrosa.



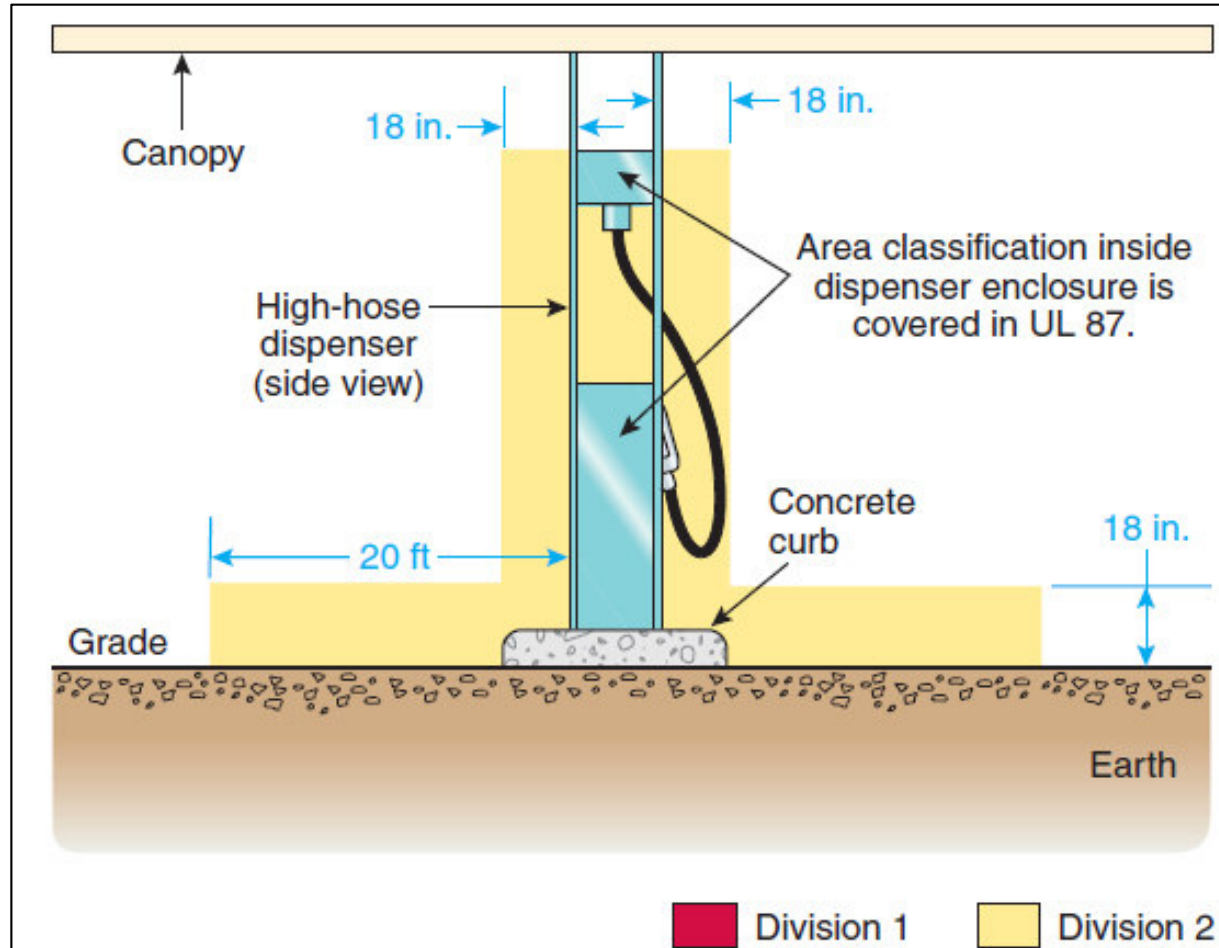
FUENTE: NEC Handbook 2005

Figura 3: Uso de un conducto rígido no metálico de acuerdo con el artículo de la NEC 514.8 Excepción No. 2.



FUENTE: NEC Handbook 2005

Figura 4: Alcance de la ubicación de clase I alrededor del motor superior unidades dispensadoras de combustible, de acuerdo con la Tabla 514.3(B)(1).



FUENTE: NEC Handbook 2005



## ANEXO XVI

### TABLA DE CLASIFICACION DE AREAS NEC

Commentary Table 5.1 Selected Chemicals

Chemical	CAS No.	Class I Division Group	Type <sup>a</sup>	Flash Point (°C)	AIT (°C)	%LFL	%UFL	Vapor Density (Air = 1)	Vapor Pressure <sup>b</sup> (mm Hg)	Class I Zone Group <sup>c</sup>	MIE (mJ)	MIC Ratio	MESG (mm)
Acetaldehyde	75-07-0	C <sup>d</sup>	I	-38	175	4.0	60.0	1.5	874.9	IIA	0.37	0.98	0.92
Acetic Acid	64-19-7	D <sup>e</sup>	II	43	484	4.0	19.9	2.1	15.6	IIA		2.67	1.76
Acetic Acid-tert-Butyl Ester	540-88-5	D	II			1.7	9.8	4.0	40.6				
Acetic Anhydride	108-24-7	D	II	54	316	2.7	10.3	3.5	4.9				
Acetone	67-64-1	D <sup>e</sup>	I		485	2.5	12.8	2.0	230.7	IIA	1.15	1.00	1.02
Acetone Cyanohydrin	75-86-5	D	IIIA	74	688	2.2	12.0	2.9	0.3				
Acetonitrile	75-05-8	D	I	6	524	3.0	16.0	1.4	91.1	IIA			1.50
Acetylene	74-86-2	A <sup>4</sup>	GAS		305	2.5	99.9	0.9	36,600.0	IIC	0.017	0.28	0.25
Acrolein (inhibited)	107-02-8	B(C) <sup>d</sup>	I		235	2.8	31.0	1.9	274.1	IIB	0.13		
Acrylic Acid	79-10-7	D	II	54	438	2.4	8.0	2.5	4.3				
Acrylonitrile	107-13-1	D <sup>e</sup>	I	-26	481	3.0	17.0	1.8	108.5	IIB	0.16	0.78	0.87
Adiponitrile	111-69-3	D	IIIA	93	550			1.0	0.002				
Allyl Alcohol	107-18-6	C <sup>d</sup>	I	22	378	2.5	18.0	2.0	25.4				0.84
Allyl Chloride	107-05-1	D	I	-32	485	2.9	11.1	2.6	366.0			1.33	1.17
Allyl Glycidyl Ether	108-92-3	B(C) <sup>e</sup>	II		57			3.9					
Alpha-Methyl Styrene	98-83-9	D	II		574	0.8	11.0	4.1	2.7				
n-Amyl Acetate	628-83-7	D	I	25	360	1.1	7.5	4.5	4.2				1.02
sec-Amyl Acetate	628-38-0	D	I		23		1.1	7.5	4.5	IIA			
Ammonia	7664-41-7	D <sup>d1</sup>	I		498	15.0	28.0	0.6	7498.0	IIA	680.0	6.85	3.17
Aniline	62-53-3	D	IIIA	70	615	1.3	11.0	3.2	0.7	IIA			
Benzene	71-43-2	D <sup>e</sup>	I	-11	498	1.2	7.8	2.8	94.8	IIA	0.20	1.00	0.99
Benzyl Chloride	98-87-3	D	IIIA		585	1.1		4.4	0.5				
Bromopropyne	106-96-7	D	I	10	324	3.0							
n-Butane	3583-47-9	D <sup>d2</sup>	GAS		288	1.9	8.5	2.0			0.25	0.94	1.07
1,3-Butadiene	106-99-0	B(D) <sup>d3</sup>	GAS	-76	420	2.0	12.0	1.9		IIB	0.13	0.76	0.79
1-Butanol	71-36-3	D <sup>e</sup>	I	36	343	1.4	11.2	2.6	7.0	IIA			0.91
2-Butanol	78-92-2	D <sup>e</sup>	I	36	405	1.7	9.8	2.6		IIA			
Butylamine	109-73-9	D	GAS	-12	312	1.7	9.8	2.5	92.9			1.13	
Butylene	25167-67-3	D	I		385	1.6	10.0	1.9	2214.6				
n-Butyraldehyde	123-72-8	C <sup>d</sup>	I	-12	218	1.9	12.5	2.5	112.2				0.92
n-Butyl Acetate	123-86-4	D <sup>e</sup>	I	22	421	1.7	7.6	4.0	11.5	IIA		1.08	1.04
sec-Butyl Acetate	105-46-4	D	II	-8		1.7	9.8	4.0	22.2				
tert-Butyl Acetate	540-88-5	D	II			1.7	9.8	4.0	40.6				
n-Butyl Acrylate (inhibited)	141-32-2	D	II	49	293	1.7	9.9	4.4	5.5				
n-Butyl Glycidyl Ether	2426-08-6	B(C) <sup>e</sup>	II										
n-Butyl Formal	110-82-3	C	IIIA						34.3				
Butyl Mercaptan	109-79-5	C	I	2				3.1	46.4				
Butyl-2-Propenoate	141-32-2	D	II	49		1.7	9.9	4.4	5.5				
para-tert-Butyl Toluene	98-51-1	D	IIIA										
n-Butyric Acid	107-92-6	D <sup>e</sup>	IIIA	72	443	2.0	10.0	3.0	0.8				
Carbon Disulfide	75-15-0	<sup>4h</sup>	I	-30	90	1.3	50.0	2.6	358.8	IIC	0.009	0.39	0.20
Carbon Monoxide	630-08-0	C <sup>d</sup>	GAS		609	12.5	74.0	0.97		IIA			0.84
Chloroacetaldehyde	107-20-0	C	IIIA	88					63.1				
Chlorobenzene	108-90-7	D	I	29	593	1.3	9.6	3.9	11.9				
1-Chloro-1-Nitropropane	2425-66-3	C	IIIA										
Chloroprene	126-99-8	D	GAS	-20		4.0	20.0	3.0					
Cresol	1319-77-3	D	IIIA	81	559	1.1		3.7					
Crotonaldehyde	4170-30-3	C <sup>d</sup>	I	13	232	2.1	15.5	2.4	33.1	IIB			0.81
Cumene	98-82-8	D	I	36	424	0.9	6.5	4.1	4.6	IIA			
Cyclohexane	110-82-7	D	I	-17	245	1.3	8.0	2.9	98.8	IIA	0.22	1.0	0.94

FUENTE: NEC

Commentary Table 5.2 *Continued*

Chemical Name	CAS No.	NEC Group	Code	Layer or Cloud Ignition Temp. (°C)
Chromium (97%) Electrolytic, Milled	7440-47-3	E		400
Cinnamon		G		230
Citrus Peel		G		270
Coal, Kentucky Bituminous		F		180
Coal, Pittsburgh Experimental		F		170
Coal, Wyoming		F		
Cocoa Bean Shell		G		370
Cocoa, Natural, 19% Fat		G		240
Coconut Shell		G		220
Coke (More Than 8% Total Entrapped Volatiles)		F		
Cork		G		210
Corn		G		250
Corn Dextrine		G		370
Corncob Grit		G		240
Cornstarch, Commercial		G		330
Cornstarch, Modified		G		200
Cottonseed Meal		G		200
Coumarone-Indene, Hard		G	NL	520
Crag No. 974	533-74-4	G	CL	310
Cube Root, South America	83-79-4	G		230
Di-alpha-cumyl Peroxide, 40-60 on CA	80-43-3	G		180
Diallyl Phthalate	131-17-9	G	M	480
Dicyclopentadiene Dioxide		G	NL	420
Dieldrin (20%)	60-57-1	G	NL	550
Dihydroacetic Acid		G	NL	430
Dimethyl Isophthalate	1459-93-4	G	M	580
Dimethyl Terephthalate	120-61-6	G	M	570
Dinitro-o-toluamide	148-01-6	G	NL	500
Dinitrobenzoic Acid		G	NL	460
Diphenyl	92-52-4	G	M	630
Ditertiary-butyl-paracresol	128-37-0	G	NL	420
Dithane m-45	8018-01-7	G		180
Epoxy		G	NL	540
Epoxy-bisphenol A		G	NL	510
Ethyl Cellulose		G	CL	320
Ethyl Hydroxyethyl Cellulose		G	NL	390
Ethylene Oxide Polymer		G	NL	350
Ethylene-maleic Anhydride Copolymer		G	NL	540
Ferbam™	14484-64-1	G		150
Ferromanganese, Medium Carbon	12604-53-4	E		290
Ferrosilicon (88% Si, 9% Fe)	8049-17-0	E		800
Ferrotitanium (19% Ti, 74.1% Fe, 0.06% C)		E	CL	380
Flax Shive		G		230
Fumaric Acid	110-17-8	G	M	520
Garlic, Dehydrated		G	NL	360
Gilsonite	12002-43-6	F		500
Green Base Harmon Dye		G		175
Guar Seed		G	NL	500
Gulasonic Acid, Diacetone		G	NL	420
Gum, Arabic		G		260

FUENTE: NEC

Commentary Table 5.1 Continued

Chemical	CAS No.	Class I Division Group	Type <sup>a</sup>	Flash Point (°C)	AIT (°C)	%LFL	%UFL	Vapor Density (Air = 1)	Vapor Pressure <sup>b</sup> (mm Hg)	Class I Zone Group <sup>c</sup>	MIE (mJ)	MIC Ratio	MESG (mm)
Ethylenimine	151-58-4	C <sup>d</sup>	I	-11	320	3.3	54.8	1.5	211.0		0.48		
Ethylene Chlorohydrin	107-07-3	D	IIIA	59	425	4.9	15.9	2.8	7.2				
Ethylene Dichloride	107-06-2	D <sup>d</sup>	I	13	413	6.2	16.0	3.4	79.7				
Ethylene Glycol	111-15-9	C	II	47	379	1.7		4.7	2.3		0.53	0.97	
Monoethyl Ether Acetate													
Ethylene Glycol	112-07-2	C	IIIA		340	0.9	8.5		0.9				
Monobutyl Ether Acetate													
Ethylene Glycol	111-76-2	C	IIIA		298	1.1	12.7	4.1	1.0				
Monobutyl Ether													
Ethylene Glycol	110-80-5	C	II		295	1.7	15.6	3.0	5.4	0.84			
Monoethyl Ether													
Ethylene Glycol	109-86-4	D	II		285	1.8	14.0	2.6	9.2				0.85
Monomethyl Ether													
Ethylene Oxide	75-21-8	B(C) <sup>d,e</sup>	I	-20	429	3.0	99.9	1.5	1314.0	IIB	0.065	0.47	0.59
2-Ethylhexaldehyde	123-05-7	C	II	52	191	0.8	7.2	4.4	1.9				
2-Ethylhexanol	104-76-7	D	IIIA	81		0.9	9.7	4.5	0.2				
2-Ethylhexyl Acrylate	103-09-3	D	IIIA	88	252				0.3				
Ethyl Acetate	141-78-6	D <sup>d</sup>	I	-4	427	2.0	11.5	3.0	93.2		0.46		0.99
Ethyl Acrylate (Inhibited)	140-88-5	D <sup>d</sup>	I	9	372	1.4	14.0	3.5	37.5	IIA			0.86
Ethyl Alcohol	64-17-5	D <sup>d</sup>	I	13	363	3.3	19.0	1.6	59.5				0.89
Ethyl Sec-Amyl Ketone	541-85-5	D	II	59									
Ethyl Benzene	100-41-4	D	I	21	432	0.8	6.7	3.7	9.6				
Ethyl Butanol	97-95-0	D	II	57		1.2	7.7	3.5	1.5				
Ethyl Butyl Ketone	106-35-4	D	II	46				4.0	3.6				
Ethyl Chloride	75-00-3	D	GAS	-50	519	3.8	15.4	2.2					
Ethyl Formate	109-94-4	D	GAS	-20	455	2.8	16.0	2.6		IIA			0.94
Ethyl Mercaptan	75-08-1	C <sup>d</sup>	I	-18	300	2.8	18.0	2.1	527.4		0.90	0.90	
n-Ethyl Morpholine	100-74-3	C	I	32				4.0					
2-Ethyl-3-Propyl Acrolein	645-62-5	C	IIIA	68				4.4					
Ethyl Silicate	78-10-4	D	II					7.2					
Formaldehyde (Gas)	50-00-0	B	GAS	60	429	7.0	73.0	1.0	0.57				
Formic Acid	64-18-6	D	II	50	434	18.0	57.0	1.8	42.7				1.86
Fuel Oil 1	8008-20-6	D	II	72	210	0.7	5.0						
Furfural	98-01-1	C	IIIA	60	316	2.1	19.3	3.3	2.3				0.94
Furfuryl Alcohol	98-00-0	C	IIIA	75	490	1.8	16.3	3.4	0.6				
Gasoline	8006-61-9	D <sup>d</sup>	I	-46	280	1.4	7.6	3.0					
n-Heptane	142-82-5	D <sup>d</sup>	I	-4	204	1.0	6.7	3.5	45.5	IIA	0.24	0.88	0.91
n-Heptene	81624-04-6	D <sup>e</sup>	I	-1	204			3.4					0.97
n-Hexane	110-54-3	D <sup>d,e</sup>	I	-23	225	1.1	7.5	3.0	152.0	IIA	0.24	0.88	0.93
Hexanol	111-27-3	D	IIIA	63				3.5	0.8	IIA			0.98
2-Hexanone	591-78-6	D	I	35	424	1.2	8.0	3.5	10.6				
Hexene	592-41-6	D	I	-26	245	1.2	6.9		186.0				
sec-Hexyl Acetate	108-84-9	D	II	45				5.0					
Hydrazine	302-01-2	C	II	38	23		98.0	1.1	14.4				
Hydrogen	1333-74-0	B <sup>d</sup>	GAS		520	4.0	75.0	0.1		IIC	0.019	0.25	0.28
Hydrogen Cyanide	74-90-8	C <sup>d</sup>	GAS	-18	538	5.6	40.0	0.9		IIB			0.80

FUENTE: NEC

Commentary Table 5.1 Continued

Chemical	CAS No.	Class I Division Group	Type <sup>a</sup>	Flash Point (°C)	AIT (°C)	%LFL	%UFL	Vapor Density (Air = 1)	Vapor Pressure <sup>b</sup> (mm Hg)	Class I Zone Group <sup>c</sup>	MIE (mJ)	MIC Ratio	MESG (mm)
Hydrogen Selenide	7783-07-5	C	I						7793.0				
Hydrogen Sulfide	7783-06-4	C <sup>d</sup>	GAS		280	4.0	44.0	1.2			0.068		0.90
Isoamyl Acetate	123-92-2	D	I	25	360	1.0	7.5	4.5	6.1				
Isoamyl Alcohol	123-51-3	D	II	43	350	1.2	9.0	3.0	3.2				1.02
Isobutane	75-28-5	D <sup>e</sup>	GAS		460	1.8	8.4	2.0					
Isobutyl Acetate	110-19-0	D <sup>d</sup>	I	18	421	2.4	10.5	4.0	17.8				
Isobutyl Acrylate	106-69-8	D	I		427			4.4	7.1				
Isobutyl Alcohol	78-83-1	D <sup>d</sup>	I	-40	416	1.2	10.9	2.5	10.5			0.92	0.98
Isobutyraldehyde	78-84-2	C	GAS	-40	196	1.6	10.6	2.5					
Isodecaldehyde	112-31-2	C	IIIA					5.4	0.09				
Isohexane	107-83-5	D <sup>e</sup>			264				211.7			1.00	
Isopentane	78-78-4	D <sup>d</sup>			420				688.6				
Isooctyl Aldehyde	123-06-7	C	II		197				1.9				
Isophorone	78-59-1	D		84	460	0.8	3.8	4.8	0.4				
Isoprene	78-79-5	D <sup>d</sup>	I	-54	220	1.5	8.9	2.4	550.6				
Isopropyl Acetate	108-21-4	D	I		460	1.8	8.0	3.5	60.4				
Isopropyl Ether	108-20-3	D <sup>d</sup>	I	-28	443	1.4	7.9	3.5	148.7		1.14		0.94
Isopropyl Glycidyl Ether	4016-14-2	C	I										
Isopropylamine	75-31-0	D	GAS	-26	402	2.3	10.4	2.0			2.0		
Kerosene	8008-20-6	D	II	72	210	0.7	5.0			IIA			
Liquefied Petroleum Gas	68476-85-7	D	I		405								
Mesityl Oxide	141-97-9	D <sup>d</sup>	I	31	344	1.4	7.2	3.4	47.6				
Methane	74-82-8	D <sup>d</sup>	GAS	-223	630	5.0	15.0	0.6		IIA	0.28	1.00	1.12
Methanol	67-56-1	D <sup>d</sup>	I	12	385	6.0	36.0	1.1	126.3	IIA	0.14	0.82	0.92
Methyl Acetate	79-20-9	D	GAS	-10	454	3.1	16.0	2.6		IIB		1.08	0.99
Methyl Acrylate	96-33-3	D	GAS	-3	468	2.8	25.0	3.0				0.98	0.85
Methyl Alcohol	67-56-1	D <sup>d</sup>	I		385	6.0	36.0	1.1	126.3				0.91
Methyl Amyl Alcohol	108-11-2	D	II	41		1.0	5.5	3.5	5.3				1.01
Methyl Chloride	74-87-3	D	GAS	-46	632	8.1	17.4	1.7					1.00
Methyl Ether	115-10-6	C <sup>d</sup>	GAS	-41	350	3.4	27.0	1.6				0.85	0.84
Methyl Ethyl Ketone	78-93-3	D <sup>d</sup>	I	-6	404	1.4	11.4	2.5	92.4		0.53	0.92	0.84
Methyl Formal	534-15-6	C <sup>d</sup>	I	1	238			3.1					
Methyl Formate	107-31-3	D	GAS	-19	449	4.5	23.0	2.1					0.94
2-Methylhexane	31394-54-4	D <sup>e</sup>	I		280								
Methyl Isobutyl Ketone	141-79-7	D <sup>d</sup>	I	31	440	1.2	8.0	3.5	11.0				
Methyl Isocyanate	624-83-9	D	GAS	-15	534	5.3	26.0	2.0					
Methyl Mercaptan	74-93-1	C	GAS	-18		3.9	21.8	1.7					
Methyl Methacrylate	80-82-6	D	I	10	422	1.7	8.2	3.6	37.2	IIA			0.95
Methyl N-Amyl Ketone	110-43-0	D	II	49	393	1.1	7.9	3.9	3.8				
Methyl Tertiary Butyl Ether	1634-04-4	D	I	-80	435	1.6	8.4	0.2	250.1				
2-Methyloctane	3221-61-2				220				6.3				
2-Methylpropane	75-28-5	D <sup>d</sup>	I		460				2639.0				
Methyl-1-Propanol	78-83-1	D <sup>d</sup>	I	-40	416	1.2	10.9	2.5	10.1				0.98
Methyl-2-Propanol	75-85-0	D <sup>d</sup>	I	10	360	2.4	8.0	2.6	42.2				
2-Methyl-5-Ethyl Pyridine	104-90-5	D		74		1.1	6.6	4.2					
Methylacetylene	74-99-7	C <sup>d</sup>	I			1.7		1.4	4306.0		0.11		
Methylacetylene-Propadiene	27846-30-6	C	I										0.74
Methylal	109-87-5	C	I	-18	237	1.6	17.6	2.6	398.0				

FUENTE: NEC

Commentary Table 5.1 Continued

Chemical	CAS No.	Class I		Flash				Vapor Density (Air = 1)	Vapor Pressure <sup>b</sup> (mm Hg)	Class I Zone Group <sup>c</sup>	MIE (mJ)	MIC Ratio	MESG (mm)
		Division Group	Type <sup>a</sup>	Point (°C)	AIT (°C)	%LFL	%UFL						
Methylamine	74-89-5	D	GAS		430	4.9	20.7	1.0		IIA			1.10
2-Methylbutane	78-78-4	D <sup>a</sup>		-56	420	1.4	8.3	2.6	688.6				
Methylcyclohexane	208-87-2	D	I	-4	250	1.2	6.7	3.4			0.27		
Methylcyclohexanol	25630-42-9	D		68	296			3.9					
2-Methylcyclohexanone	583-60-8	D	II					3.9					
2-Methylheptane		D <sup>a</sup>			420								
3-Methylhexane	589-34-4	D <sup>a</sup>			280				61.5				
3-Methylpentane	94-14-0	D <sup>a</sup>			278								
2-Methylpropane	75-28-5	D <sup>a</sup>	I		460				2639.0				
2-Methyl-1-Propanol	78-83-1	D <sup>d</sup>	I	-40	223	1.2	10.9	2.5	10.5				
2-Methyl-2-Propanol	75-65-0	D <sup>d</sup>	I		478	2.4	8.0	2.6	42.2				
2-Methyloctane	2216-32-2	D <sup>a</sup>			220								
3-Methyloctane	2216-33-3	D <sup>a</sup>			220				6.3				
4-Methyloctane	2216-34-4	D <sup>a</sup>			225				6.8				
Monoethanolamine	141-43-5	D		85	410			2.1	0.4	IIA			
Monoisopropanolamine	78-96-6	D		77	374			2.6	1.1				
Monomethyl Aniline	100-61-8	C			482				0.5				
Monomethyl Hydrazine	60-34-4	C	I	23	194	2.5	92.0	1.6					
Morpholine	110-91-8	C <sup>d</sup>	II	35	310	1.4	11.2	3.0	10.1				0.95
Naphtha (Coal Tar)	8030-30-6	D	II	42	277					IIA			
Naphtha (Petroleum)	8030-30-6	D <sup>d</sup>	I	42	288	1.1	5.9	2.5		IIA			
Neopentane	463-82-1	D <sup>a</sup>		-65	450	1.4	8.3	2.6	1286.0				
Nitrobenzene	98-95-3	D		88	482	1.8		4.3	0.3				0.94
Nitroethane	79-24-3	C	I	28	414	3.4		2.6	20.7	IIA			0.87
Nitromethane	75-52-5	C	I	35	418	7.3		2.1	36.1	IIA		0.92	1.17
1-Nitropropane	108-03-2	C	I	34	421	2.2		3.1	10.1				0.84
2-Nitropropane	79-46-9	C <sup>d</sup>	I	28	428	2.6	11.0	3.1	17.1				
n-Nonane	111-84-2	D <sup>a</sup>	I	31	205	0.8	2.9	4.4	4.4	IIA			
Nonene	27214-95-8	D	I			0.8		4.4					
Nonyl Alcohol	143-08-8	D				0.8	6.1	5.0	0.02	IIA			
n-Octane	111-65-9	D <sup>4a</sup>	I	13	206	1.0	6.5	3.9	14.0	IIA			0.94
Octene	25377-83-7	D	I	8	230	0.9		3.9					
n-Octyl Alcohol	111-87-5	D						4.5	0.08	IIA			1.05
n-Pentane	109-66-0	D <sup>4a</sup>	I	-40	243	1.5	7.8	2.5	513.0		0.28	0.97	0.93
1-Pentanol	71-41-0	D <sup>d</sup>	I	33	300	1.2	10.0	3.0	2.5	IIA			
2-Pentanone	107-87-9	D	I	7	452	1.5	8.2	3.0	35.6				0.99
1-Pentene	109-67-1	D	I	-18	275	1.5	8.7	2.4	639.7				
2-Pentene	109-69-2	D	I	-18				2.4					
2-Pentyl Acetate	626-38-0	D	I	23		1.1	7.5	4.5					
Phenyhydrazine	100-83-0	D		89				3.7	0.03				
Process Gas > 30% H2	1333-74-0	B <sup>f</sup>	GAS		520	4.0	75.0	0.1			0.019	0.45	
Propane	74-98-6	D <sup>d</sup>	GAS	-104	450	2.1	9.5	1.6		IIA	0.25	0.82	0.97
1-Propanol	71-23-8	D <sup>d</sup>	I	15	413	2.2	13.7	2.1	20.7	IIA			0.89
2-Propanol	67-63-0	D <sup>d</sup>	I	12	399	2.0	12.7	2.1	45.4		0.65		1.00
Propiolactone	57-57-8	D				2.9		2.5	2.2				
Propionaldehyde	123-38-6	C	I	-9	207	2.6	17.0	2.0	318.5				
Propionic Acid	79-09-4	D	II	54	466	2.9	12.1	2.5	3.7				
Propionic Anhydride	123-62-6	D		74	285	1.3	9.5	4.5	1.4				
n-Propyl Acetate	109-60-4	D	I	14	450	1.7	8.0	3.5	33.4				1.05
n-Propyl Ether	111-43-3	C <sup>d</sup>	I	21	215	1.3	7.0	3.5	62.3				

FUENTE: NEC

Commentary Table 5.1 Continued

Chemical	CAS No.	Class I Division Group	Type <sup>a</sup>	Flash Point (°C)	AIT (°C)	%LFL	%UFL	Vapor Density (Air = 1)	Vapor Pressure <sup>b</sup> (mm Hg)	Class I Zone Group <sup>c</sup>	MIE (mJ)	MIC Ratio	MESG (mm)
Propyl Nitrate	627-13-4	B <sup>d</sup>	I	20	175	2.0	100.0						
Propylene	115-07-1	D <sup>d</sup>	GAS	-108	455	2.0	11.1	1.5			0.28		0.91
Propylene Dichloride	78-87-5	D	I	16	557	3.4	14.5	3.9	51.7				1.32
Propylene Oxide	75-56-9	B(C) <sup>e,f</sup>	I	-37	449	2.3	36.0	2.0	534.4		0.13		0.70
Pyridine	110-86-1	D <sup>d</sup>	I	20	482	1.8	12.4	2.7	20.8	IIA			
Styrene	100-42-5	D <sup>d</sup>	I	31	490	0.9	6.8	3.6	6.1	IIA		1.21	
Tetrahydrofuran	109-99-9	C <sup>d</sup>	I	-14	321	2.0	11.8	2.5	161.6	IIB	0.54		0.87
Tetrahydronaphthalene	119-64-2	D	IIIA		385	0.8	5.0	4.6	0.4				
Tetramethyl Lead	75-74-1	C	II	38				9.2					
Toluene	108-88-3	D <sup>d</sup>	I	4	480	1.1	7.1	3.1	28.53	IIA	0.24		
n-Tridecene	2437-56-1	D	IIIA			0.6		6.4	593.4				
Triethylamine	121-44-8	C <sup>d</sup>	I	-9	249	1.2	8.0	3.5	68.5	IIA	0.75		
Triethylbenzene	25340-18-5	D		83			56.0	5.8					
2,2,3-Trimethylbutane		D <sup>d</sup>			442								
2,2,4-Trimethylbutane		D <sup>d</sup>			407								
2,2,3-Trimethylpentane		D <sup>d</sup>			396								
2,2,4-Trimethylpentane		D <sup>d</sup>			415								
2,3,3-Trimethylpentane		D <sup>d</sup>			425								
Tripropylamine	102-69-2	D	II	41				4.9	1.5				1.13
Turpentine	8006-64-2	D	I	35	253	0.8			4.8				
n-Undecene	28761-27-5	D	IIIA			0.7		5.5					
Unsymmetrical Dimethyl Hydrazine	57-14-7	C <sup>d</sup>	I	-15	249	2.0	95.0	1.9					0.85
Valeraldehyde	110-62-3	C	I	280	222			3.0	34.3				
Vinyl Acetate	108-05-4	D <sup>d</sup>	I	-6	402	2.6	13.4	3.0	113.4	IIA	0.70		0.94
Vinyl Chloride	75-01-4	D <sup>d</sup>	GAS	-78	472	3.6	39.0	2.2					0.96
Vinyl Toluene	25013-15-4	D	I	52	494	0.8	11.0	4.1					
Vinylidene Chloride	75-35-4	D	I		570	6.5	15.5	3.4	599.4				3.91
Xylene	1330-20-7	D <sup>d</sup>	I	25	464	0.9	7.0	3.7		IIA	0.2		
Xylidine	121-69-7	C	IIIA	63	371	1.0		4.2	0.7				

Notes:

<sup>a</sup>Type is used to designate if the material is a gas, flammable liquid, or combustible liquid. (See 4.2.6 and 4.2.7.)

<sup>b</sup>Vapor pressure reflected in units of mm Hg at 25°C (77°F) unless stated otherwise.

<sup>c</sup>Class I, Zone Groups are based on 1996 IEC TR3 60078-20, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres — Part 20: Data for flammable gases and vapors, relating to the use of electrical apparatus*, which contains additional data on MESG and group classifications.

<sup>d</sup>Material has been classified by test.

<sup>e</sup>Where all conduit runs into explosionproof equipment are provided with explosionproof seals installed within 450 mm (18 in.) of the enclosure, equipment for the group classification shown in parentheses is permitted. For classification of areas involving ammonia, see ASHRAE 15, *Safety Code for Mechanical Refrigeration*, and ANSI/CGA G2.1, *Safety Requirements for the Storage and Handling of Anhydrous Ammonia*.

<sup>f</sup>Commercial grades of aliphatic hydrocarbon solvents are mixtures of several isomers of the same chemical formula (or molecular weight). The autoignition temperatures of the individual isomers are significantly different. The electrical equipment should be suitable for the AIT of the solvent mixture. (See A.4.4.2.)

<sup>g</sup>Certain chemicals have characteristics that require safeguards beyond those required for any of the above groups. Carbon disulfide is one of these chemicals because of its low autoignition temperature and the small joint clearance necessary to arrest its flame propagation.

Petroleum naphtha is a saturated hydrocarbon mixture whose boiling range is 20°C to 135°C (68°F to 275°F). It is also known as benzine, ligroin, petroleum ether, and naphtha.

Fuel and process gas mixtures found by test not to present hazards similar to those of hydrogen may be grouped based on the test results.

Source: Table 4.4.2 in NFPA 497, *Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas*, 2004 edition.

## ANEXO XVII

### MODELO DE COMPUTOS Y PRESUPUESTOS



## MODELOS DE CÓMPUTO MÉTRICO Y PRESUPUESTO

Dentro de los modelos de cómputos y presupuestos de las instalaciones eléctricas se manejan tres formas de elaborarlos que son los siguientes:

### 1.- MATERIAL Y MANO DE OBRA

Los materiales están separados en ítems independientes de las actividades de mano de obra.

### 2.-PROVISION Y MONTAJE

Los materiales y la mano de obra están casados y conforman los ítems.

### 3.- ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Este es el formato exigido por el Estado Boliviano para presentar propuestas a licitaciones donde los ítems están conformados teniendo en cuenta lo siguiente:

#### 3.1 Materiales

**3.2 Mano de obra**, que incluye: cargas sociales sobre mano de obra e impuestos IVA sobre mano de obra

**3.3 Maquinaria y equipo**, que incluye herramientas en porcentaje sobre maquinaria y equipo

**3.4 Gastos generales y administrativos**, que calcula como porcentaje de la suma de 3.1, 3.2 y 3.3

**3.5 Utilidad**, que se calcula como porcentaje de la suma 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4

**3.5 Impuestos**, que se calcula como porcentaje de la suma 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5

## Ejemplo 1.- MATERIALES Y MANO DE OBRA

### MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	P.T.
	ELECTRICO				
1	Provisión de luminaria tipo apliqué de pared	Pza	30	4	120
2	Provisión de luminaria tipo lujo fluorescente con difusor de aluminio 2x40W	Pza	52	8	416
3	Provisión de luminaria de bajo consumo y alto rendimiento	Pza	18	3	54
4	Provisión de luminaria redonda tipo dicroico 1x60W	Pza	5	6	30
5	Provisión de reflector de haluro metalico 250W para exteriores	Pza	18	120	2160
6	Provisión de tomas de corriente dobles de pared con polo de tierra norma americana	Pza	78	2,5	195
7	Provisión de tomas de corriente dobles de piso con placa y caja metalica con polo de tierra norma americana	Pza	12	8	96
8	Provisión de Aire Acondicionado de 18000Btu	Pza	1	500	500
910	Provisión de Aire Acondicionado de 24000Btu	Pza	16	650	10400
11	Provisión tablero de MediciónTM con los siguientes comp. (espacio para 1 medidor 3F CRE, 1 medidor 3F Servicios Generales y 6 medidores monofásicos + 1 de reserva) y con barras de cobre de 100mm2. 1 Pza disyuntor 3P de 63 A(Principal ) 1 Pza disyuntor 3P de 50 A(TDSG) 1 Pza disyuntor 1P de 50 A(TD1) 1 Pza disyuntor 1P de 50 A(TD2 ) 1 Pza disyuntor 1P de 50 A(TD3 ) 1 Pza disyuntor 1P de 50 A(TD4 ) 1 Pza disyuntor 1P de 50 A(TD5) 1 Pza disyuntor 1P de 50 A(TD6)	Pza	1	900	900
12	Provisión tableros TD1,TD2 y TD3 con barras de Cu de 30mm2, con los siguientes comp. 1 Pza disyuntor 1P de 50 A (Principal) 2 Pza disyuntor 1P de 16 A (Illum) 2 Pza disyuntor 1P de 20 A (Tomas) 2 Pza disyuntor 1P de 25 A (A.A.)	Pza	3	150	450
13	Provisión tablero TD4 con barras de Cu de 30mm2, con los siguientes comp. 1 Pza disyuntor 1P de 50 A (Principal) 2 Pza disyuntor 1P de 16 A (Illum) 2 Pza disyuntor 1P de 20 A (Tomas) 3 Pza disyuntor 1P de 25 A (A.A.)	Pza	1	170	170
14	Provisión tablero TD5 y TD6 con barras de Cu de 30mm2, con los siguientes comp. 1 Pza disyuntor 1P de 50 A (Principal) 1 Pza disyuntor 1P de 16 A (Illum) 3 Pza disyuntor 1P de 20 A (Tomas) 4 Pza disyuntor 1P de 25 A (A.A.)	Pza	2	190	380
15	Cable de Cu aislado, c-1000 V, 1P, 16 mm <sup>2</sup> tipo sintenax-PRYSMIAN(ALIMENTADORES TD1 hasta	m	250	5,4	1350
16	Cable de Cu aislado, c-750 V, 1P, 10mm <sup>2</sup> tipo sintenax-PRYSMIAN(ALIMENTADOR TDSG)	m	70	3,44	240,8
17	Cable de Cu aislado, c-750 V, 1P, 6 mm <sup>2</sup> tipo SINTENAX-PRYSMIAN	m	500	1,02	510
18	Cable de Cu aislado, c-750 V, 1P, 4 mm <sup>2</sup> tipo PIRASTIC-PRYSMIAN	m	1500	0,70	1050
19	Cable de Cu aislado, c-750 V, 1P, 2.5 mm <sup>2</sup> tipo PIRASTIC-PRYSMIAN	m	250	0,46	115
20	Cable de Cu aislado, c-750 V, 1P, 1.5 mm <sup>2</sup> tipo PIRASTIC-PRYSMIAN	m	220	0,28	61,6
21	Cable desnudo de Cu de 35mm2	m	12	4,00	48
22	Cajas de conexion hexagonales	Pza	70	0,60	42
23	Cajas de conexion rectangulares	Pza	125	0,3	37,5
24	Cajas de conexion cuadradas	Pza	30	0,4	12
25	Interruptores simples tipo balancin	Pza	20	2,5	50
26	Interruptores dobles tipo balancin	Pza	8	3	24
27	Conmutador simple tipo balancin	Pza	17	4	68
28	Conmutador doble tipo balancin	Pza	2	5	10
29	Jabalinas tipo Cooperweld de 3m y 3/4" con conectores	Pza	3	12	36
30	Electroducto PVC 3/4"	m	1300	0,25	325
31	Electroducto POLITUBO CLASE 9 D=1 1/2"	m	150	3	450
32	Electroducto POLITUBO CLASE 9 D=2"	m	15	4	60
33	Electroducto metalico rígido d=3/4"	m	12	6	72
34	Baston metalico galvanizado Long.=1.6m y D=2"	Gbl.	1	32	32
35	Cinta aislante 3M	Pza	250	0,8	200
36					
<b>SUBTOTAL (\$usa):</b>					<b>20664,9</b>

**MANO DE OBRA**

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	P.T.
1	Montaje de puntos de iluminación. Exterior e interior Incluye entub. con PVC y cableado.	Ptos	123	21	2583
2	Montaje de puntos de tomas de corriente . Incluye entub. PVC y cableado.	Ptos	90	18	1620
3	Montaje de malla de aterramiento	Gbl.	1	80	80
4	Montaje de puntos de Aires Acondicionados . Incluye entub. PVC y cableado.	Ptos	17	25	425
5	Montaje tablero TD1,TD2,TD3,TD4,TD5,TD6 y TDSG . Incluye entub. y cableado. Lon promed.	Gbl.	7	200	1400
6	Montaje tablero tablero de medición TM	Gbl.	1	400	400
<b>SUBTOTAL (\$usa):</b>					<b>6508,0</b>

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.T.	
1	Materiales	Gbl.	1	20664,90	
2	Mano de Obra	Gbl.	1	6508,0	
<b>SUBTOTAL (\$usa):</b>					<b>27172,90</b>

## Ejemplo 2.- PROVISIÓN Y MONTAJE

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	P.T.
1	Provisión y montaje luminaria tipo plafón o de sobreponer con lampara bajo consumo	Pza	2	40	80
2	Provisión y montaje Luminaria fluorescente de 1x40 W con reactancia electrónica HELFON	Pza	17	45	765
3	Provisión y montaje Luminaria fluorescente de 1x40 W con reactancia electrónica HELFON con batería autonoma para emergencia	Pza.	5	70	350
4	Provisión y montaje Luminaria para luxsalon de lujo fluorescente de 4x20 W con reactancia electrónica HELFON	Pza	26	55	1430
5	Provisión y montaje Luminaria para luxsalon de lujo fluorescente de 4x20 W con reactancia electrónica HELFON con batería autonoma para emergencia	Pza	8	55	440
6	Provisión y montaje de luminaria tipo apliqué de 18 W	Pza	2	25	50
7	Provisión y montaje de luminarias reflectores de piso de 500 W	Pza	3	200	600
8	Instalación eléctrica puntos Iluminación interior incluye:PVC 3/4,cajas, cable (2x2.5) mm <sup>2</sup> , cinta aisl., interruptor (long aprox = 12 m) material y mano obra	Ptos	63	25	1575
9	Instalación eléctrica puntos de toma corrientes con tierra(long aprox = 15 m) incluye: PVC 3/4 ", cajas, cable (2x4+1x1.5) mm <sup>2</sup> , placa de 16 A doble, cinta aislante, material y mano obra	Ptos	104	24	2496
10	Provisión y montaje punto de Aire a Acondicionado exterior de 90000 Btu long aprox 20 m c/u incluye PVC 1 ", cajas, cable (4X6+1x1.5) mm <sup>2</sup> , cinta aislante, mat. y mano obra	Ptos	2	120	240
11	Provisión y montaje punto de Aire a Acondicionado interior de 90000 Btu long aprox 20 m c/u incluye PVC 1 ", cajas, cable (4X4+1x1.5) mm <sup>2</sup> , cinta aislante, mat. y mano obra	Ptos	2	100	200
12	Provisión y montaje punto de Aire a Acondicionado ext. e int. de 18000 Btu long aprox 20 m c/u incluye PVC 3/4 ", cajas, cable (2x4+1x1.5) mm <sup>2</sup> , cinta aislante, mat. y mano obra	Ptos	1	50	50
13	Provisión y montaje tablero TD1 con barras de cu (4 barras de 30mm2), con los siguientes comp. 1 Pza disyuntor 3P de 50 A (General) 5 Pza disyuntor 1P de 16 A (Circ. ilum ) 15 Pza disyuntor 1P de 20 A (TC)	Pza	1	320	320
14	Provisión y montaje tablero TDA1 con barras de cu (4 barras de 30mm2), con los siguientes comp. 1 Pza disyuntor 3P de 63 A (General) 2 Pza disyuntor 3P de 30 A (A.A. 90000 Btu ext.) 2 Pza disyuntor 3P de 20 A (A.A. 90000 Btu int.) 1 Pza disyuntor 1P de 20 A (A.A. 18000 Btu)	Pza	1	361	361
15	Provisión y montaje tablero TED1 con barras de cu (4 barras de 30mm2), con los siguientes comp. 1 Pza disyuntor 1P de 30 A (General) 6 Pza disyuntor 1P de 16 A (ILUMINACIÓN)	Pza	1	231	231
16	Provisión y montaje tablero TDUPS 1 con barras de cu (4 barras de 30mm2), con los siguientes comp. 1 Pza disyuntor 3P de 30 A (General) 2 Pza disyuntor 1P de 30 A (TC ) 11 Pza disyuntor 1P de 20 A (TC)	Pza	1	333	333
17	Provisión y montaje tablero TDUPS 2 con barras de cu (4 barras de 30mm2), con los siguientes comp. 1 Pza disyuntor 1P de 20 A (General) 5 Pza disyuntor 1P de 20 A (TC y Reserva)	Pza	1	220	220
18	Provisión y montaje tablero TDUPS 3 con barras de cu (4 barras de 30mm2), con los siguientes comp. 1 Pza disyuntor 1P de 20 A (General) 5 Pza disyuntor 1P de 20 A (TC y Reserva)	Pza	1	220	220
19	Provisión de tablero control de luces con 15 interruptores de 16 A (NIVEL 1,2,3)	Pza	7	280	1960
<b>SUBTOTAL (\$usa):</b>					<b>11921</b>

### Ejemplo 3.- ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>PRESUPUESTO GENERAL</b>					
<b>OBRA: ILUMINACION DE CANCHA DE FUTBOL PUERTO QUIJARRO</b>					
<b>UBICACIÓN : LOCALIDAD DE PUERTO QUIJARRO</b>					
<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCION ITEM</b>	<b>UND.</b>	<b>CANT</b>	<b>P. UNIT.</b>	<b>PARCIAL (BS)</b>
1	Provision y montaje de politubo 1" (incluye cavado y entubado )	<b>m</b>	1.900,00	31,76	<b>60.341,69</b>
2	Provision y montaje Alimentador de Tablero de Medición (TM) a tablero de distribución (TD1) incluye entub. y cableado con cond (3x35+1x35) mm² long. 30 m	<b>Glb.</b>	1,00	11.192,03	<b>11.192,03</b>
3	Provision y montaje Alimentador de circuitos electricos de Tablero de distribución a poste incluye entub. y cableado con conductor flexible clase 1kV (2x10+1x6) mm² longitud promedio 100 metros	<b>Ctos.</b>	20,00	7.457,49	<b>149.149,99</b>
4	Provisión y montaje de base de Hº Aº para torre FoGo	<b>Glb.</b>	16,00	1.682,21	<b>26.915,35</b>
5	Provision y montaje de torre metalica de FoGo	<b>Pza.</b>	4,00	49.840,84	<b>199.363,35</b>
6	Provision y Montaje de REFLECTOR HALURO METALICO DE 1000 W incluye soporte y accesorios para montaje	<b>Pza.</b>	40,00	2.763,63	<b>110.545,20</b>
7	Provisión de tablero distribución TD1 con barras de Cu , con los siguientes componentes: 1 Pza disyuntor 3P de 70 A (General) 20 Pza disyuntor 2P de 20 A (Tablero de Control de Luces )	<b>Glb.</b>	1,00	4.817,31	<b>4.817,31</b>
8	Provision y montaje de pilastra lad. adob. para tablero de medición TM y tablero distribución TD1	<b>Glb.</b>	1,00	1.825,67	<b>1.825,67</b>
9	Porvision y montaje de caja y accesorios para medidor trifásico CRE con barras de cobre y disyuntor principal trifásico de 80 A	<b>Glb.</b>	1,00	2.088,82	<b>2.088,82</b>
10	Porvision y montaje de camara de inspección eléctricas 60x60x60 cm	<b>Pza.</b>	8,00	859,40	<b>6.875,21</b>
11	Provisión y montaje de sistema de aterramiento para TM y partes metalicas, incluye cable de Cu desnudo de 25 mm2 jabalinas Copeperweld, D 3/4"x3m con conector incluida cámara de inspección de puesta a tierra.	<b>Glb.</b>	5,00	1.223,94	<b>6.119,71</b>
12	Letrero de Obra	<b>Pza.</b>	1,00	2.248,87	<b>2.248,87</b>
13	Transformador trifásico 75 kVA - 13.8/0.22-0.12 kV - 60 Hz	<b>Pza.</b>	1,00	52.907,58	<b>52.907,58</b>
14	Estructura para puesto de transformación VG3-25-1	<b>Gbl.</b>	1,00	3.920,80	<b>3.920,80</b>
15	Estructura de fin de linea VC7-1U	<b>Gbl.</b>	2,00	3.482,63	<b>6.965,26</b>
16	Seccionadores fusibles tipo SlowFast VM5-9	<b>Pza.</b>	3,00	1.724,30	<b>5.172,91</b>
17	Poste de Hormigon clase A	<b>Pza.</b>	1,00	4.721,97	<b>4.721,97</b>
18	Ajustes y pruebas	<b>Glb.</b>	1,00	4.098,35	<b>4.098,35</b>
<b>PRECIO TOTAL BOLIVIANOS</b>					<b>659.269,97</b>

**Se detalla solo el ítem 1 para mostrar el formulario B-1 de análisis de precios unitarios**

<u>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</u>					
Proyecto : CANCHA DE FUTBOL DE PUERTO QUIJARRO		Moneda : Bs		Cambio : 6,86	Fecha: 02/05/2013
Ítem: Provision y montaje de polí tubo 1" (incluye cavado y entubado )				Hoja : 1	Unidad : m
<b>1. MATERIALES</b>					
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	P-U	P-TOTAL
100.010	Politubo de D 1"	m	1,00	15,00	15,00
<i>TOTAL MATERIALES</i>					15,00
<b>2. MANO DE OBRA</b>					
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	P-U	P-TOTAL
1	Ayudante	HR	0,20	15,00	3,00
10	Electricista	HR	0,10	20,00	2,00
<i>SUB TOTAL MANO DE OBRA</i>					5,00
<i>PORCENTAJE DE LA MANO DE OBRA</i>					
Cargos sociales		55	%		2,75
Impuesto IVA Mano de Obra		14,94	%		1,16
<i>TOTAL MANO DE OBRA</i>					8,91
<b>3. MAQUINARIA Y EQUIPO</b>					
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	P-U	P-TOTAL
<i>SUB TOTAL MAQ. Y EQUIPO</i>					
<i>PORCENTAJE DE HERRAMIENTAS</i>					
Porcentaje por Herramientas		5			0,45
<i>TOTAL MAQ. EQUIPO Y HERRAMIENTA</i>					0,45
<b>COSTO TOTAL DIRECTO (1+2+3)</b>		24,35	Bs		
<b>4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>					
Gastos Generales(% de 1+2+3)		15	%	3,653	
<b>5 UTILIDAD</b>					
Utilidad (% de 1+2+3+4)		10	%	2,801	
<b>6 IMPUESTOS</b>					
Impuestos IT (% de 1+2+3+4+5)		3,09	%	0,952	
<b>COSTO TOTAL UNIT. DEL ÍTEM (1+2+3+4+5+6)</b>		<b>31,76</b>	<b>Bs</b>		

## ANEXO XVIII

### TABLA CLASIFICACION DE EDIFICACIONES

## Clasificación De Edificaciones y Categoría De Ambientes

**Artículo 441.-Clasificación de las edificaciones según su complejidad.-** Las edificaciones se clasifican por su grado de complejidad, superficie y altura en:

TIPO	EDIFICACIÓN	SUPERFICIE	ALTURA
1	De interés social	Igual o menor a 80,00 m <sup>2</sup>	Hasta 3,50 m
2	Simple, solo uso de vivienda unifamiliar	Hasta 600,00 m <sup>2</sup> de superficie construida	Hasta 6,50 m equivalente a planta baja y planta alta
3	Mediana, de uso de vivienda unifamiliar o multifamiliar con servicio y/o comercio.	Hasta 600,00 m <sup>2</sup> de superficie construida	Hasta 6,50 m, equivalente a planta baja y planta alta(condicionado Artículo 81)
			Hasta 9,50 m(condicionado Artículo 81)
4	Medianamente compleja	De 600,00 m <sup>2</sup> a 1.000,00 m <sup>2</sup> de superficie construida	Hasta 12,50 m, equivalente a planta baja y tres niveles
5	Compleja	Mayor a 1.000,00 m <sup>2</sup> de superficie construida	Mayor a 12,50 m
6	Especial, con usos molestos y peligrosos.	Cualquier superficie	Cualquier altura



## ANEXO XIX

### LISTA DE VERIFICACION DEL PROYECTO ELECTRICO POR PARTE DEL PROYECTISTA

## LISTA DE VERIFICACIÓN DE LOS PROYECTOS DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T.

	CUMPLE CON NORMAS	SI	NO	NO APLICA
	<b>MEMORIA DESCRIPTIVA Y PLANOS</b>			
1	Datos del proyecto: completo (Cuadro No. 1)			
2	Configuración de circuitos: adecuada			
3	Puntos y niveles de iluminación: adecuados			
4	Tomacorrientes: incluyen conductor de protección			
5	Recorrido de los circuitos: claramente diseñados y especificados.			
6	Cuadros de cargas: completos			
7	Selectividad de la protección			
8	Diseño de la malla de tierra y tomas de tierra: adecuados			
9	Protección contra sobrevoltajes			
10	Equipos de protección diferencial			
11	Especificaciones técnicas, materiales y equipamiento: completas			
12	En conductores aislados: detalle de tipos de aislación y circuitos destinados			
13	Instalaciones especiales: cumplimiento de Normas NB777, NFPA y otras.			
14	Circuitos de iluminación, tomacorrientes y fuerza: independientes			
15	Cantidad de cables y diámetro de ductos: compatibles			
16	Ubicación de tableros: adecuada			
17	Información de diagramas unifilares eléctricos: completa			
18	Información en carimbo: completa			
19	Cómputo métrico			

## ANEXO XX

### MODELO DE SELLO DE CONFORMIDAD DE LA CIEE

# GUÍA PARA VERIFICACION DEL PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN

## 1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

- Verificar que los datos del cuadro N° 1 estén completos

## 2. CONFIGURACIÓN DE LOS CIRCUITOS

- Se presume que la información básica (layout y otros) haya sido entregada al proyectista y por lo tanto, la configuración de los circuitos del proyecto son las que se adecuan al tipo de proyecto.

## 3. COMPONENTES INICIALES A DESARROLLAR

- Verificar que la cantidad de puntos de iluminación y tomacorrientes sea la indicada por las Normas
- Comparar los niveles de iluminación calculados con respecto a los sugeridos por las Normas.
- Verificar que los tableros de distribución se encuentren en lugares de acceso libre y a la altura del piso de 1,2 m de la parte inferior del tablero.
- Verificar que sean independientes los circuitos de iluminación, tomacorrientes normales y tomacorrientes de fuerza.
- Verificar que la cantidad de conductores y circuitos por cada ducto sea el recomendado por las normas.
- Verificar que los circuitos de tomacorrientes incluyan el conductor de protección.
- En los mercados, constatar que el recorrido de los circuitos esté claramente diseñado en los planos. Que indique el material de los ductos y la forma de sostenerlos (empotrados, sobre bandejas, adosado a muros, etc.).

## 4. INGENIERIA DEL PROYECTO

- Verificar que en los cuadros de carga se incluya lo siguiente:

Las cargas en Amperios (A), potencias (W) de equipamiento y puntos de utilización, longitud de alimentadores (m), sección de conductores (mm<sup>2</sup>), caídas de tensión (% de V nominal), protección de circuitos (interruptor o disyuntor) que indique la corriente de accionamiento (A).

- Revisar si se contempla una selectividad de accionamiento de la protección termomagnética.
- Verificar si se prevé el diseño de la malla de tierra, conexiones a las jabalinas, cámaras de inspección y medición de la resistencia de tierra.
- Verificar si el diseño contempla el uso de equipos de protección contra sobre voltajes.

## **5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPAMIENTO**

- Si se usa varios tipos de niveles de aislación en los conductores, verificar que se detalle en cuales tipos de circuitos y/o recorridos están destinados.
- Revisar que estén descritas las características técnicas de los equipos y materiales de la instalación eléctrica (conductores, ductos, tableros de distribución, bandejas portacables, sistemas de sujeción, equipos de iluminación, etc.
- En las instalaciones eléctricas de locales con riesgo de incendio y/o explosión, verificar el cumplimiento de las Normas NB 777 y otras normas extranjeras como la NFPA.

## **6. PLANOS ELÉCTRICOS**

### **a) Información en planos**

- Verificar simbología
- Verificar circuitos de iluminación
- Verificar circuitos de tomacorrientes
- Verificar circuitos de fuerza
- Verificar diseño de circuitos y alimentadores desde panel de medición
- Verificar compatibilidad entre la cantidad de cables y diámetro de los ductos de los circuitos
- Verificar que el carimbo esté completo

**b) Diagramas unifilares**

- Verificar: sección de los cables, diámetro de los ductos, protecciones principales y secundarias, secciones de barras, tipos de conexiones (monofásica o trifásica)
- Verificar que todos los tableros y subtableros tengan su diagrama unifilar
- Verificar la simbología

**7. COMPUTO MÉTRICO**

Verificar que se hayan preparado las planillas del cómputo métrico

ANEXO XXI

MANUAL DEL PERSONAL REVISOR

	SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA DEPARTAMENTAL SANTA CRUZ
Fecha:	Expediente No.:
<b><i>SELLO DE CONFORMIDAD</i></b>	