



**Colegio de Ingenieros  
Electricistas y Electrónicos  
de Santa Cruz**



# **GUÍA PRÁCTICA**

## **DE ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERNAS EN BAJA TENSIÓN EN EDIFICACIONES EN GENERAL**



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

SANTA CRUZ – BOLIVIA  
ENERO 2026



## PRÓLOGO

### **ACTUALIZACIÓN GUÍA PRÁCTICA DE ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERNAS EN BAJA TENSIÓN EN EDIFICACIONES EN GENERAL**

El desarrollo sostenido de las edificaciones y de la infraestructura eléctrica en el país y el departamento de Santa Cruz, exige la aplicación de criterios técnicos claros, actualizados y uniformes que garanticen instalaciones eléctricas seguras, confiables, eficientes y acordes a la normativa vigente. En este contexto, la correcta elaboración de proyectos de instalaciones eléctricas internas en baja tensión constituye una etapa fundamental para asegurar la calidad de las obras, la protección de las personas y los bienes, y la adecuada operación de los sistemas eléctricos a lo largo de su vida útil.

La presente “Guía Práctica de Elaboración de Proyectos de Instalaciones Eléctricas Internas en Baja Tensión en Edificaciones en General” ha sido elaborada y actualizada con el propósito de servir como un documento técnico de referencia para los ingenieros electricistas y electrónicos, proyectistas, supervisores y demás profesionales vinculados al diseño, ejecución y fiscalización de instalaciones eléctricas en edificaciones, aportando criterios prácticos, lineamientos técnicos y recomendaciones basadas en la normativa nacional e internacional vigente.

Esta guía se sustenta principalmente en la Norma Boliviana NB 777, en particular en sus partes aplicables a instalaciones eléctricas en baja tensión, y se complementa con normas técnicas internacionales reconocidas, tales como IEC, IEEE, NEC, NFPA, entre otras, con el fin de fortalecer los criterios de seguridad, confiabilidad, continuidad del servicio y calidad técnica de los proyectos eléctricos.

El documento no pretende reemplazar las normas técnicas ni limitar el criterio profesional del proyectista, sino constituirse en una herramienta de apoyo que facilite la correcta interpretación y aplicación de los requisitos normativos, promoviendo buenas prácticas de ingeniería y contribuyendo a la estandarización de criterios técnicos en el ámbito de las instalaciones eléctricas internas en edificaciones.

El Colegio de Ingenieros Electricistas y Electrónicos de Santa Cruz (CIEE–SC) a través de su directorio, en coordinación con la Sociedad de Ingenieros de Bolivia – Departamental Santa Cruz (SIB–SC), respalda la presente guía como parte de su compromiso institucional con el fortalecimiento del ejercicio profesional, la mejora continua de la calidad técnica de los proyectos y la protección del interés público.

La actualización técnica del presente documento ha sido elaborada por el Ing. O. Joaquín Ledezma U., como resultado de su experiencia profesional en el ámbito de las instalaciones eléctricas en baja tensión y su participación en el desarrollo y revisión de proyectos eléctricos en edificaciones.

## **Directorio CIEE-SC Gestión 2024 – 2026**

### **Presidente**

Ing. Edgard D. Arteaga Cuellar

### **Vicepresidente**

Ing. Jorge Nuñez Cuellar

### **Secretario**

Ing. Diego Alejandro Suarez Asbun

### **Tesorero**

Ing. Andres Jesus Lijeron Richter

### **Directores**

Ing. Luis Alberto Soliz Parejas  
Ing. Jessica Silvana Balcazar Severich  
Ing. Robert Manuel Colosetti Molina  
Ing. Juan Carlos Giles Eid  
Ing. Luis Julio Soria Galvarro Uracoty  
Ing. Jose Luis Molina Condori

Se espera que el presente documento sea de utilidad práctica para los profesionales del área y que, a través de su aplicación, retroalimentación y actualización periódica, contribuya al perfeccionamiento permanente de los criterios técnicos utilizados en el diseño de instalaciones eléctricas internas en baja tensión.

Santa Cruz de la Sierra, 2026



## ANTECEDENTES

### INTRODUCCIÓN Y ALCANCE DEL DOCUMENTO

La presente guía fue elaborada por encargo del Colegio de Ingenieros Electricistas y Electrónicos en el año 2019, como un instrumento técnico de apoyo para el desarrollo de proyectos de instalaciones eléctricas en baja tensión. El documento constituye la segunda versión, resultante de la revisión y actualización de la primera edición, incorporando ajustes técnicos y criterios alineados con la normativa vigente.

El alcance de esta guía comprende los aspectos generales del diseño de instalaciones eléctricas interiores en baja tensión, con énfasis en proyectos de edificaciones residenciales, comerciales y de oficinas, que representan la mayor demanda en la práctica profesional. Asimismo, se consideran las actualizaciones de la Norma Boliviana NB 777 “Diseño y construcción de instalaciones eléctricas en baja tensión”, garantizando su coherencia con los requerimientos técnicos y reglamentarios aplicables.

En el caso de proyectos especiales, tales como establecimientos de salud, instalaciones deportivas, áreas de almacenamiento y manejo de combustibles, entre otros, las recomendaciones generales establecidas en el presente documento resultan aplicables como base técnica. Sin embargo, debido a las particularidades propias de este tipo de infraestructuras, se reconoce la necesidad de criterios específicos adicionales, los cuales podrán ser desarrollados mediante ampliaciones futuras del alcance de la guía.

El objetivo de la presente guía es proporcionar lineamientos técnicos, criterios de diseño y herramientas prácticas que faciliten la elaboración de proyectos de instalaciones eléctricas en baja tensión, orientados principalmente a ingenieros electricistas y electrónicos que se inician en este tipo de proyectos, así como a profesionales recientemente titulados. De esta manera, se busca contribuir al ejercicio profesional responsable, autónomo y conforme a la normativa vigente.

En los capítulos siguientes se describen de forma sistemática los procedimientos, criterios y etapas necesarias para la formulación de proyectos de instalaciones eléctricas en baja tensión aplicables a edificaciones en general.

Santa Cruz, Enero de 2026

## ÍNDICE

PRÓLOGO .....	2
ANTECEDENTES .....	4
1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	8
1.1. Información del proyecto eléctrico nuevo o existente .....	8
1.2. Referencia normativa .....	8
1.3. Normas técnicas bolivianas para instalaciones eléctricas en Baja Tensión ....	8
2 CONFIGURACIÓN DE LOS CIRCUITOS .....	11
3 COMPONENTES INICIALES DEL PROYECTO .....	13
3.1. Criterios para puntos de iluminación para uso general .....	13
3.1.1. Criterios para puntos de iluminación para uso especial .....	13
3.2. Criterios para los puntos de tomacorrientes .....	13
3.2.1. Criterios para puntos de tomacorrientes para uso especial .....	14
3.3. Criterios para los circuitos de uso específico o fuerza .....	15
3.4. Ubicación de puesto de transformación particular .....	15
3.5. Ubicación del tablero de medición .....	15
3.6. Alimentadores y subalimentadores .....	15
3.7. Ubicación de los tableros de distribución .....	16
3.7.1. Tableros de protección y maniobras .....	16
3.8. Circuitos .....	16
3.9. Trazado y recorrido de circuitos .....	17
3.10. Diagramas Unifilares .....	17
4 INGENIERIA DEL PROYECTO .....	19
4.1. Edificaciones en general .....	19
4.1.1. Cuadros de carga .....	19
4.1.2. Información de los cuadros .....	19
4.1.3. Cálculo de la potencia demandada .....	20
4.1.4. Selectividad de protecciones .....	20
4.1.4.1. Selectividad parcial .....	20
4.1.4.2. Selectividad total .....	21
4.1.4.3. Protección contra contactos directos e indirectos a través de disyuntores diferenciales .....	21
4.1.4.4. Protecciones adicionales .....	21
4.1.5. Cálculo Luminotécnico .....	22
4.1.6. Sistema de aterramiento .....	22
4.1.7. Protección contra descargas atmosféricas a tierra (rayos) .....	23

4.1.8.	Protección contra sobretensiones de origen interno a la red de distribución. ....	24
4.1.9.	Protecciones para motores o grupo de motores.....	24
4.2.	Edificaciones especiales .....	25
4.2.1.	Locales de concurrencia pública.....	25
4.2.2.	Fuentes propias de suministro.....	25
4.2.3.	Centros de abastecimiento .....	25
4.2.4.	Hospitales.....	25
4.2.5.	Instalaciones en piscinas.....	25
4.2.6.	Instalaciones en centros educacionales.....	26
4.2.7.	Instalaciones complementarias.....	26
4.2.8.	Instalaciones en lugares clasificados como peligrosos o con riesgo de incendio y/o explosión.....	26
4.2.9.	Instalaciones en ambientes de características especiales y usos específicos.....	26
4.2.10.	Sistemas de generación con paneles solares fotovoltaicos. ....	27
4.2.11.	Instalación de estaciones de recarga para vehículos eléctricos. ....	27
5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPAMIENTO .....	29
6	PLANOS, RECOMENDACIONES.....	31
6.1.	Información en planos .....	31
6.2.	Diagramas Unifilares .....	31
6.3.	Planos de proyectos de remodelación o ampliaciones .....	32
6.4.	Diseños esquemáticos de canalizaciones de alimentadores .....	32
7	CÓMPUTO MÉTRICO .....	34



**GUÍA PRÁCTICA DE ELABORACIÓN DE  
PROYECTOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERNAS EN BAJA TENSIÓN  
EN EDIFICACIONES EN GENERAL**  
SANTA CRUZ – BOLIVIA  
ENERO 2026



## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

## 1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

### 1.1. Información del proyecto eléctrico nuevo o existente

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>DESCRIPCIÓN RESUMIDA DE LA EDIFICACIÓN</b>	
Tipo de Edificación:	
Cantidad de Niveles:	
Potencia Instalada:	
Superficie construida:	
<b>TIPO DE PROYECTO</b>	
Temporal:	
Permanente:	
<b>UBICACIÓN</b>	
Departamento:	
Provincia:	
Ciudad o Municipio:	
Calle, UV, MZ, otra referencia:	
<b>TIPO DE USO DE ENERGÍA ELECTRICA</b>	
Residencial:	
Comercial:	
Industrial:	
Mixto:	
Granja:	
Agua Potable:	
Riego:	
Especial:	

**Fuente:** *Elaboración propia*

El proyecto debe contar con su respectivo croquis o diagrama, marcando su respectiva ubicación.

### 1.2. Referencia normativa

El proyecto eléctrico en baja tensión deberá ser diseñado, elaborado y sustentado conforme a las normas técnicas vigentes de alcance nacional, sin carácter limitativo, así como a estándares y reglamentaciones nacionales o internacionales aplicables, con el fin de garantizar la continuidad del servicio, la confiabilidad operativa y la seguridad de las instalaciones eléctricas internas.

### 1.3. Normas técnicas bolivianas para instalaciones eléctricas en Baja Tensión

- NB 777 – Diseño y construcción de instalaciones eléctricas interiores en baja tensión.

- NB 148001-1 – Instalaciones eléctricas en baja tensión – Parte 1: Cajas – Especificaciones técnicas, clasificación y métodos de ensayo.
- NB 140081-2 - Instalaciones eléctricas en baja tensión – Parte 2: Tableros – Especificaciones técnicas, clasificación y métodos de ensayo.
- NB 148004 – Instalaciones eléctricas – Sistema de puesta a tierra (PaT) – Glosario de términos.
- NB 148005 – Instalaciones eléctricas – Sistema de puesta a tierra (PaT) – Conductores de puesta a tierra.
- NB 148006 – Instalaciones eléctricas – Sistema de puesta a tierra (PaT) – Electrodo para puesta a tierra.
- NB 148007 – Instalaciones eléctricas – Sistema de puesta a tierra (PaT) – Materiales que constituyen el pozo de puesta a tierra.
- NB 148008 – Instalaciones eléctricas – Sistema de puesta a tierra (PaT) – Medición de la resistividad y la resistencia de puesta a tierra.
- NB 148009 – Instalaciones eléctrica – Sistema de puesta a tierra (PaT) – Criterios de diseño y ejecución
- NB 148010 – Instalaciones eléctrica – Protección contra el rayo – Sistema de puesta a tierra (PaT) – Parte 1: Principios generales
- NB 148010 – Instalaciones eléctrica – Protección contra el rayo – Sistema de puesta a tierra (PaT) – Parte 2: Evaluación del riesgo
- NB 148010 – Instalaciones eléctrica – Protección contra el rayo – Sistema de puesta a tierra (PaT) – Parte 3: Daño físico a estructuras y riesgo humano
- NB 148010 – Instalaciones eléctrica – Protección contra el rayo – Sistema de puesta a tierra (PaT) – Parte 4: Sistemas eléctricos y electrónicos en estructuras
- NB 148014 – Instalaciones Eléctricas – Distancias mínimas de seguridad a conductores de redes aéreas de Baja, Media y Alta Tensión
- NB 60364-7-712 Instalaciones Eléctricas de baja tensión Parte 7-712: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales Sistemas de generación solar fotovoltaica (FV)
- NB 812004 - Instalación de estaciones de recarga para vehículos eléctricos.



## **2. CONFIGURACIÓN DE CIRCUITOS**

## 2 CONFIGURACIÓN DE LOS CIRCUITOS

Dependiendo del tipo de proyecto, la subdivisión de los circuitos internos debe tener en cuenta la información básica suministrada por los colegas de otras áreas la ingeniería, arquitectura u otras especialidades del tipo de uso de la energía eléctrica.

Para la ubicación de los puntos de iluminación, tomacorrientes, y uso específico (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, centros educativos	Arquitectos, Ing. Civiles
Industriales	Ing. Industriales, especialistas
Especiales (bombeo de agua, granjas, riego, etc)	Ing. Industriales, especialistas
Hospitales, clínicas, 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 AutoCAD. Por lo tanto, el cliente (arquitecto, ingeniero, dueño del predio) deberá entregar la información básica y planos arquitectónicos en alguno de esos paquetes.

En caso de proyectos enmarcados dentro de la metodología *BIM* (Building Information Modeling) los paquetes computacionales para realizar las modelaciones son REVIT, VectorWorks u otros similares. Por lo tanto, el cliente deberá coordinar la versión y el nivel de detalle (Por sus siglas en inglés – LOD) que requiera el proyecto.





### **3. COMPONENTES INICIALES DEL PROYECTO**

### 3 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 puntos de iluminación para uso general

Sobre la base de la información del proyectista de la edificación, se deben seguir los criterios establecidos en el numeral 6.5.2.1 Cap.6 NB777-1 y:

- a) Definir la cantidad de puntos de iluminación de uso general por cada ambiente, la distribución debe ser lo más uniforme cumpliendo como mínimo los niveles de iluminación requeridos en el Anexo A de la NB777-1. (Ver capítulo 4 de este documento para más información)

- b) Viviendas:

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

- c) Edificios: Multifamiliares, comerciales, oficinas y mixtos.

De acuerdo con las dimensiones de los ambientes, características de estos y aspectos arquitectónicos, se debe realizar el cálculo luminotécnico de acuerdo con las directrices indicadas posteriormente en este documento.

- d) Edificaciones especiales: Industrias, campos deportivos, hospitales, etc.

De acuerdo con las dimensiones de los ambientes, características de estos y aspectos arquitectónicos, se debe realizar el cálculo luminotécnico de acuerdo con las directrices indicadas posteriormente en este documento.

#### 3.1.1. Criterios para puntos de iluminación para uso especial

Sobre la base de la información del proyectista de la edificación, y cuando se trate de circuitos de iluminación a la intemperie y/o cualquier que requiera condiciones especiales no listadas como circuitos de iluminación de uso general se deben seguir los criterios establecidos en el numeral 6.5.3.1 Cap.6 NB777-1.

#### 3.2. Criterios para los puntos de tomacorrientes

Sobre la base de la información del proyectista de la edificación, se deben seguir los criterios establecidos en el numeral 6.5.2.2 Cap.6 NB777-1 y:

- a) Viviendas Unifamiliares, Multifamiliares, comerciales, oficinas y mixtos.

Definir la cantidad de puntos de tomacorrientes de uso general por cada ambiente, considerando como mínimo que debe existir un punto por cada 3,6 m y un punto a 1,8 m de cualquier puerta de ingreso.

- b) Edificaciones de acceso público: Salas de espectáculos, Iglesias, Restaurantes, etc.

Definir la cantidad de puntos de tomacorrientes de uso general de acuerdo con la exigencia de cada tipo de edificación, considerando como mínimo lo establecido en la Tabla 1 de la NB777-1

**Tabla 1 – Número mínimo de tomacorrientes por cada 20 m<sup>2</sup>**

Tipo de 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: Tabla 1 - NB777-1**

- c) Edificaciones especiales: Industrias, campos deportivos, etc.

Definir la cantidad de puntos de tomacorrientes de uso general de acuerdo con la exigencia de cada tipo de edificación.

### **3.2.1. Criterios para puntos de tomacorrientes para uso especial**

Sobre la base de la información del proyectista de la edificación, se deben seguir los criterios establecidos en el numeral 6.5.3.2 Cap.6 NB777-1. Tomando especial consideración, que independiente el número de puntos, este tipo de circuitos deben ser independientes.

Ejemplo: Si para la cocina de una vivienda unifamiliar, se tienen dos (2) puntos proyectados sobre el mesón (que no sean puntos de uso específico o fuerza), estos puntos pueden configurarse como un circuito independiente para uso especial, considerando, que en ese lugar el ocupante de la vivienda puede conectar múltiples elementos eléctricos al mismo tiempo (cafetera, hervidor eléctrico, licuadora, horno de aire caliente o *air fryer*, hornos pequeños, cocinas de resistencia de una hornilla, etc).

### 3.3. Criterios para los circuitos de uso específico o fuerza

Sobre la base de la información del proyectista de la edificación, se deben seguir los criterios establecidos en el numeral 6.5.4 Cap.6 NB777-1 y:

- a) Se debe definir la cantidad de puntos para uso específico o fuerza por ambiente o sección (ejemplo: duchas, calefones eléctricos, cocinas eléctricas, hornos eléctricos y otros artefactos y/o equipamiento de fuerza que por sus características así lo requieran).
- b) En caso de unidades de aire acondicionado sin conductos (tipo Split, Cassette, Piso techo) que constan de un evaporador o unidad interior y un condensador o unidad exterior, deben tener un circuito independiente, revisar la NB777-1.  
Se debe considerar la existencia o el uso futuro de estos equipos en las viviendas unifamiliares o multifamiliares, aunque los mismos no estén especificados en los planos de arquitectura.  
Para edificaciones más complejas y con sistemas de aire acondicionado, calefacción, refrigeración o similares, el proyectista eléctrico debe considerar, las solicitudes eléctricas brindadas por el proyecto de climatización.
- c) Para cocinas eléctricas, hornos o freidoras, de potencia eléctrica mayor a 2000 W, se debe diseñar circuitos independientes.
- d) En duchas eléctricas debe adoptarse el valor de 5000 W por punto como mínimo.

### 3.4. Ubicación de puesto de transformación particular

En el plano de la edificación, si aplica, se debe ubicar el puesto de transformación, sea en poste, cabina o pedestal (*padmounted*), indicando el tipo de acometida y suministro, potencia, cantidad y tipo de transformador o transformadores, y debe estar debidamente acotado con las dimensiones mínimas del espacio físico requerido para el mismo, así como las distancias de seguridad que cumplan los requerimientos de CRE RL o EMDEECRUZ S.A. y la NB148014.

Esta información debe ser indicada en el plano del proyecto de baja tensión, indistinto si el mismo cuenta o no con el proyecto particular en media tensión.

### 3.5. Ubicación del tablero de medición

En el plano de la edificación, se debe ubicar el tablero o panel de medición, de acuerdo las reglamentaciones vigentes, indicando la longitud desde el ducteado de ingreso del alimentador o transformador (si el suministro es con transformador particular), diámetro y tipo de ducto, sección y cantidad de conductores de alimentación, además del tipo de tablero de medición (monofásico, trifásico o multiusuario).

### 3.6. Alimentadores y subalimentadores

En el plano de la edificación, se debe realizar el trazo y recorrido de los ductos (sean de PVC, metálicos, bandejas portacable, etc) y conductores de cada uno de los alimentadores y subalimentadores que distribuyen la energía eléctrica en el interior de la edificación.

Las consideraciones técnicas para la selección y dimensionamiento de los alimentadores y subalimentadores debe ser conforme al cap. 8 de la NB777-1.

Para una correcta distribución de los alimentadores en una edificación con más de dos (2) plantas, estos deben ir alojados en ductos verticales comúnmente llamados shafts o columnas de servicios técnicos. Estos deben tener una dimensión mínima de 30 cm de profundidad y 50 cm de ancho, además de ser de uso exclusivo e independiente para conductores de energía eléctrica y otro para instalaciones complementarias (Redes, Telecomunicaciones, CCTV, telefonía, etc)

Ver Numeral 7.1. cap. 7 NB777-3 y cap. 6 NB777-4.

### **3.7. Ubicación de los tableros de distribución**

En el plano de la edificación, se debe ubicar 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.

Para aplicaciones industriales o especiales, se debe colocar tableros de distribución 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.

La clasificación y el etiquetado será conforme al numeral 9.1. Cap.9 NB777-1.

#### **3.7.1. Tableros de protección y maniobras**

Determinar las dimensiones de los tableros de distribución sobre la base de cantidad de protecciones eléctricas (disyuntores termomagnéticos, disyuntores diferenciales, dispositivos de protección contra sobretensiones, subtensiones, etc), dimensiones de las barras de cobre, y la reserva para futuras cargas.

Comercialmente se consiguen tableros de varias dimensiones o de tipo modular.

Definir el tipo de material a emplear (metálico o plástico) y el índice de protección adecuado.

### **3.8. Circuitos**

Definir la cantidad de circuitos de iluminación para uso general y para uso especial en cada tablero de distribución.

Se debe considerar que cada circuito no supere una corriente de operación permanente de 10 A, para conexiones fijas, o de 16 A en el caso de conexiones a interruptores de iluminación. Las potencias unitarias, tipos de luminarias y configuración de estas, serán a criterio del proyectista. (Ver numeral 6.5.2.1. Cap.6 NB777-1)

Definir la cantidad de circuitos de tomacorrientes de uso general y para uso especial en cada tablero de distribución.

Se debe considerar que cada circuito no supere una corriente de operación permanente de hasta 16 A, por medio de conexión a placas de tomacorrientes y emplear 200 VA por punto. (Ver numeral 6.5.2.2. Cap.6 NB777-1)

### 3.9. Trazado y recorrido de circuitos

- a) Viviendas Unifamiliares, Multifamiliares, comerciales, oficinas y mixtos.

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

- b) Edificaciones de acceso público: Salas de espectáculos, Iglesias, Restaurantes, etc.

En los planos, realizar el trazo y recorrido de los ductos y conductores de cada uno de los circuitos, indicando la cantidad de conductores que van en los ductos (Fases, Neutros, Retorno, Tierra). Además de consideraciones adicionales para cada tipo de edificación de acceso público que aplique conforme a la NB777-3.

- c) Edificaciones especiales: Industrias, campos deportivos, etc.

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

#### c.1) Centros de abastecimiento o mercados

Se deben seguir las siguientes prescripciones:

- Para la distribución interna de los alimentadores y subalimentadores, desde el tablero de medición hasta los tableros de distribución, se deberá usar bandeja porta cables o escalerilla.
- Dentro de las casetas, puestos de venta, local comercial, se deben utilizar tubos de tipo PVC empotrados (dentro) de los muros.
- En caso de casetas, puestos de venta o locales comerciales con madera, metal u otro material que comprometa su integridad, el entubado para los circuitos eléctricos debe ser de tipo metálico EMT.
- Toda instalación que se realice de forma externa sea dentro o fuera de la caseta, en los pasillos, aleros, etc. Debe realizarse con entubado tipo metálico EMT.

Toda la información debe estar dada en los planos, realizando el trazo y recorrido de los ductos y conductores de cada uno de los circuitos, indicando la cantidad de conductores que van en los ductos (Fases, Neutros, Retorno, Tierra).

### 3.10. 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

#### 4.1.1. 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 NB777-1, específicamente el cap. 7 NB777-1. En la cual se establece las definiciones de los siguientes factores: Factor de demanda y Factor de Simultaneidad.

De igual manera, se muestran tablas donde se indica el factor de demanda según el tipo de uso de la edificación (vivienda unifamiliar, multifamiliar, oficinas, locales comerciales, edificios públicos). Los cuadros resultados de esta determinación de demanda máxima deben ser complementados por cuadros de demanda desglosados por tablero, cuando así lo amerite la magnitud del proyecto.

Se hace notar, que los cuadros indicados en la norma son referenciales y el cálculo de la demanda total requiere, para mayor precisión, cálculos complementarios y de detalle para cada tablero y con ello determinar la demanda máxima.

En caso de industrias y edificaciones especiales, por tratarse de uso de servicios complejos y de tecnologías cambiantes en el tiempo, que pueden requerir profundizar la investigación de las demandas parciales y totales, es importante la información de los especialistas en función del rubro de específico.

#### 4.1.2. Información de los cuadros

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

1. Código del circuito asignado o tablero de distribución.
2. Descripción del circuito o tablero de distribución.
3. Potencia unitaria y potencia total instalada por circuito o tablero.
4. Carga eléctrica demandada, en amperes (A), por circuito, por fase.
5. Protección de circuitos y alimentadores (1P, 3P)
6. Protección contra contactos directos e indirectos a través de disyuntores diferenciales, con la capacidad y sensibilidad del dispositivo dimensionado.
7. 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.
8. Comprobación de caída de tensión en cada circuito y alimentadores. Se realizará el cálculo respectivo para verificar que la caída de tensión no sea mayor a 3% para circuitos, y 2% para alimentadores y subalimentadores, respecto a la tensión nominal de suministro.
9. Longitud en metros de la acometida, alimentador y subalimentadores.
10. Diámetro del electroducto que alojará el circuito.

Para los cálculos de 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.



La Tabla 3 NB777-4 ver ANEXO XIII de este documento, establece el diámetro del ducto 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.

Para la determinación de las corrientes de cortocircuitos, cuando sea requerido, se debe realizar conforme a lo establecido en el numeral 7.4. cap. 7 NB777-2 y metodologías de cálculo comprobadas en el rubro de la ingeniería eléctrica.

#### 4.1.3. Cálculo de la potencia demandada

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

1. Considerando los criterios indicados sobre el uso de los factores de demanda y simultaneidad, calcular la demanda máxima para cada tablero de distribución.
2. Elaborar los cuadros de carga totales, sobre la base de los cálculos de carga de los tableros de distribución del punto 1, cuando fuera necesario. Ver ejemplos en **ANEXO VIII** y **ANEXO IX**.
3. Elaborar el cuadro general de la edificación con la información de los tableros del punto 2 y los cuadros de carga individuales no considerados en el punto 2. El resultado final de cálculo es la demanda máxima de la edificación. Ver ejemplo en **ANEXO X**.

#### 4.1.4. 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 encuentran inmediatamente aguas arriba de las fallas.

Se debe tener en cuenta que, para el uso y aplicación de interruptores diferenciales, además de los criterios de coordinación y selectividad, el proyectista debe indicar el esquema de puesta a tierra adecuado para su correcto funcionamiento. Ver numeral 7.10. cap. 7 NB777-2 y numeral 8.4 cap. 8 NB777-2 para mayores detalles.

El proyectista debe considerar la selectividad (coordinación de protecciones) parcial y total en los proyectos, ya sean de vivienda, comercio, industriales y/o especiales, según lo mencionado en el cap. 7 de la NB777-2, en dispositivos de protección conectados en serie ya sean interruptores automáticos, fusibles, u otros dispositivos

##### 4.1.4.1. Selectividad parcial

Debe estar conforme a la NB777-2, donde dos dispositivos de protección en un mismo tiempo actúan escalonadamente bajo diferentes corrientes de corto circuitos máximos  $I_{ccMÁX}$  en kiloamperios (kA).

#### **4.1.4.2. Selectividad total**

Debe estar conforme a la NB777-2, donde dos dispositivos de protección en serie actúen escalonadamente en tiempos diferentes a una misma corriente de corto circuito máxima  $I_{ccMÁX}$  en kiloamperios (kA).

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.

#### **4.1.4.3. Protección contra contactos directos e indirectos a través de disyuntores diferenciales**

En los circuitos derivados en los que se contemple la instalación de disyuntores diferenciales, conforme a lo establecido en la NB 777-2, deberá verificarse su correcta aplicación en función del esquema de puesta a tierra adoptado, asegurando el cumplimiento de los criterios de instalación y de los parámetros técnicos correspondientes a la configuración del sistema eléctrico.

En el departamento de Santa Cruz, donde predominan los esquemas de puesta a tierra tipo TN-S y TT, el proyectista deberá definir de manera expresa en la documentación del proyecto el esquema seleccionado, así como las condiciones técnicas necesarias para garantizar la correcta operación de los disyuntores diferenciales, evitando disparos intempestivos o interrupciones no deseadas durante la operación del sistema.

En el caso de esquemas de puesta a tierra tipo TN-C, IT u otros esquemas no contemplados de manera general o aplicados a situaciones específicas, será responsabilidad exclusiva del proyectista determinar los parámetros correctos de dimensionamiento y de instalación, los cuales deberán estar debidamente justificados y especificados en el proyecto eléctrico correspondiente.

#### **4.1.4.4. Protecciones adicionales**

Se debe tomar en cuenta las protecciones adicionales requeridas para cada tipo de instalación específica de acuerdo con el uso, tipo y equipos eléctricos que se instalarán en el mismo. Ejemplos de estas protecciones son: Relé de falta de fase, dispositivo de protección contra sobretensiones, guardamotores, etc.

Estas protecciones deben estar proyectadas, dimensionadas y especificadas de acuerdo con las características de cada instalación en baja tensión, garantizando un correcto funcionamiento de estos dispositivos cumpliendo los criterios de coordinación y selectividad aplicables.

En toda instalación trifásica donde las cargas incluyan la proyección y operación de motores o equipos trifásicos debe tener protección por falta de fase, sobretensión y subtensión, conforme a la NB777-2.

#### 4.1.5. Cálculo Luminotécnico

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.

Determinar los niveles de iluminación para cada tipo de ambiente, considerando las tablas de niveles de iluminación establecidas en la NB777-1.

Definir la altura donde estarán ubicadas las luminarias en cada ambiente.

Calcular el número de luminarias necesarias para obtener los niveles de iluminación establecidos en la NB777-1, en cada ambiente. El cálculo luminotécnico puede ser realizado mediante cálculo o simulación en software especializado (como por ejemplo DIALux). En el ANEXO XI se muestra una distribución de luminarias como resultado de un software.

Los resultados de los cálculos y la selección más conveniente de los tipos de luminarias indicarán la potencia a considerar para cada punto de iluminación especial.

#### 4.1.6. Sistema de aterramiento

Los sistemas de aterramiento deberán ser diseñados de acuerdo con la NB148009 y lo establecido en la NB777.

- i) El sistema de puesta a tierra de una instalación de consumo deberá diseñarse y ejecutarse con el objetivo que en el conjunto de instalaciones, edificio 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.
- ii) 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.
- iii) Para la determinación y diseño de la malla de puesta a tierra, el estudio de puesta a tierra debe estar acompañado de los valores de resistividad del terreno tomados del sitio donde se realizará la instalación. No se debe utilizar valores referenciales para los cálculos.
- iv) Un sistema de puesta a tierra debe cumplir con las siguientes funciones como mínimo:
  - 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.
  - Tener la función 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 sobrecarga térmica, termomecánica o electromecánica peligrosa, ni de choques eléctricos debido a estas corrientes.
  - Realizar una conexión de baja impedancia con la tierra y con puntos de referencia de los equipos.
  - 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.
- 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.
  - 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. Siempre y cuando no exista contra indicaciones de carácter técnico fundamentadas.
  - Todo sistema de puesta a tierra debe contar con un punto accesible de medición y de registro, este puede ser una cámara concretada o de ladrillo cerámico con revoque, o caja de registro prefabricada. Las dimensiones mínimas deben ir conforme a la NB148009, se sugiere que sean como mínimo de 30x30.
  - Las instalaciones menores deberán contar con un punto de conexión a tierra en el panel de medición. En instalaciones mayores se deberá diseñar una malla de tierra acorde a las normas NB148009 y NB777.
  - En Santa Cruz, los sistemas de conexión de las redes de suministro emplean transformadores de distribución con el centro de estrella conectado sólidamente a tierra, que corresponde a un sistema TN.
  - En la NB148005 establece las secciones mínimas de los conductores de protección.
  - Una vez realizada la instalación de la obra, se deberá verificar que la resistencia a tierra no sea mayor a 10 ohmios o 5 ohmios. (Ver numeral 7.2.2 cap. 7 NB148009)
  - Conexión equipotencial, para reducir la tensión de contacto debe diseñarse de acuerdo con el numeral 5.6.2 cap. 5 NB148009

#### **4.1.7. Protección contra descargas atmosféricas a tierra (rayos)**

De acuerdo con el numeral 7.8 cap. 7 NB777-2, establece lo siguiente:

Las medidas de protección contra sobretensiones están referidas a las zonas internas de protección contra el rayo ZPR 1 y ZPR 2 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, y
- Tomar en cuenta mapas de niveles ceráunicos de la zona y su frecuencia anual promedio de rayos directos.

Para dimensionar las protecciones anteriormente mencionadas y la protección contra descargas atmosféricas en las zonas de protección contra el rayo ZPR OA y ZPR OB, tomar en cuenta lo establecido en la NB148010.

Se deberá proyectar e implementar un sistema de protección contra el rayo (pararrayos) cuando así lo determinen los criterios de evaluación de riesgo y el uso de la edificación; en el caso de antenas u otras estructuras elevadas; y, de manera obligatoria, en edificaciones cuya altura sea mayor o igual a 25 m, así como en cualquier otra condición establecida en la NB 777, NB 148010 u otras normas técnicas vigentes relacionadas.

#### **4.1.8. Protección contra sobretensiones 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 sobretensiones. 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 el numeral 7.11 cap. 7 NB777-2 se deben emplear protección contra sobretensiones para mitigar los efectos de las mismas, entre los conductores fases o fase y neutro, de esta forma se podrá proteger adecuadamente el equipamiento de las oficinas o de otros tipos de usos que sean delicados.

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

#### **4.1.9. Protecciones para motores o grupo de motores.**

Todo motor eléctrico debe contar con las protecciones y dispositivos de maniobra adecuados según su tipo de servicio, función, potencia y características, conforme a lo establecido en la NB 777-2 y NB 777-3.

Para motores monofásicos o trifásicos de hasta 3,5 kW (5 HP), el numeral 8.6 de la NB 777-1 establece el uso de guardamotor como interruptor automático para la protección del motor. No obstante, el proyectista podrá determinar la utilización de este elemento o implementar un esquema de protecciones más completo, según lo requiera el control y la seguridad del sistema.

## **4.2. Edificaciones especiales**

En esta sección se hará referencia, sin entrar en detalles de diseño, a las instalaciones especiales y sus requerimientos de instalación.

### **4.2.1. Locales de concurrencia pública.**

Todo local de concurrencia pública debe contar con iluminación de emergencia y señalización para asegurar, aun faltando iluminación general, iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una correcta y eventual evacuación del público, o garantizar la iluminación de locales críticos que lo requieran, por ejemplo, un quirófano, salas de control y seguridad, etc.

Se deberá seguir los lineamientos del numeral 4.1 cap. 4 NB777-3.

### **4.2.2. Fuentes propias de suministro.**

La fuente propia de energía se aplica a las instalaciones de baja tensión y muy baja tensión, que incorporan grupos generadores destinados a alimentar, de forma continua o en forma ocasional, toda una instalación o parte de ella.

Toda instalación que requiera fuente propia de suministro deberá ser dimensionada, proyectada y ejecutada de acuerdo con los requerimientos específicos del fabricante, en función del tipo de tecnología y siguiendo los lineamientos del numeral 4.2 cap. 4 NB777-3, y numeral 12.6 cap. 12 NB777-3.

### **4.2.3. Centros de abastecimiento**

En el caso de centros de abastecimiento, mercados populares, públicos o privados, deben cumplir con los criterios técnicos establecidos en la NB777 y particularmente los del numeral 4.3 cap. 4 de la NB777-3.

### **4.2.4. Hospitales**

En todo establecimiento destinado a la atención en salud humana u odontológica, tales como policlínicas, sanatorios, centros de salud, clínicas privadas, hospitales, consultorios de especialidad médica o general, así como cualquier otro edificio o instalación con una finalidad equivalente, además del cumplimiento integral de la Norma Boliviana NB 777, el proyectista deberá poner especial énfasis en la aplicación de los requerimientos establecidos en el Capítulo 5 de la NB 777-3, así como en toda otra norma nacional o internacional vigente aplicable a instalaciones eléctricas en centros hospitalarios y de atención en salud.

### **4.2.5. Instalaciones en piscinas**

Las instalaciones eléctricas en piscinas, fuentes, jacuzzis o elementos similares deberán cumplir con lo prescrito en el numeral 6.1 cap. 6 de la NB 777-3.

El proyectista deberá diseñar las instalaciones eléctricas considerando las condiciones arquitectónicas previstas, identificando, graficando y señalando de manera correcta los Volúmenes 0, 1 y 2, así como las condiciones y restricciones de instalación aplicables a cada uno de ellos, en toda piscina, fuente, jacuzzi u elemento análogo que forme parte del proyecto eléctrico.

#### **4.2.6. Instalaciones en centros educativos**

Deben cumplir lo prescrito en el numeral 6.4 cap.6 de la NB777-3.

#### **4.2.7. Instalaciones complementarias**

Se consideran como instalaciones complementarias, a las instalaciones interiores que forman parte de un proyecto eléctrico y que no son de iluminación, tomacorrientes o uso específico o de fuerza.

Estas pueden ser, de manera enunciativa y no limitativa: sistemas de voz y datos; televisión por cable; detección, control y automatización; servicios de apoyo y seguridad; redes y telecomunicaciones, Circuitos Cerrados de Televisión (CCTV), así como otros sistemas afines.

Estas instalaciones deben ir de manera independiente a las instalaciones eléctricas en su propio conducto, denominado shaft\*.

Las mismas deben cumplir lo prescrito en el cap. 7 de la NB777-3 y se recomienda seguir las especificaciones técnicas establecidas por las distintas operadoras del servicio en el departamento de Santa Cruz (Por ejemplo: COTAS, TIGO, ENTEL, etc)

En el caso de edificios de más de dos (2) plantas, se deben proyectar y dimensionar los shafts o columna de servicio técnico con una dimensión mínima de 30 cm de profundidad y 50 cm de ancho. Ver cap. 6 NB777-4

#### **4.2.8. Instalaciones en lugares clasificados como peligrosos o 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.

Se debe seguir lo prescrito en el cap. 8 de la NB777-3 y las recomendaciones de normas asociadas NEC o NFPA.

#### **4.2.9. Instalaciones en ambientes de características especiales y usos específicos**

Son locales o ambientes en ambientes húmedos, ambientes mojados, polvorientos sin riesgo de incendio o explosión, temperatura elevada, muy baja temperatura, donde existan banco de baterías, estaciones de servicio, garajes y talleres de reparación de vehículos, baños o cuartos de aseo.



Para este tipo de instalaciones la NB777-3, detalla los requerimientos técnicos de instalación y uso de materiales adecuados para este tipo de instalaciones.

#### **4.2.10. Sistemas de generación con paneles solares fotovoltaicos.**

Para aquellas instalaciones que contemplen la generación de energía eléctrica mediante paneles solares fotovoltaicos, se deberán cumplir los lineamientos establecidos en la NB 777, aplicables a todo proceso constructivo para tensiones menores a 1 500 V en corriente continua (CC) y 1 000 V en corriente alterna (CA). Asimismo, en el caso particular de sistemas de Generación Distribuida, estos deberán ser proyectados y ejecutados por empresas especializadas, debidamente registradas ante la Autoridad de Electricidad y Energía Nuclear (AETN).

En el proyecto de instalaciones eléctricas en Baja Tensión, el proyectista eléctrico podrá definir a nivel esquemático el alcance de la planta solar fotovoltaica prevista, debiendo indicar en la memoria técnica los criterios técnicos relevantes, así como establecer que el propietario deberá validar el estudio y el proyecto correspondiente mediante una empresa especializada y debidamente habilitada.

#### **4.2.11. Instalación de estaciones de recarga para vehículos eléctricos.**

Las instalaciones eléctricas destinadas a la alimentación de estaciones de recarga para vehículos eléctricos deberán proyectarse y ejecutarse conforme a lo establecido en la Norma Boliviana NB 812004, así como a las disposiciones técnicas complementarias vigentes.

En el proyecto de instalaciones eléctricas en Baja Tensión, el proyectista eléctrico podrá considerar a nivel esquemático la previsión de estaciones de recarga, indicando su ubicación, potencia estimada y requerimientos generales de alimentación. El diseño detallado, la selección de equipos, protecciones, sistemas de puesta a tierra y condiciones particulares de instalación deberán ser desarrollados y validados por profesionales o empresas especializadas, debidamente habilitadas.





## **5.ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

## 5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPAMIENTO

Comprende, como mínimo y sin carácter limitativo, las especificaciones técnicas, tipos, características y procedimientos de ejecución correspondientes a los materiales, equipos y dispositivos que forman parte de una instalación eléctrica en baja tensión.

Dichos elementos deberán cumplir con las prescripciones establecidas en la NB 777, y en particular en la NB 777-4, así como con normas eléctricas internacionales reconocidas, tales como IEC, IEEE, NEC, NFPA, y otras normas vigentes que garanticen condiciones adecuadas de seguridad, confiabilidad, continuidad y calidad de la instalación a ejecutar.

Comprende al menos lo siguiente:

- a) Conductores Eléctricos, conforme a NB777-1 y NB777-4, de acuerdo con el tipo de uso de la instalación. Deben ser de cobre electrolítico.
- b) Características constructivas de los tableros de medición y protección. Conforme a NB148001, 148002, 148003.
- c) Características técnicas de los equipos de protección y maniobra. NB777-2.
- d) Características técnicas de los ductos de PVC según NB 1069.
- e) Características técnicas de las canalizaciones eléctricas. NB777-4.
- f) Características técnicas de las bandejas metálicas o no metálicas. Cap. 8 NB777-4.
- g) Características técnicas de las cámaras de paso.
- h) Materiales para instalaciones en locales con riesgo de incendio y/o explosión. Cap. 8 NB777-3 y NB777-4.
- i) En lo referido a estaciones de servicios (surtidores), los detalles se encuentran en los reglamentos de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH).

En el ANEXO XV, se muestran dibujos esquemáticos con las distancias de seguridad en las instalaciones eléctricas, respecto a las instalaciones de manejo de combustibles en la tabla 5.1. del ANEXO XVI muestra el detalle con 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 ELÉCTRICAS INTERNAS EN BAJA TENSIÓN  
EN EDIFICACIONES EN GENERAL**  
SANTA CRUZ – BOLIVIA  
ENERO 2026



**6.PLANOS ANEXOS**

## 6 PLANOS, RECOMENDACIONES

### 6.1. 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, ubicación de los tableros eléctricos, punto de medición, puesto de transformación, sistemas de puesta a tierra.
- Diseño de circuitos y alimentadores desde panel de medición.
- Detalles de los sistemas de puesta a tierra, protección contra el rayo (pararrayos), grupo generador, plantas solares fotovoltaicas, estación de carga de vehículo eléctrico, o cualquiera que aplique al proyecto.
- 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.

### 6.2. Diagramas Unifilares

Son esquemas que representan las principales conexiones, siguiendo en orden descendente, desde la red de distribución hasta los circuitos de iluminación general o uso específico, de tomacorrientes generales o uso específico, puntos de uso específico o 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 tableros eléctricos de distribución.
- Diagramas unifilares de los tableros eléctricos de distribución, que comprenden los alimentadores hacia estos y de éstos a los circuitos que alimentan.

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

### **6.3. 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.

### **6.4. Diseños esquemáticos de canalizaciones de alimentadores**

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



## **7.CÓMPUTO MÉTRICO**

## 7 CÓMPUTO 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 ELÉCTRICAS INTERNAS EN BAJA TENSIÓN  
EN EDIFICACIONES EN GENERAL**  
SANTA CRUZ – BOLIVIA  
ENERO 2026



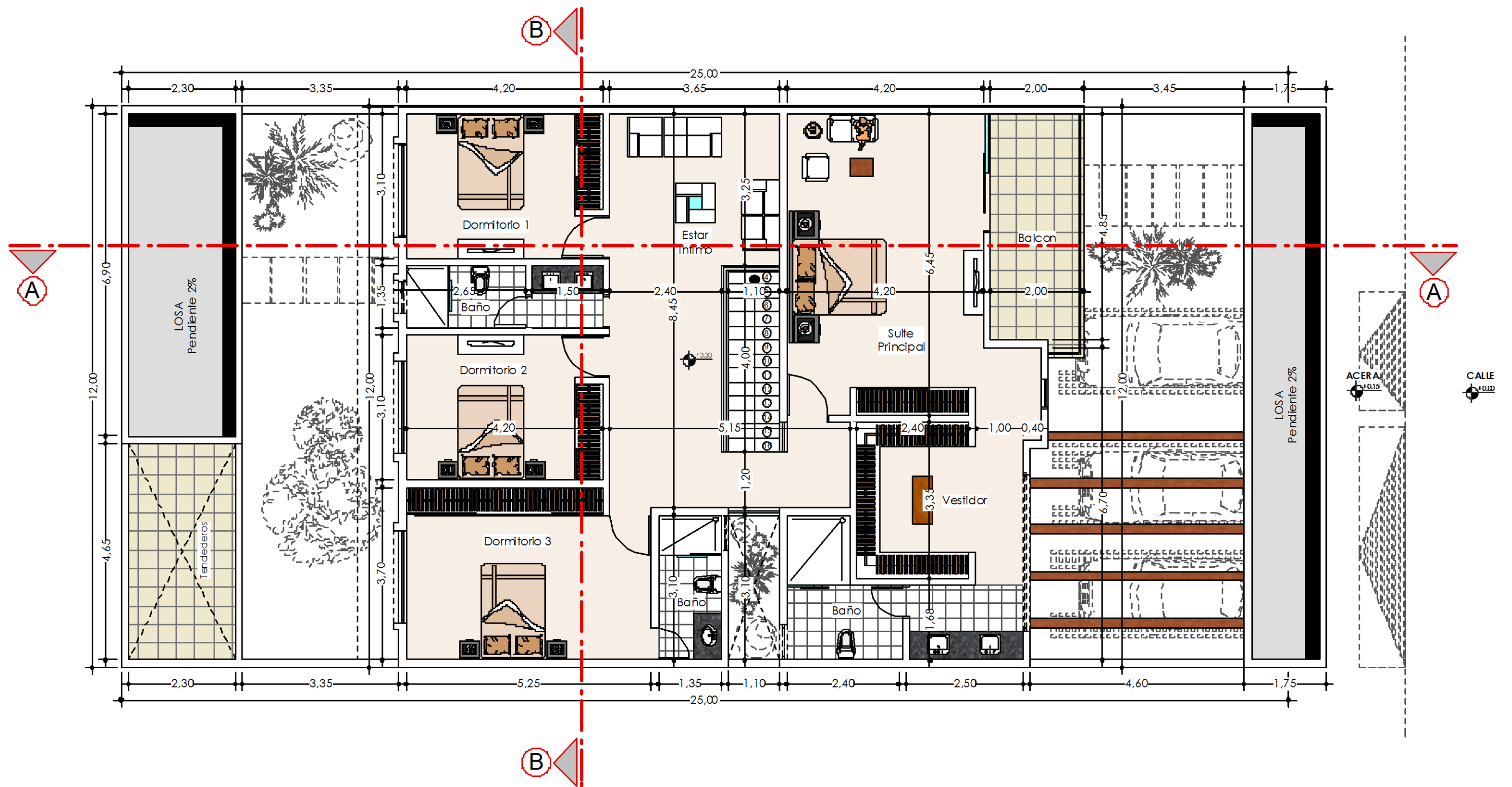
**8.ANEXOS**





## **ANEXO I**

### **EJEMPLO PLANOS ARQUITECTONICOS VIVIENDA**

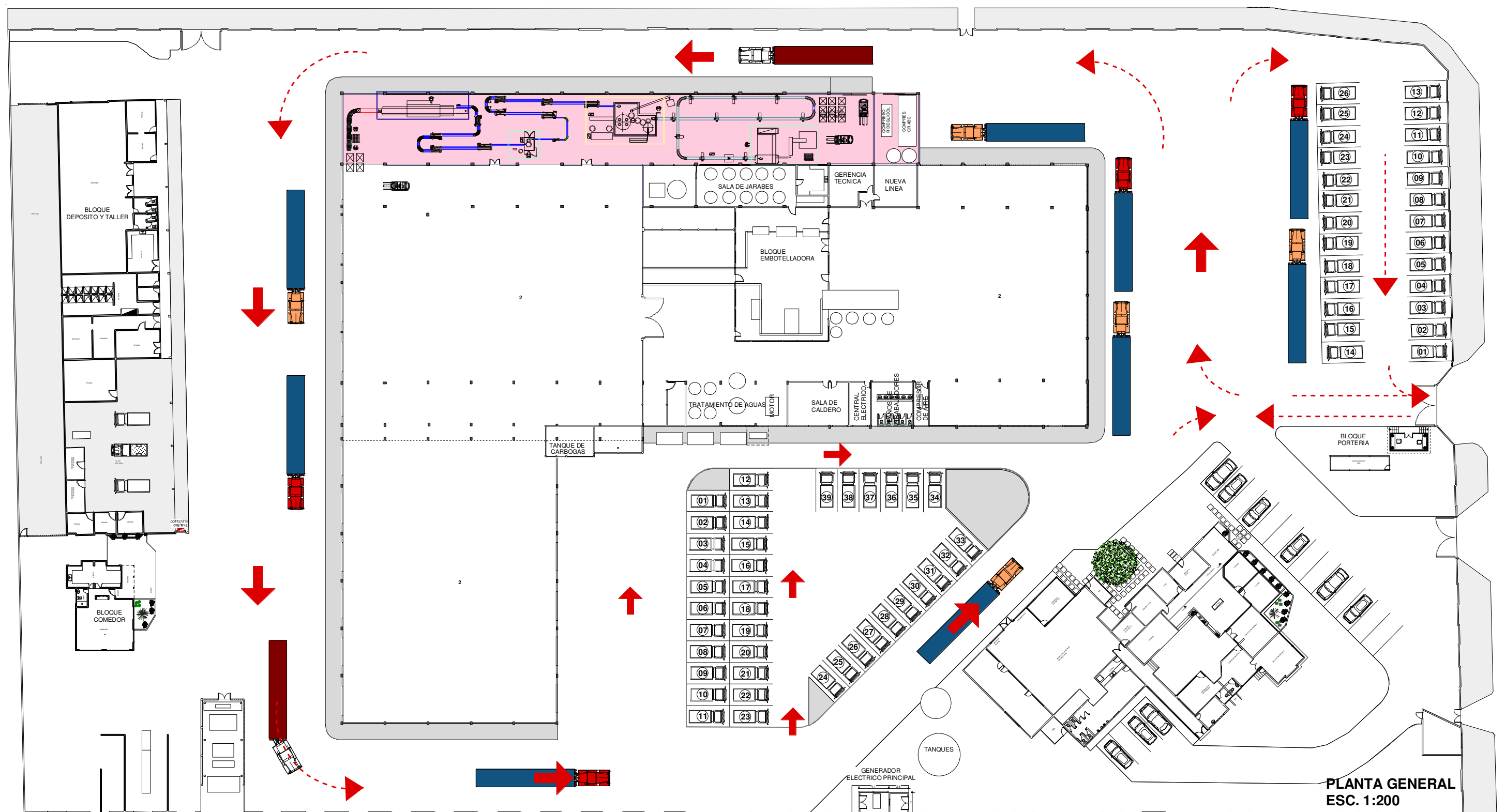




# **ANEXO II**

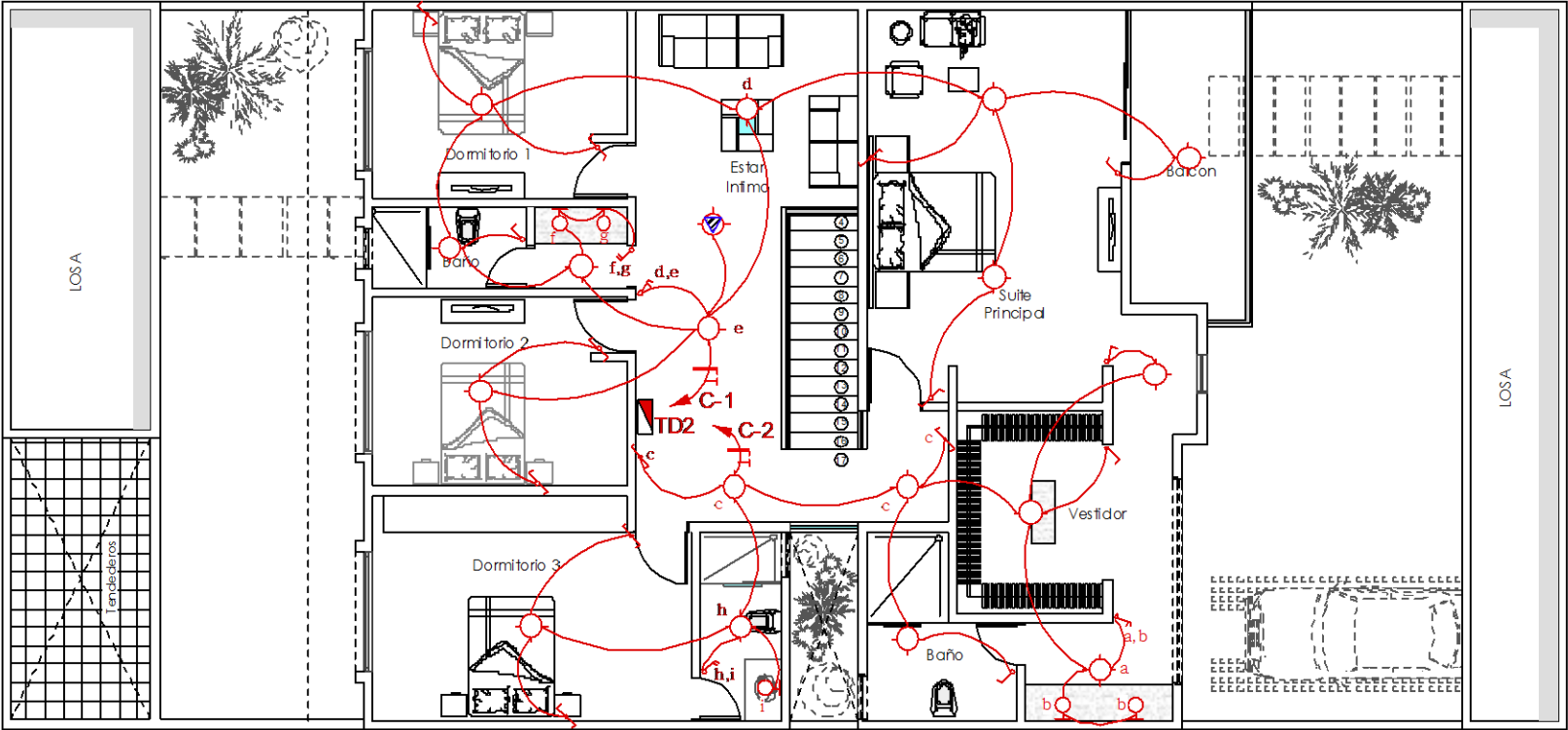
## **EJEMPLO PLANOS ARQUITECTONICOS**

### **INDUSTRIA**



## **ANEXO III**

# **EJEMPLO PLANO DE CIRCUITO DE ILUMINACIÓN EN VIVIENDA**



--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

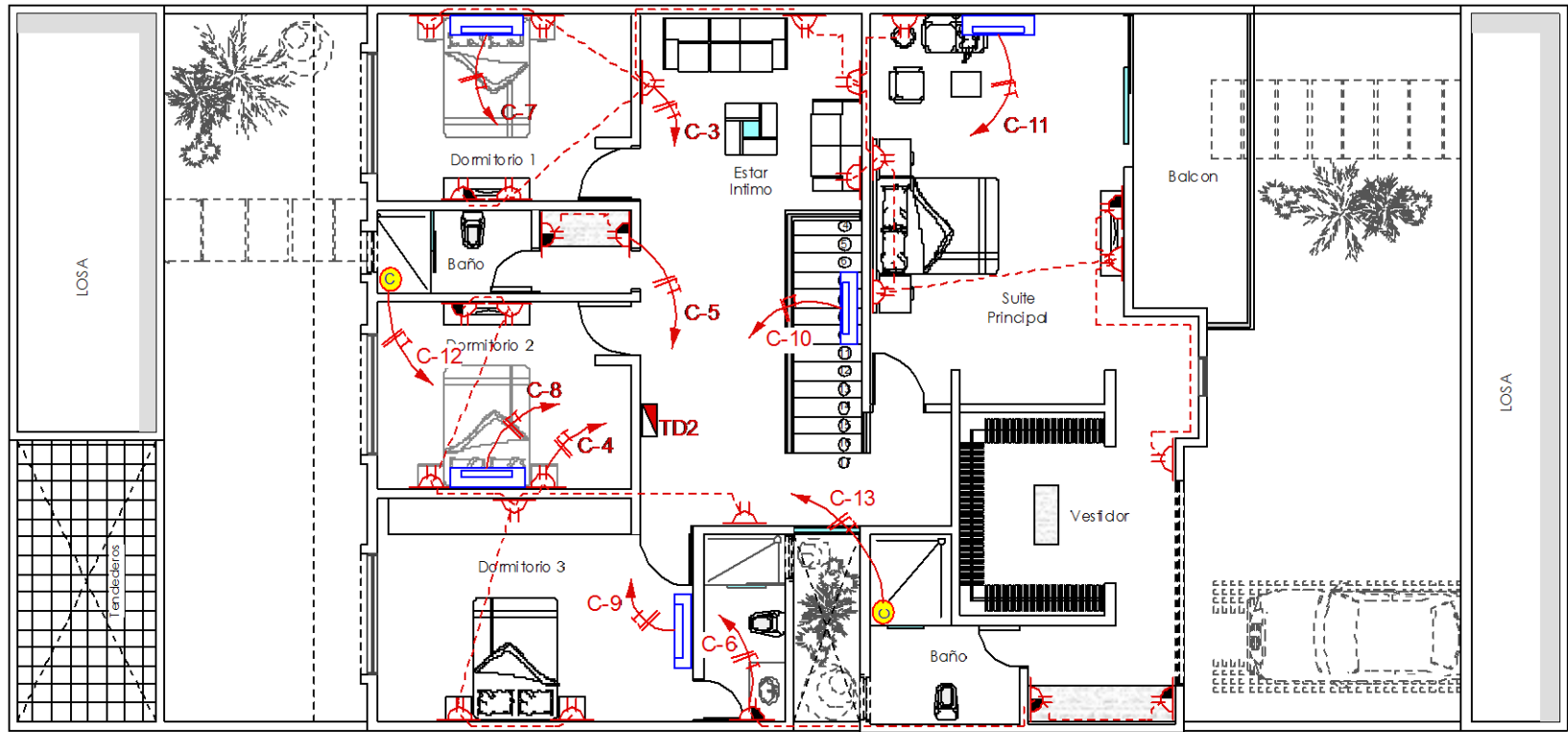
REFERENCIAS

	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 FLUORESCENTE 2X20 W
	TENDIDO DE ELECTRODUCTO EN PISO		
	INTERRUPTOR DE LUZ, SIMPLE DOBLE-TRIPLE		
	CONMUTADOR DE LUZ, SIMPLE DOBLE-TRIPLE		

<b>LOGO CONSULTORA (CONSULTOR)</b>	<b>DATOS DE LA CONSULTORA (CONSULTOR)</b>			
	Dirección: Teléfono: email:			
<b>Proyecto:</b> <b>Instalación Eléctrica "VIVIENDA UNIFAMILIAR"</b>				
<b>Título del Plano:</b> <b>CIRCUITOS DE ILUMINACION</b>				
<b>Nivel:</b> <b>PLANTA ALTA</b>				
<b>Propietario(s):</b> <b>Dirección:</b> <b>UV:</b> <b>Mza:</b> <b>Lote:</b>				
<b>PLANO X</b>	<b>Proyectista a:</b> <b>Especialidad:</b> <b>R.N.I.:</b>			
<b>ESCALA 1100</b>	<b>VERSION 1 28/08/16</b>	<b>VERSION 2</b>	<b>VERSION 3</b>	<b>VERSION 4</b>

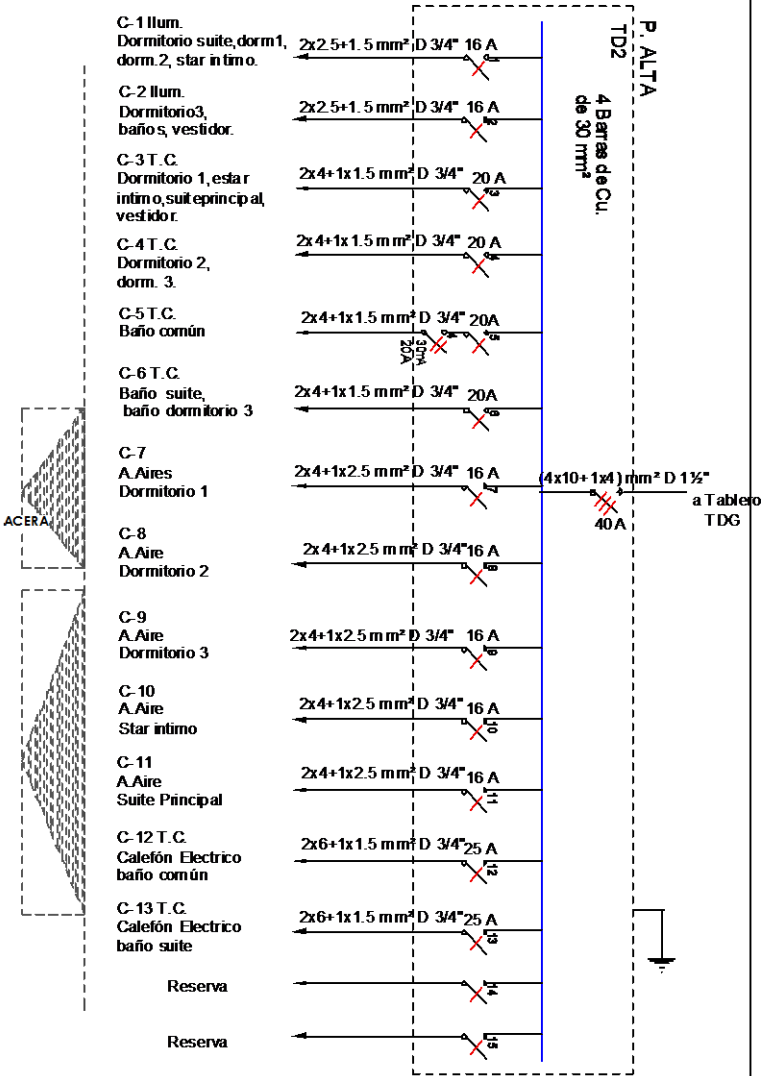
## **ANEXO IV**

# **EJEMPLO PLANO DE CIRCUITOS DE TOMACORRIENTES EN VIVIENDA**



REFERENCIAS

	TABLERO DE MEDICION
	TDS - TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA
	CAJAS DE PASO 4" X 4" - (en loza y en pared)
	FASE, NEUTRO, RETORNO Y TIERRA EN ELECTRODUCTO
	TENDIDO DE ELECTRODUCTO AÉREO 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
	AIRE TIPO SPLIT
	TOMACORRIENTE ESPECIAL - DUCHA, A/A* (con aterramiento)
	CALEFÓN ELÉCTRICO



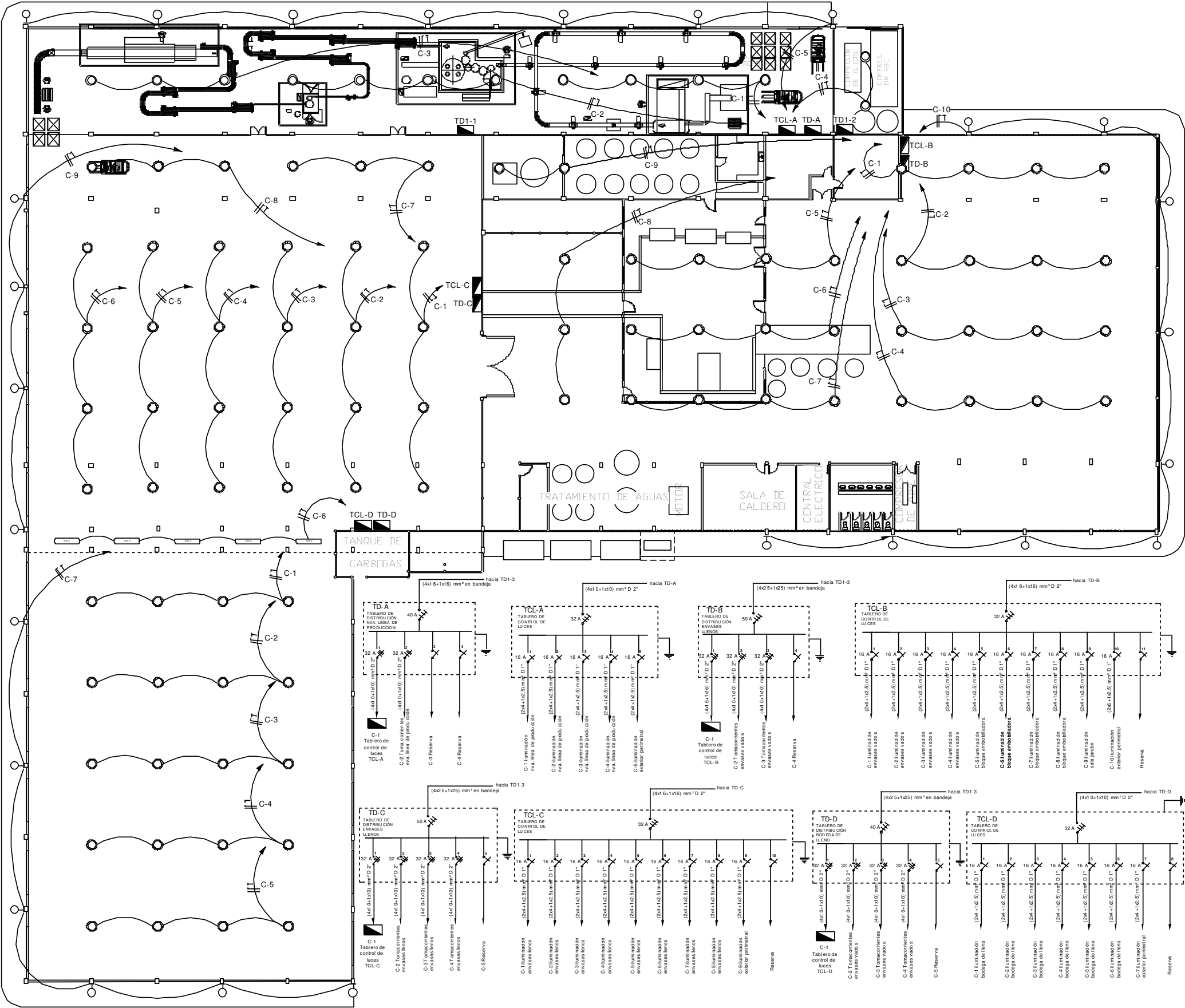
Logo CONSULTORA (CONSULTOR)	DATOS DE LA CONSULTORA (CONSULTOR)			
	Dirección: Teléfono: email:			
Proyecto: <b>Instalación Eléctrica "VIVENDA UNIFAMILIAR"</b>				
Título del Plano: <b>CIRCUITOS DE TOMAS, A.A. y CALEFON ELECT.</b>				
Nivel: <b>PLANTA ALTA</b>				
Propietario(s): Dirección: UV: Mza: Lote:				
PLANO XX	Proyectista: Especialidad: R.N.I.:			
	ESCALA 1:100	VERSION 1 26/08/16	VERSION 2	VERSION 3



## **ANEXO V**

### **EJEMPLO PLANO CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN**

#### **INDUSTRIA**



REFERENCIAS

TDS: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA

CAJAS DE PASO 4"x 4" - 8"x 8" y en pared

FASE, NEUTRO, RETORNO Y TIERRA EN ELECTRODUCTO

TENDIDO DE ELECTRODUCTO POR TEGHO

TENDIDO DE ELECTRODUCTO EN PARED

TENDIDO DE ELECTRODUCTO EN PISO

LUMINARIA FLUORESCENTE 2x40W

LUMINARIA CON LAMPARA DE LUZ MIXTA 1x400W

TOMACORRIENTE DOBLE F.N.T. NO RMA EURO AMERICANA (2096, a 30 cm del piso)

TOMACORRIENTE INDUSTRIAL TRIFÁSICA CON POLO DE TIERRA (103 cm del piso)

LOGO CONSULTORA (CONSULTOR)

DATOS DE LA CONSULTORIA (CONSULTOR)

Proyecto:  
Instalación Eléctrica "INDUSTRIAS SAUCES"

Título del Plano:  
CIRCUITOS DE ILUMINACION

Nivel:  
PLANTA BAJA

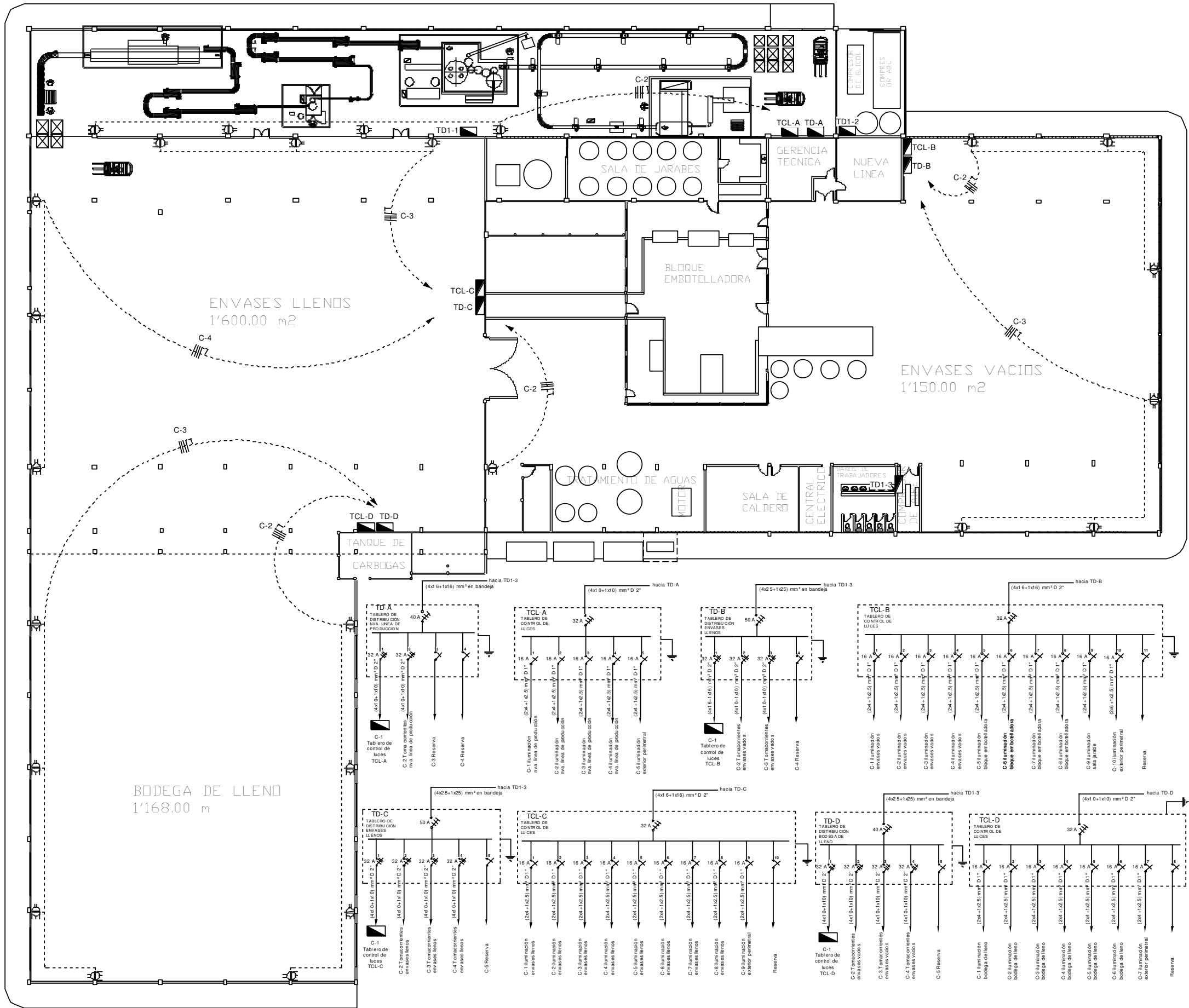
Propietario(s):  
Dirección:  
UV:  
Mza:  
Lote:

Proyectista:  
Especialidad:  
R.N.I.:

PLANO #	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 VI**

# **EJEMPLO PLANO DE CIRCUITOS DE TOMACORRIENTES EN INDUSTRIA**



REFERENCIAS

TDS - TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA

CAJAS DE PASO 4"x4" - (en losa y en pared)

FASE, NUTRO, RETORNO Y TIERRA EN ELECTRODUCTO

TENDIDO DE ELECTRODUCTO POR TECTO

TENDIDO DE ELECTRODUCTO EN PARED

TENDIDO DE ELECTRODUCTO EN PISO

LUMINARIA FLUORESCENTE 2x40W

LUMINARIA CON LAMPARA DE LUZ MIXTA 1x400W

TOMACORRIENTE DOBLE F.N.T. NORMA EURO AMERICANA (Doble, a 30 cm del piso)

TOMACORRIENTE INDUSTRIAL TRIFASICO CON POLO DE TIERRA (130 cm del piso)

LOGO CONSULTORA (CONSULTOR)

DATOS DE LA CONSULTORA (CONSULTOR)  
Dirección:  
Teléfono:  
Email:

Proyecto:  
Instalación Eléctrica "INDUSTRIAS SAUCES"

Título del Plano:  
CIRCUITOS DE TOMACORRIENTES

Nivel:  
PLANTA BAJA

Propietario(s):  
Dirección:  
UV:  
Mza:  
Lote:

Proyectista:  
Especialidad:  
R.N.I.:

PLANO #	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 VII**

### **EJEMPLO PLANO DE PARARRAYO EN EDIFICIO**





## **ANEXO VIII**

### **EJEMPLO CUADRO DE CARGAS EN VIVIENDA**

**CUADRO DE CARGAS**

TD-DPTO	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DEPARTAMENTO TIPO															
CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE USO	CANTIDAD	POTENCIA [kW]		F.U.	F.D.	INTESIDAD NOMINAL [A]			LONG. COND.	CAIDA DE TENSIÓN	SECCIÓN NOMINAL		INT. DIF.	CAP. DISY.
				UNITARIA	INSTALADA			R	S	T			[m]	[%]		
C-1	Iluminación	General	10	12	120	1	0,35	0,19			25	0,01	1,5	16		10-1P
C-2	Iluminación Exterior	Especial	10	6	60	1	0,35	0,10			50	0,01	2,5	14		16-1P
C-3	Tomas de Corriente	General	10	200	2000	1	0,35	3,18			30	0,10	4	12	20-30mA	20-1P
C-4	Tomas de Corriente	General	10	200	2000	1	0,35	3,18			30	0,10	4	12	20-30mA	20-1P
C-5	Tomas de Corriente Cocina	Especial	4	200	800	0,5	0,35	0,64			10	0,01	4	12		20-1P
C-6	Tomas de Corriente Lavanderia	Especial	2	400	800	0,5	0,35	0,64			10	0,01	4	12	20-30mA	20-1P
C-7	Aire Acondicionado	Específico	1	1200	1200	0,5	0,75	2,05			10	0,02	4	12		20-1P
C-8	Aire Acondicionado	Específico	1	1200	1200	0,5	0,75	2,05			10	0,02	4	12		20-1P
C-9	Aire Acondicionado	Específico	1	1200	1200	0,5	0,75	2,05			10	0,02	4	12		20-1P
C-10	Aire Acondicionado	Específico	1	1200	1200	0,5	0,75	2,05			10	0,02	4	12		20-1P
C-11	Termotanque Eléctrico	Específico	1	4000	4000	0,5	0,75	6,82			10	0,07	4	12		20-1P
C-12	Reserva															
C-12	Reserva															
				TOTALES POR FASE:				22,92	0,00	0,00						
				ALIMENTADOR:		FDV:	1,2	19,10227273			10	0,08	10	4		50-1P
														MÁXIMA DEMANDA (KW):		4,20
														MÁXIMA DEMANDA (KVA):		4,67



## **ANEXO IX**

### **EJEMPLO CUADRO DE CARGAS SERVICIOS GENERALES EDIFICIO MULTIFAMILIAR**

### TABLERO DE SERVICIOS GENERALES EN PLANTA BAJA

<b>MÁXIMA DEMANDA (KW):</b>	13,10
<b>MÁXIMA DEMANDA (KVA):</b>	14,56

CUADRO Nº 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		CAPAC. DISY.
		ILUM. [kW]	TOMAS [kW]		ILUM.	TOMAS	NOMINAL [A]				mm²	AWG	
							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
				TOTALES POR FASE:			26,41	27,24	27,06				
				ALIMENTADOR :	FDV:	1,5	18,16		A	0,37	16	4	50-3P
											MAXIMA DEMANDA (kW):		10,76

## **ANEXO X**

### **EJEMPLO CUADRO DE CARGAS GENERAL**

#### **EDIFICIO MULTIFAMILIAR**

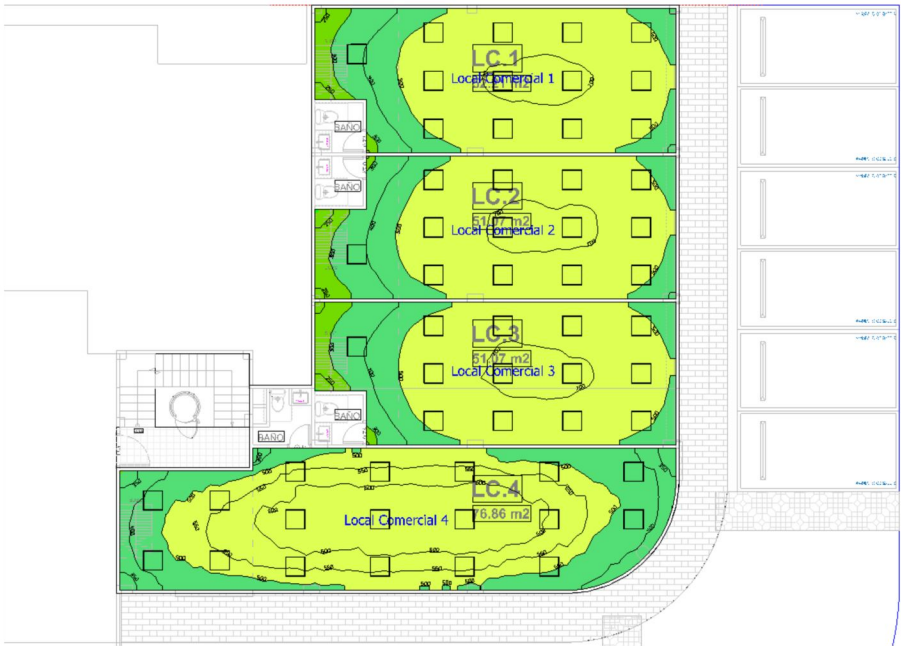
## CUADRO DE CARGAS GENERAL

### EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS EN 6 PISOS

[illegible]

## **ANEXO XI**

# **EJEMPLO CÁLCULO LUMINOTÉCNICO MEDIANTE SOFTWARE DE SIMULACIÓN**

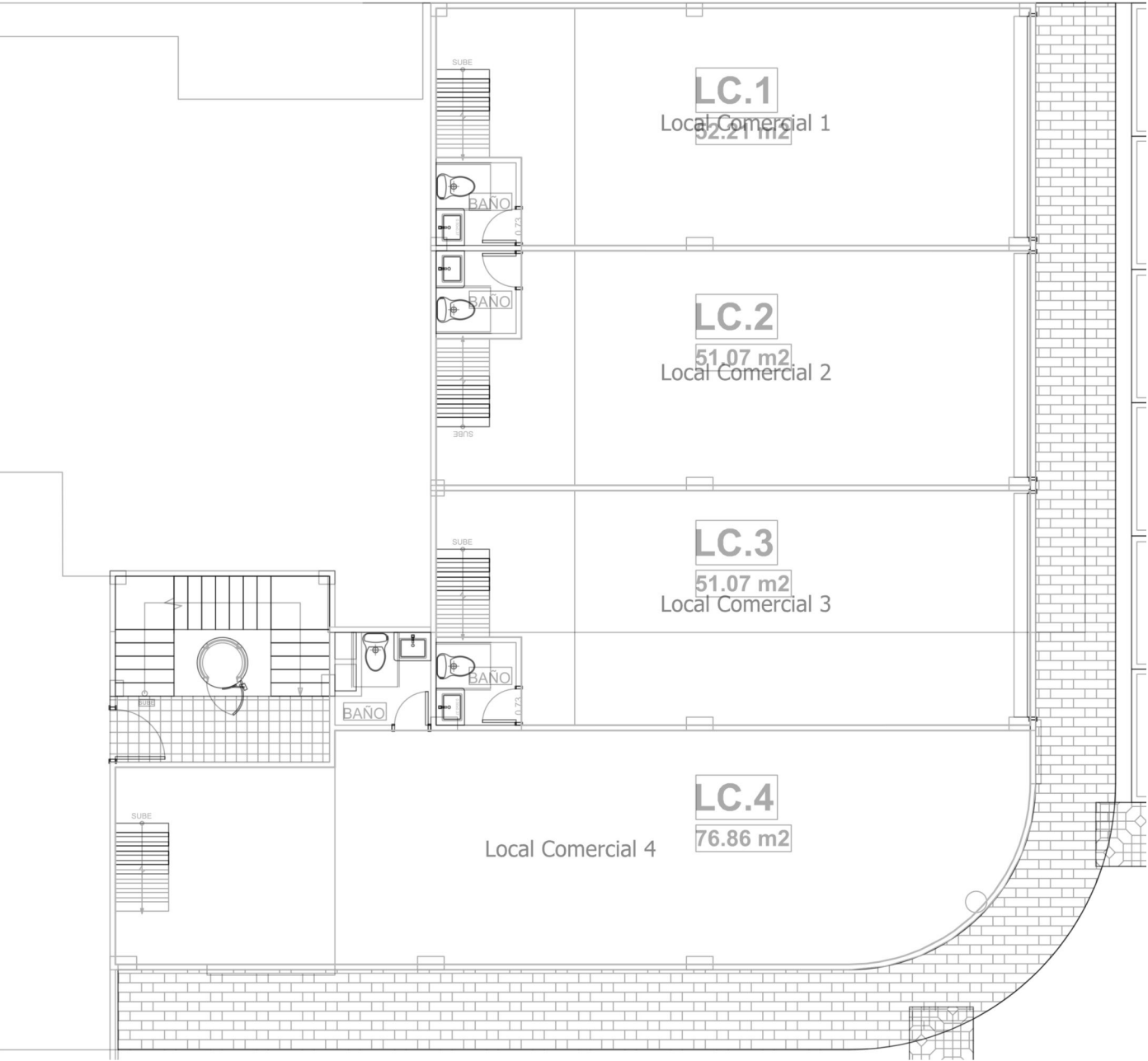


Ejemplo

Ejemplo

Building 1 · Storey 1 (Light scene 1)

Room list





Building 1 · Storey 1 (Light scene 1)

**Room list**

## Local Comercial 1

$P_{\text{total}}$ 520.0 W	$A_{\text{Room}}$ 46.98 m <sup>2</sup>	Lighting power density 11.07 W/m <sup>2</sup> = 2.01 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Space)	$\bar{E}_{\text{perpendicular (Working plane)}}$ 551 lx
-------------------------------	---	--	--

pcs.	Manufacturer	Article No.	Article name	P	$\Phi_{\text{Luminaire}}$
13	Oppl	54200406 0010	LEDSPanelRc-SL Sq603-40W-6500-WH IV	40.0 W	4000 lm

## Local Comercial 2

$P_{\text{total}}$ 520.0 W	$A_{\text{Room}}$ 46.42 m <sup>2</sup>	Lighting power density 11.20 W/m <sup>2</sup> = 2.02 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Space)	$\bar{E}_{\text{perpendicular (Working plane)}}$ 555 lx
-------------------------------	---	--	--

pcs.	Manufacturer	Article No.	Article name	P	$\Phi_{\text{Luminaire}}$
13	Oppl	54200406 0010	LEDSPanelRc-SL Sq603-40W-6500-WH IV	40.0 W	4000 lm

## Local Comercial 3

$P_{\text{total}}$ 520.0 W	$A_{\text{Room}}$ 46.41 m <sup>2</sup>	Lighting power density 11.20 W/m <sup>2</sup> = 2.02 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Space)	$\bar{E}_{\text{perpendicular (Working plane)}}$ 555 lx
-------------------------------	---	--	--

pcs.	Manufacturer	Article No.	Article name	P	$\Phi_{\text{Luminaire}}$
13	Oppl	54200406 0010	LEDSPanelRc-SL Sq603-40W-6500-WH IV	40.0 W	4000 lm

Building 1 · Storey 1 (Light scene 1)

**Room list**

Local Comercial 4

$P_{\text{total}}$ 720.0 W	$A_{\text{Room}}$ 70.03 m <sup>2</sup>	Lighting power density $10.28 \text{ W/m}^2 = 1.94 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx (Space)}$	$\bar{E}_{\text{perpendicular (Working plane)}}$ 530 lx
-------------------------------	---	---	--

pcs.	Manufacturer	Article No.	Article name	P	$\Phi_{\text{Luminaire}}$
18	Oppl	54200406 0010	LEDSPanelRc-SL Sq603-40W-6500-WH IV	40.0 W	4000 lm

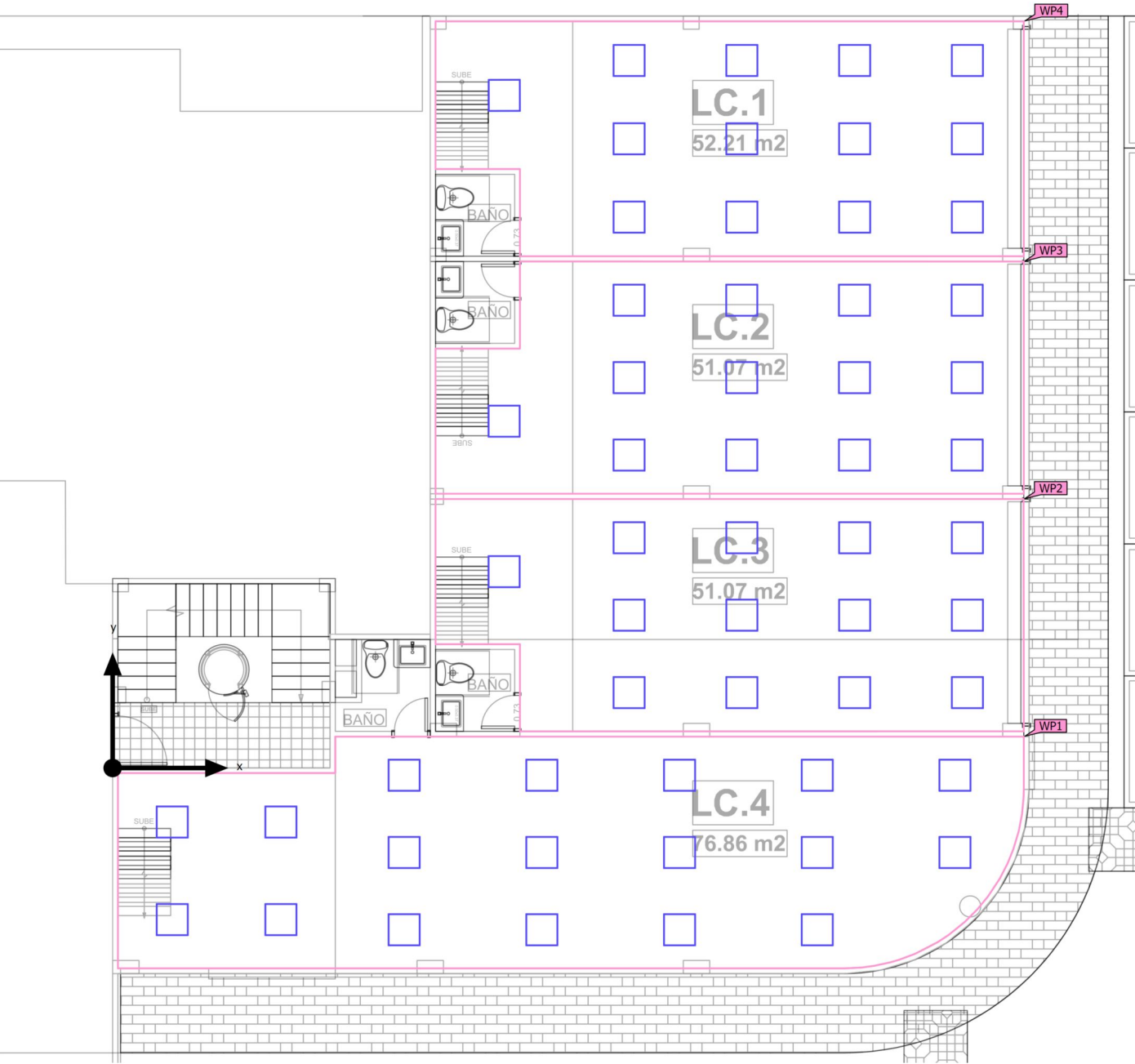
Building 1 · Storey 1

Luminaire list

$\Phi_{total}$ 228000 lm		$P_{total}$ 2280.0 W		Luminous efficacy 100.0 lm/W		
pcs.	Manufacturer	Article No.	Article name	P	$\Phi$	Luminous efficacy
57	Oppl	54200406 0010	LEDSPanelRc-SL Sq603-40W-6500-WH IV	40.0 W	4000 lm	100.0 lm/W

Building 1 · Storey 1 (Light scene 1)

Calculation objects



Building 1 · Storey 1 (Light scene 1)

## Calculation objects

Working planes

Properties	$\bar{E}$ (Target)	$E_{min}$	$E_{max}$	$U_o(g_1)$ (Target)	$g_2$	Index
Working plane (Local Comercial 1) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	551 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	229 lx	724 lx	0.42 ( $\geq 0.50$ ) ✗	0.32	WP4
Working plane (Local Comercial 2) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	555 lx ( $\geq 150$ lx) ✓	225 lx	732 lx	0.41 ( $\geq 0.50$ ) ✗	0.31	WP3
Working plane (Local Comercial 3) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	555 lx ( $\geq 150$ lx) ✓	226 lx	728 lx	0.41 ( $\geq 0.50$ ) ✗	0.31	WP2
Working plane (Local Comercial 4) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	530 lx ( $\geq 150$ lx) ✓	321 lx	646 lx	0.61 ( $\geq 0.50$ ) ✓	0.50	WP1

## **ANEXO XII**

# **TABLAS DE VALORES NORMALIZADOS DE AISLACIÓN, FACTORE DE CORRECIÓN POR TEMPERATURA Y FACTOR DE CORRECIÓN POR CANTIDAD DE CONDUCTORES AGRUPADOS**

**Tabla 13 - Valores normalizados de  $T_f$  y  $T_i$**

<b>Tipo de aislación</b>	<b><math>T_f</math> (°C)</b>	<b><math>T_i</math> (°C)</b>
PVC	160	70
Polietileno reticulado (XLPE)	250	90
Goma etileno propileno (ERP)	250	90

FUENTE: NB 777

**Tabla 16 - Factores de corrección para temperaturas ambientes diferentes de 30 °C y para líneas subterráneas de 20 °C (temperatura del suelo para líneas subterráneas)**

<b>Temperatura en °C</b>	<b>PVC</b>	<b>EPR o XLPE</b>	<b>PVC</b>	<b>EPR o XLPE</b>
	<b>Ambiente</b>		<b>Suelo</b>	
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 17 - 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 20 - 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 3 - 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			
Aislamiento		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	
Sección (mm <sup>2</sup> )	AWG/kcmil (*)	Numero máximo de conductores																											
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	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 DE SECCIÓN MÍNIMA DE CONDUCTORES DE PROTECCIÓN (ATERRAMIENTO)**

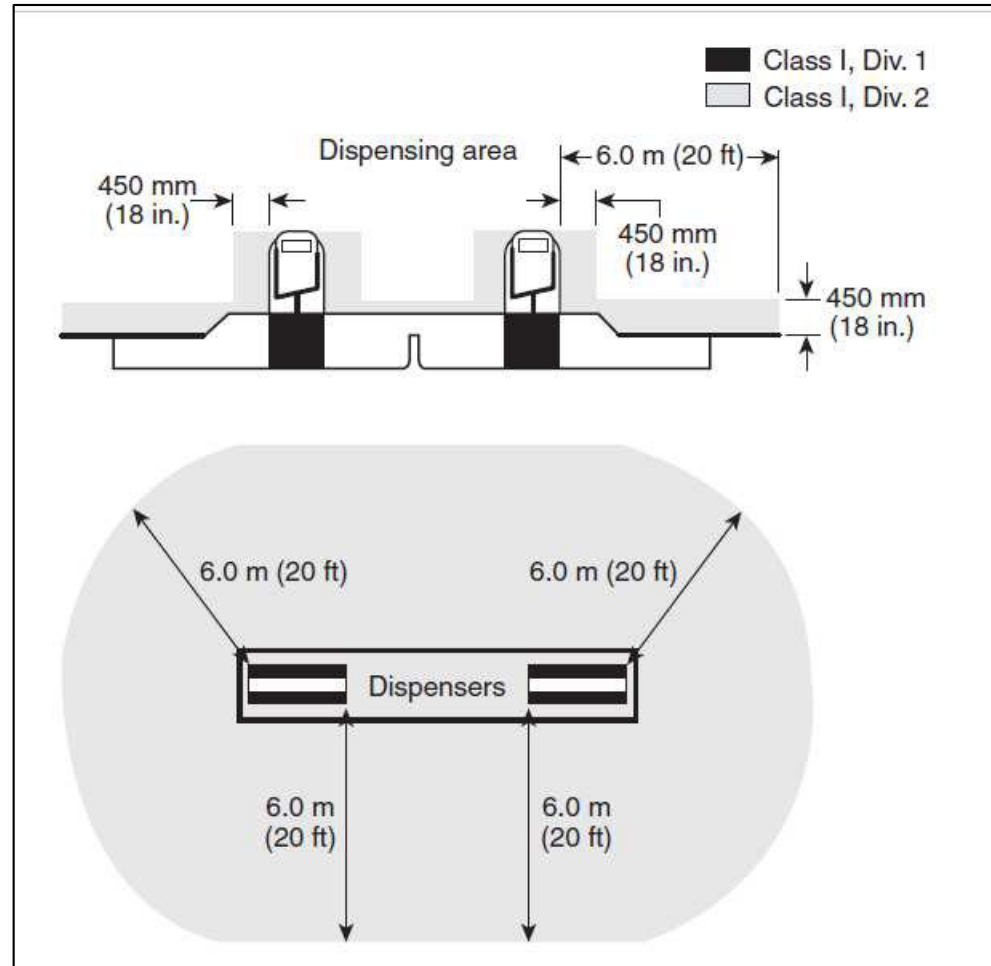
Tabla 9.1 - Secciones de los conductores de protección	
Sección mínima de los conductores de fase, en mm <sup>2</sup>	Sección mínima de los conductores de protección, en mm <sup>2</sup>
$s \leq 16$	$s (*)$
$16 < s \leq 35$	16
$s > 35$	$s/2$
NOTAS:	
(*) Con un mínimo de:	
-2.5 mm <sup>2</sup> si los conductores 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: NB148005**

## **ANEXO XV**

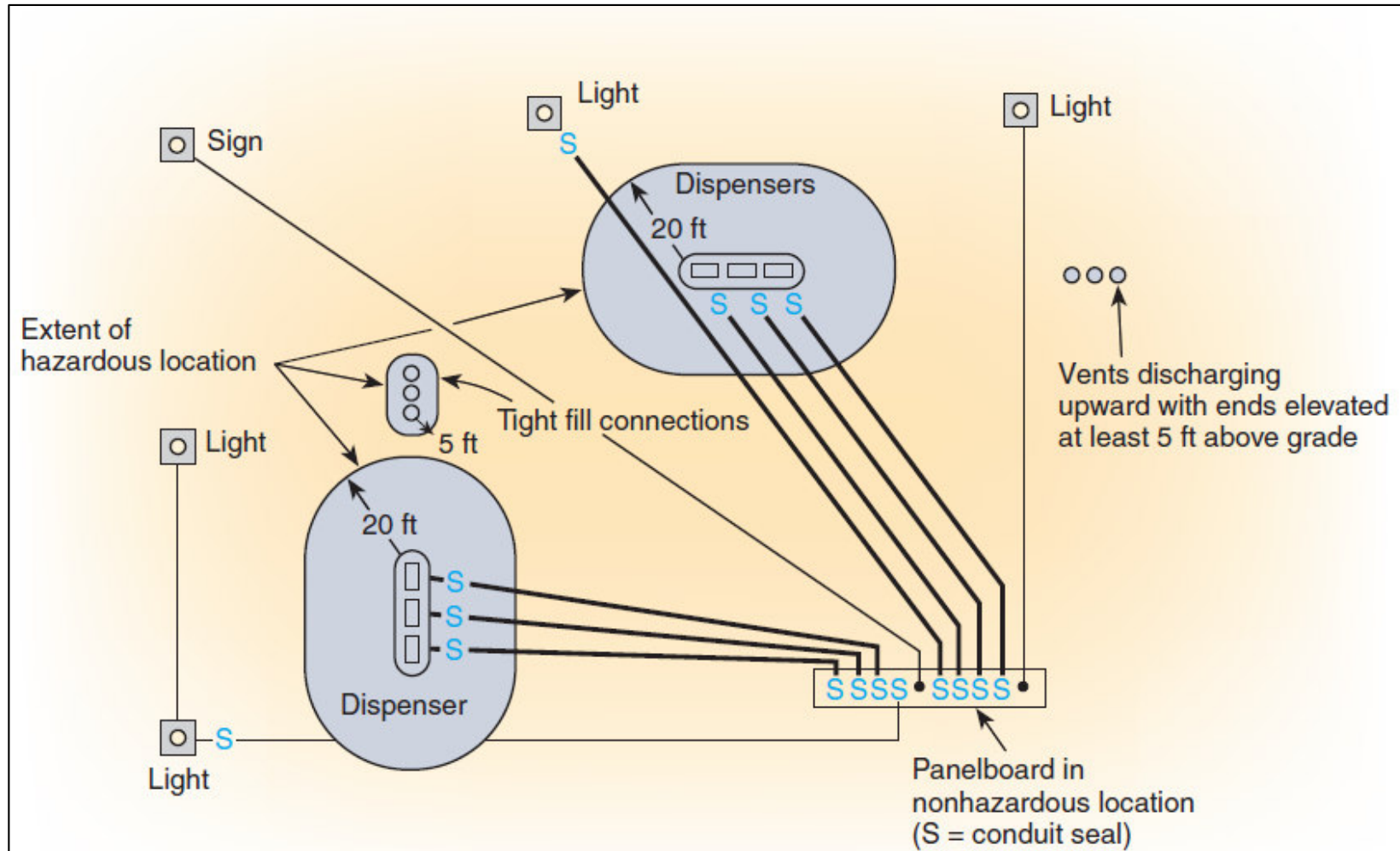
# **ESQUEMAS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN INSTALACIONES DE COMBUSTIBLES**

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



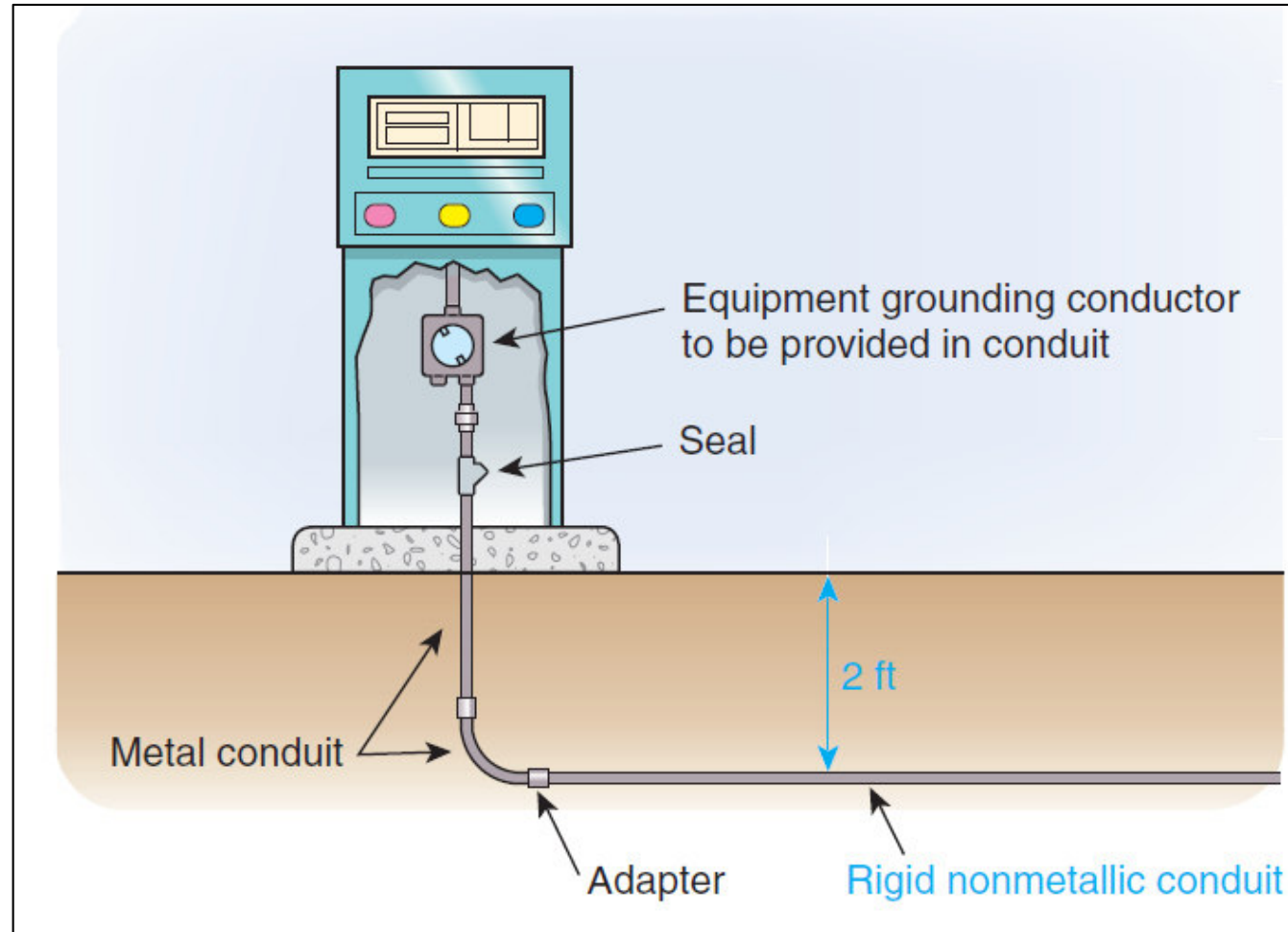
FUENTE: NEC Handbook 2005

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

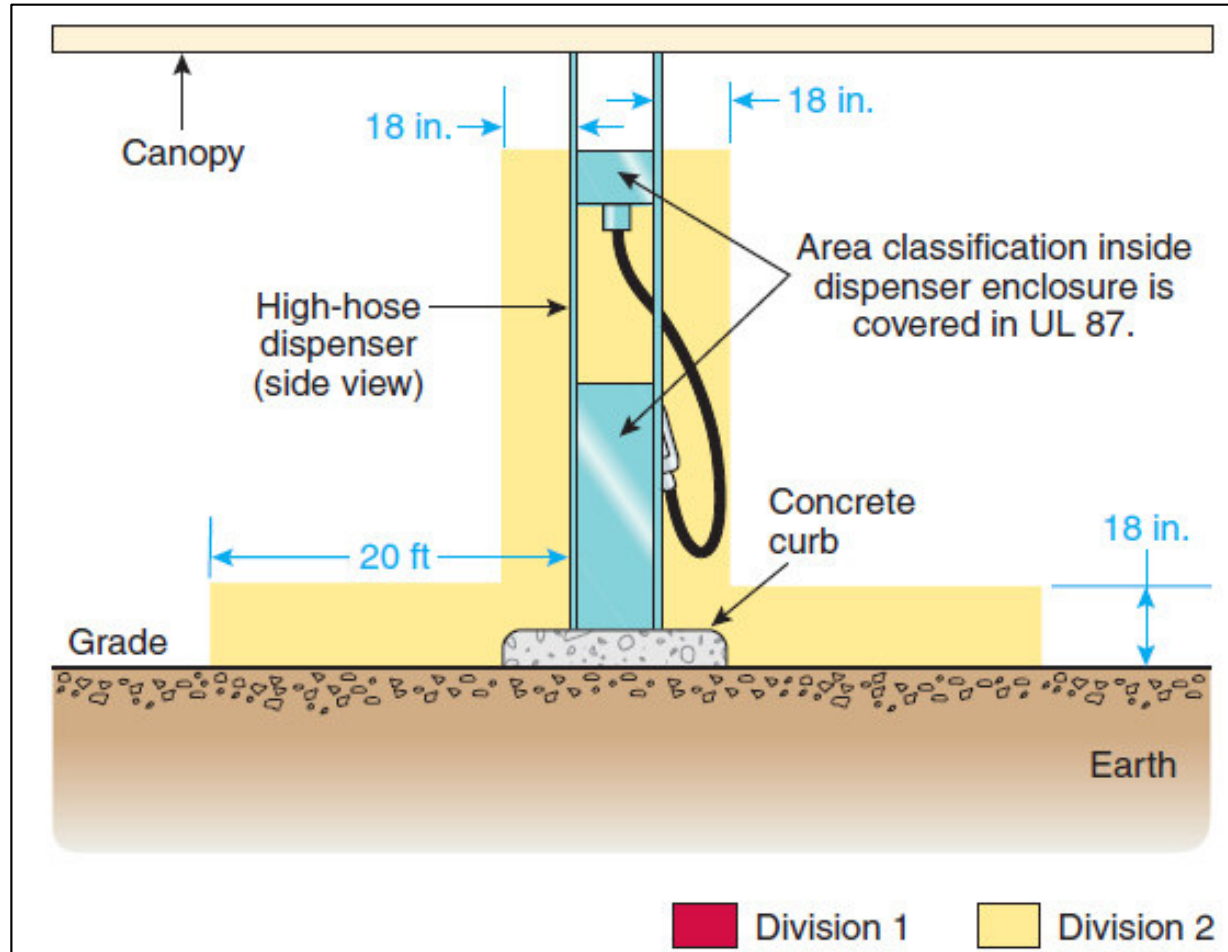
Figura 3: Uso de un conducto rígido no metálico de acuerdo con el artículo de la NEC 514.8 Excepción No. 2.



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 CLASIFICACIÓN DE AREAS NEC**

## APPENDIX A-1: CLASS I FLAMMABLE GASES AND VAPORS

Chemical	CAS No.	Class I Division Group	Class I Zone Group	Flash Point		Auto Ignition Temperature		Lower and Upper Flammable Limits Percent by Volume		Vapor Density (Air = 1)
				°C	°F Reference ⑥	°C	°F Reference ⑥	°C	°F Reference ⑥	
Acetaldehyde	75-07-0	C	IIA	-38	-36	175	347	4.0	60.0	1.5
Acetic Acid	64-19-7	D	IIA	39	102	426	799		19.9	2.1
Acetic Acid-ert-Butyl Ester	540-88-5	D						1.7	9.8	4.0
Acetic Anhydride	108-24-7	D	IIA	49	120	316	601	2.7	10.3	3.5
Acetone	67-64-1	D	IIA	-20	-4	465	869	2.5	12.8	2.0
Acetone Cyanohydrin	75-86-5	D		74	165	688	1270	2.2	12.0	2.9
Acetonitrile	75-05-8	D	IIA	6	43	524	975	3.0	16.0	1.4
Acetylene	74-86-2	A	IIC			305	581	2.5	100	0.9
Acrolein (Inhibited)	107-02-8	B(C)②	IIB			235	455	2.8	31.0	1.9
Acrylic Acid	79-10-7	D	IIB	54	129	438	820	2.4	8.0	2.5
Acrylonitrile	107-13-1	D	IIB	0	32	481	898	3	17	1.8
Adiponitrile	111-69-3	D		93	199	550	1022			1.0
Allyl Alcohol	107-18-6	c	IIB	22	72	378	712	2.5	18.0	2.0
Allyl Chloride	107-05-1	D	IIA	-32	-26	485	905	2.9	11.1	2.6
Allyl Glycidyl Ether	106-92-3	B(C)②				57	135			3.9
Alpha-Methyl Styrene	98-83-9	D				574	1065	0.8	11.0	4.1
n-Amyl Acetate	628-63-7	D	IIA	25	77	360	680	1.1	7.5	4.5
sec-Amyl Acetate	626-38-0	D	IIA	23	73			1.1	7.5	4.5
Ammonia	7664-41-7	D1	IIA			651	1204	15	28	0.6
Aniline	62-53-3	D	IIA	70	158	615	1139	1.2	8.3	3.2
Benzene	71-43-2	D	IIA	-11	12	498	928	1.2	7.8	2.8
Benzyl Chloride	98-87-3	D				585	1085	1.1		4.4
Bromopropyne	106-96-7	D		10	50	324	615	3.0		
n-Butane	106-97-8	D⑤	IIA			288	550	1.9	8.5	2.0
1,3-Butadiene	106-99-0	B(D)②	IIB			420	788	2.0	11.5	1.9
1-Butanol	71-36-3	D	IIA	36	97	343	649	1.4	11.2	2.6
Butyl alcohol (s) (butanol-2)	78-92-2	D		23.8	75	405	761	1.7	9.8	2.6
Butylamine	109-73-9	D	IIA	-12	10	312	594	1.7	9.8	2.5
Butylene	25167-67-3	D	IIA			385	725	1.6	10.0	1.9
n-Butyraldehyde	123-72-8	C	IIA	-12	10	218	424	1.9	12.5	2.5
n-Butyl Acetate	123-86-4	D	IIA	22	72	421	790	1.7	7.6	4.0
sec-Butyl Acetate	105-46-4	D		-8	18			1.7	9.8	4.0
tert-Butyl Acetate	540-88-5	D						1.7	9.8	4.0
n-Butyl Acrylate (Inhibited)	141-32-2	D	IIB	49	120	293	559	1.7	9.9	4.4
n-Butyl Glycidyl Ether	2426-08-6	B(C)②								
n-Butyl Formal	110-62-3	C								
Butyl Mercaptan	109-79-5	C		2	36					3.1
Butyl-2-Propenoate	141-32-2	D		49	120	1.7	35	9.9	4.4	5.5
para tert-Butyl Toluene	98-51-1	D								
n-Butyric Acid	107-92-6	D		72	162	443	829	2.0	10.0	3.0
Carbon Disulfide	75-15-0	③	IIC	-30	-22	90	194	1.3	50.0	2.6
Carbon Monoxide	630-08-0	C	IIB			609	1128	12.5	74	0.97
Chloroacetaldehyde	107-20-0	C		88	190					
Chlorobenzene	108-90-7	D		29	84	593	1099	1.3	9.6	3.9
1-Chloro-1-Nitropropane	2425-66-3	C								
Chloroprene	126-99-8	D		-20	-4			4.0	20.0	3.0

① 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.

② 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.

③ 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.

④ 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 benzene, ligroin, petroleum ether, and naphtha.

⑤ Commercial grades of aliphatic hydrocarbon solvents are mixtures of several isomers of the same chemical formula (or molecular weight). The autoignition temperatures (AIT) 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 of NFPA 497-2012).

⑥ The Fahrenheit conversions are rounded to the nearest °F.

⑦ Liquid type and flash point vary due to regional blending differences.

⑧ 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.

Data is from NFPA 497-2012, Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas.

## APPENDIX A-1: CLASS I FLAMMABLE GASES AND VAPORS

Chemical	CAS No.	Class I Division Group	Class I Zone Group	Flash Point		Auto Ignition Temperature		Lower and Upper Flammable Limits Percent by Volume		Vapor Density (Air = 1)
				°C	°F Reference ⑥	°C	°F Reference ⑥	°C	°F Reference ⑥	
Cresol	1319-77-3	D		81	178	559	1038	1.1		3.7
Crotonaldehyde	4170-30-3	C	IIB	13	55	232	450	2.1	15.5	2.4
Cumene	98-82-8	D	IIA	36	97	424	795	0.9	6.5	4.1
Cyclohexane	110-82-7	D	IIA	-17	1	245	473	1.3	8.0	2.9
Cyclohexanol	108-93-0	D	IIA	68	154	300	572			3.5
Cyclohexanone	108-94-1	D	IIA	44	111	420	788	1.1	9.4	3.4
Cyclohexene	110-83-8	D	IIA	-6	21	244	471	1.2		2.8
Cyclopropane	75-19-4	D	IIA			503	937	2.4	10.4	1.5
p-Cymene	99-87-6	D	IIA	47	117	436	817	0.7	5.6	4.6
Decene	872-05-9	D				235	455			4.8
n-Decaldehyde	112-31-2	C								
n-Decanol	112-30-1	D		82	180	288	550			5.3
Decyl Alcohol	112-30-1	D		82	180	288	550			5.3
Diacetone Alcohol	123-42-2	D		64	147	603	1117	1.8	6.9	4.0
Di-Isobutylene	25167-70-8	D		2	36	391	736	0.8	4.8	3.8
Di-Isobutyl Ketone	108-83-8	D		60	140	396	745	0.8	7.1	4.9
o-Dichlorobenzene	955-50-1	D	IIA	66	151	647	1197	2.2	9.2	5.1
1,4-Dichloro-2,3 Epoxybutane	3583-47-9	D	IIA					1.9	8.5	2.0
1,1-Dichloroethane	1300-21-6	D	IIA			438	820	6.2	16.0	3.4
1,2-Dichloroethylene	156-59-2	D	IIA	97	207	460	860	5.6	12.8	3.4
1,1-Dichloro-1- Nitroethane	594-72-9	C		76	169					5.0
1,3-Dichloropropene	10061-02-6	D		35	95			5.3	14.5	3.8
Dicyclopentadiene	77-73-6	C	IIA	32	90	503	937			
Diethylamine	109-87-9	C	IIA	-28	-18	312	594	1.8	10.1	2.5
Diethylaminoethanol	100-37-8	C	IIA	60	140	320	608			4.0
Diethyl Benzene	25340-17-4	D		57	135	395	743			4.6
Diethyl Ether (Ethyl Ether)	60-29-7	C	IIB	-45	-49	160	320	1.9	36	2.6
Diethylene Glycol Monobutyl Ether	112-34-5	C		78	172	228	442	0.9	24.6	5.6
Diethylene Glycol Monomethyl Ether	111-77-3	C		93	199	241	466			
n-n-Dimethyl Aniline	121-69-7	C		63	145	371	700	1.0		4.2
Dimethyl Formamide	68-12-2	D	IIA	58	136	455	851	2.2	15.2	2.5
Dimethyl Sulfate	77-78-1	D		83	181	188	370			4.4
Dimethylamine	124-40-3	C	IIA			400	752	2.8	14.4	1.6
2,2-Dimethylbutane	75-83-2	D⑤		-48	-54	405	761			
2,3-Dimethylbutane	78-29-8	D⑤				396	745			
3,3-Dimethylheptane	1071-26-7	D⑤				325	617			
2,3-Dimethylhexane	31394-54-4	D⑤				438	820			
2,3-Dimethylpentane	107-83-5	D⑤				335	635			
Di-N-Propylamine	142-84-7	C	IIA	17	63	299	570			
1,4-Dioxane	123-91-1	C	IIB	12	54	180	356	2.0	22.0	3.0
Dipentene	138-86-3	D	IIA	45	113	237	459	0.7	6.1	4.7
Dipropylene Glycol Methyl Ether	34590-94-8	C		85	185			1.1	3.0	5.1
Diisopropylamine	108-18-9	C	IIA	-6	21	316	601	1.1	7.1	3.5
Dodecene	6842-15-5	D		100	212	255	491			
Epichlorohydrin	3132-64-7	C		33	91	411	772	3.8	21.0	3.2

① 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.

② 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.

③ 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.

④ 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 benzene, ligroin, petroleum ether, and naphtha.

⑤ Commercial grades of aliphatic hydrocarbon solvents are mixtures of several isomers of the same chemical formula (or molecular weight). The autoignition temperatures (AIT) 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 of NFPA 497-2012).

⑥ The Fahrenheit conversions are rounded to the nearest °F.

⑦ Liquid type and flash point vary due to regional blending differences.

⑧ 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.

Data is from NFPA 497-2012, Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas.

## APPENDIX A-1: CLASS I FLAMMABLE GASES AND VAPORS

Chemical	CAS No.	Class I Division Group	Class I Zone Group	Flash Point		Auto Ignition Temperature		Lower and Upper Flammable Limits Percent by Volume		Vapor Density (Air = 1)
				°C	°F Reference ⑥	°C	°F Reference ⑥	°C	°F Reference ⑥	
Ethane	74-84-0	D	IIA	-29	-20	472	882	3.0	12.5	1.0
Ethanol	64-17-5	D	IIA	13	55	363	686	3.3	19.0	1.6
Ethylamine	75-04-7	D		-18	0	385	545	3.5	14.0	1.6
Ethylene	74-85-1	C	IIB			490	914	2.7	36.0	1.0
Ethylenediamine	107-15-3	D		33	91	385	725	2.5	12.0	2.1
Ethylenimine	151-56-4	C		-11	12	320	608	3.3	54.8	1.5
Ethylene Chlorohydrin	107-07-3	D		59	138	425	797	4.9	15.9	2.8
Ethylene Dichloride	107-06-2	D		13	55	413	776	6.2	16.0	3.4
Ethylene Glycol Monoethyl Ether Acetate	111-15-9	C	IIA	47	117	379	714	1.7		4.7
Ethylene Glycol Monobutyl Ether Acetate	112-07-2	C				340	644	0.9	8.5	
Ethylene Glycol Monobutyl Ether	111-76-2	C		238	460	1.1	34	12.7	4.1	1.0
Ethylene Glycol Monoethyl Ether	110-80-5	C		235	455	1.7	35	15.6	3.0	5.4
Ethylene Glycol Monomethyl Ether	109-86-4	D		285	545	1.8	35	14.0	2.6	9.2
Ethylene Oxide	75-21-8	B(C)②	IIB	-20	-4	429	804	3	100	1.5
2-Ethylhexaldehyde	123-05-7	C		52	126	191	376	0.8	7.2	4.4
2-Ethylhexanol	104-76-7	D		81	178			0.9	9.7	4.5
2-Ethylhexyl Acrylate	103-09-3	D		88	190	252	486			
Ethyl Acetate	141-78-6	D	IIA	-4	25	427	801	2.0	11.5	3.0
Ethyl Acrylate (Inhibited)	140-88-5	D	IIA	9	48	372	621	1.4	14.0	3.5
Ethyl Alcohol	64-17-5	D	IIA	13	55	363	685	3.3	19.0	1.6
Ethyl Sec-Amyl Ketone	541-85-5	D		59	139					
Ethyl Benzene	100-41-4	D		15	59	432	810	0.8	6.7	3.7
Ethyl Butanol	97-95-0	D		57	135			1.2	7.7	3.5
Ethyl Butyl Ketone	106-35-4	D		46	115					4.0
Ethyl Chloride	75-00-3	D		-50	-58	519	966	3.8	15.4	2.2
Ethyl Formate	109-94-4	D	IIA	-20	-4	455	851	2.8	16.0	2.6
Ethyl Mercaptan	75-08-1	C	IIB	-18	0	300	572	2.8	18.0	2.1
n-Ethyl Morpholine	100-74-3	C		32	90					4.0
2-Ethyl-3-Propyl Acrolein	645-62-5	C		68	154					4.4
Ethyl Silicate	78-10-4	D								7.2
Formaldehyde (Gas)	50-00-0	B	IIB			430	806	7	73	1.0
Formic Acid	64-18-6	D	IIA	50	122	434	813	18.0	57.0	1.6
Fuel Oil 1	8008-20-6	D		38-72 ⑦	100-162 ⑦	210	410	0.7	5.0	
Fuel Oil 2				52-96 ⑦	126-205 ⑦	257	495			
Fuel Oil 6				66-132 ⑦	151-270 ⑦					
Furfural	98-01-1	C		60	140	316	601	2.1	19.3	3.3
Furfuryl Alcohol	98-00-0	C		75	167	490	914	1.8	16.3	3.4
Gasoline	8006-61-9	D		-46	-51	280	536	1.4	7.6	3.0
n-Heptane	142-82-5	D	IIA	-4	25	204	399	1.0	6.7	3.5
n-Heptene	81624-04-6	D⑤		-1	30	204	399			3.4
n-Hexane	110-54-3	D⑤	IIA	-23	-9	225	437	1.1	7.5	3.0
Hexanol	111-27-3	D	IIA	63	146					3.5
2-Hexanone	591-78-6	D		35	95	424	795	1.2	8.0	3.5
Hexene	592-41-6	D		-26	-15	245	473	1.2	6.9	

① 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.

② 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.

③ 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.

④ 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 benzene, ligroin, petroleum ether, and naphtha.

⑤ Commercial grades of aliphatic hydrocarbon solvents are mixtures of several isomers of the same chemical formula (or molecular weight). The autoignition temperatures (AIT) 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 of NFPA 497-2012).

⑥ The Fahrenheit conversions are rounded to the nearest °F.

⑦ Liquid type and flash point vary due to regional blending differences.

⑧ 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.

Data is from NFPA 497-2012, Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas.

## APPENDIX A-1: CLASS I FLAMMABLE GASES AND VAPORS

Chemical	CAS No.	Class I Division Group	Class I Zone Group	Flash Point		Auto Ignition Temperature		Lower and Upper Flammable Limits Percent by Volume		Vapor Density (Air = 1)
				°C	°F Reference ⑥	°C	°F Reference ⑥	°C	°F Reference ⑥	
sec-Hexyl Acetate	108-84-9	D		45	113					5.0
Hydrazine	302-01-2	C		38	100	23	73		98.0	1.1
Hydrogen	1333-74-0	B	IIC			500	932	4	75	0.1
Hydrogen Cyanide	74-90-8	C	IIB	-18	0	538	1000	5.6	40.0	0.9
Hydrogen Selenide	7783-07-5	C								
Hydrogen Sulfide	7783-06-4	C	IIB	260	500	4.0	39	44.0	1.2	
Isoamyl Acetate	123-92-2	D		25	77	360	680	1.0	7.5	4.5
Isoamyl Alcohol	123-51-3	D	IIA	43	109	350	662	1.2	9.0	3.0
Isobutane	75-28-5	D⑤	IIA			460	860	1.8	8.4	2.0
Isobutyl Acetate	110-19-0	D		18	64	421	790	2.4	10.5	4.0
Isobutyl Acrylate	106-63-8	D				427	801			4.4
Isobutyl Alcohol	78-83-1	D	IIA	-40	-40	416	781	1.2	10.9	2.5
Isobutyraldehyde	78-84-2	C	IIA	-40	-40	196	385	1.6	10.6	2.5
Isodecaldehyde	112-31-2	C								5.4
Isohexane	107-83-5	D⑤	IIA			264	507			
Isopentane	78-78-4	D⑤				420	788			
Isooctyl Aldehyde	123-05-7	C				197	387			
Isophorone	78-59-1	D		84	183	460	860	0.8	3.8	4.8
Isoprene	78-79-5	D		-54	-65	220	428	1.5	8.9	2.4
Isopropyl Acetate	108-21-4	D				460	860	1.8	8.0	3.5
Isopropyl Ether	108-20-3	D	IIA	-28	-18	443	829	1.4	7.9	3.5
Isopropyl Glycidyl Ether	4016-14-2	C								
Isopropylamine	75-31-0	D		-26	-15	402	756	2.3	10.4	2.0
Kerosene	8008-20-6	D	IIA	72	162	210	410	0.7	5.0	
Liquefied Petroleum Gas	68476-85-7	D				405	761			
Mesityl Oxide	141-97-9	D		31	88	344	651	1.4	7.2	3.4
Methane	74-82-8	D	IIA			600	1112	5	15	0.6
Methanol	67-56-1	D	IIA	12	54	385	725	6.0	36.0	1.1
Methyl Acetate	79-20-9	D	IIA	-10	14	454	849	3.1	16.0	2.6
Methyl Acrylate	96-33-3	D	IIB	-3	27	468	874	2.8	25.0	3.0
Methyl Alcohol	67-56-1	D	IIA			385	725	6.0	36	1.1
Methyl Amyl Alcohol	108-11-2	D	IIA	41	106			1.0	5.5	3.5
Methyl Chloride	74-87-3	D	IIA	-46	-51	632	1170	8.1	17.4	1.7
Methyl Ether	115-10-6	C	IIB	-41	-42	350	662	3.4	27.0	1.6
Methyl Ethyl Ketone	78-93-3	D	IIB	-6	21	404	759	1.4	11.4	2.5
Methyl Formal	534-15-6	C		1	34	238	460			3.1
Methyl Formate	107-31-3	D	IIA	-19	-2	449	840	4.5	23.0	2.1
2-Methylhexane	31394-54-4	D⑤				280	536			
Methyl Isobutyl Ketone	108-10-1	D		13	55	440	824	1.2	8.0	3.5
Methyl Isocyanate	624-83-9	D	IIA	-15	5	534	993	5.3	26.0	2.0
Methyl Mercaptan	74-93-1	C		-18	0			3.9	21.8	1.7
Methyl Methacrylate	80-62-6	D	IIA	10	50	422	792	1.7	8.2	3.6
Methyl N-Amyl Ketone	110-43-0	D		49	120	393	739	1.1	7.9	3.9
Methyl Tertiary Butyl Ether	1634-04-4	D		-80	-112	435	815	1.6	8.4	0.2
2-Methyloctane	3221-61-2					220	428			
2-Methylpropane	75-28-5	D⑤				460	860			

① 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.

② 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.

③ 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.

④ 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 benzene, ligroin, petroleum ether, and naphtha.

⑤ Commercial grades of aliphatic hydrocarbon solvents are mixtures of several isomers of the same chemical formula (or molecular weight). The autoignition temperatures (AIT) 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 of NFPA 497-2012).

⑥ The Fahrenheit conversions are rounded to the nearest °F.

⑦ Liquid type and flash point vary due to regional blending differences.

⑧ 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.

Data is from NFPA 497-2012, Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas.

## APPENDIX A-1: CLASS I FLAMMABLE GASES AND VAPORS

Chemical	CAS No.	Class I Division Group	Class I Zone Group	Flash Point		Auto Ignition Temperature		Lower and Upper Flammable Limits Percent by Volume		Vapor Density (Air = 1)
				°C	°F Reference ⑥	°C	°F Reference ⑥	°C	°F Reference ⑥	
Methyl-1-Propanol	78-83-1	D	IIA	-40	-40	416	781	1.2	10.9	2.5
Methyl-2-Propanol	75-65-0	D		10	50	360	680	2.4	8.0	2.6
2-Methyl-5-Ethyl Pyridine	104-90-5	D		74	166			1.1	6.6	4.2
Methylacetylene	74-99-7	C						1.7		1.4
Methylacetylene- Propadiene	27846-30-6	C	IIB							
Methylal	109-87-5	C		-18	0	237	459	1.6	17.6	2.6
Methylamine	74-89-5	D	IIA			430	806	4.9	20.7	1.0
2-Methylbutane	78-78-4	D⑤		-56	-69	420	788	1.4	8.3	2.6
Methylcyclohexane	208-87-2	D		-4	25	250	482	1.2	6.7	3.4
Methylcyclohexanol	25630-42-3	D		68	154	296	565			3.9
2-Methylcyclohexanone	583-60-8	D								3.9
2-Methylheptane		D⑤				420	788			
3-Methylhexane	589-34-4	D⑤				280	536			
3-Methylpentane	94-14-0	D⑤				278	532			
2-Methylpropane	75-28-5	D⑤				460	860			
2-Methyl-1-Propanol	78-83-1	D		-40	-40	223	433	1.2	10.9	2.5
2-Methyl-2-Propanol	75-65-0	D				478	892	2.4	8.0	2.6
2-Methyloctane	2216-32-2	D⑤				220	428			
3-Methyloctane	2216-33-3	D⑤				220	428			
4-Methyloctane	2216-34-4	D⑤				225	437			
Monoethanolamine	141-43-5	D	IIA	85	185	410	770			2.1
Monoisopropanolamine	78-96-6	D		77	171	374	705			2.6
Monomethyl Aniline	100-61-8	C				482	900			
Monomethyl Hydrazine	60-34-4	C		23	73	194	381	2.5	92.0	1.6
Morpholine	110-91-8	C	IIA	35	95	310	590	1.4	11.2	3.0
Naphtha (Coal Tar)	8030-30-6	D	IIA	42	108	277	531			
Naphtha (Petroleum)	8030-30-6	D④	IIA	42	108	288	550	1.1	5.9	2.5
Neopentane	463-82-1	D⑤		-65	-85	450	842	1.4	8.3	2.6
Nitrobenzene	98-95-3	D	IIA	88	190	482	900	1.8		4.3
Nitroethane	79-24-3	C	IIB	28	82	414	777	3.4		2.6
Nitromethane	75-52-5	C	IIA	35	95	418	784	7.3		2.1
1-Nitropropane	108-03-2	C	IIB	34	93	421	790	2.2		3.1
2-Nitropropane	79-46-9	C		28	82	428	802	2.6	11.0	3.1
n-Nonane	111-84-2	D⑤	IIA	31	88	205	401	0.8	2.9	4.4
Nonene	27214-95-8	D						0.8		
Nonyl Alcohol	143-08-8	D	IIA					0.8	6.1	5.0
n-Octane	111-65-9	D⑤	IIA	13	55	206	403	1.0	6.5	3.9
Octene	25377-83-7	D		8	46	230	446	0.9		3.9
n-Octyl Alcohol	111-87-5	D	IIA							4.5
n-Pentane	109-66-0	D⑤	IIA	-40	-40	243	469	1.5	7.8	2.5
1-Pentanol	71-41-0	D	IIA	33	91	300	572	1.2	10.0	3.0
2-Pentanone	107-87-9	D	IIA	7	45	452	846	1.5	8.2	3.0
1-Pentene	109-67-1	D		-18	0	275	527	1.5	8.7	2.4
2-Pentene	109-68-2	D		-18	0					2.4
2-Pentyl Acetate	626-38-0	D		23	74			1.1	7.5	4.5
Phenylhydrazine	100-63-0	D		89	192					3.7

① 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.

② 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.

③ 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.

④ 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 benzene, ligroin, petroleum ether, and naphtha.

⑤ Commercial grades of aliphatic hydrocarbon solvents are mixtures of several isomers of the same chemical formula (or molecular weight). The autoignition temperatures (AIT) 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 of NFPA 497-2012).

⑥ The Fahrenheit conversions are rounded to the nearest °F.

⑦ Liquid type and flash point vary due to regional blending differences.

⑧ 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.

Data is from NFPA 497-2012, Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas.

## APPENDIX A-1: CLASS I FLAMMABLE GASES AND VAPORS

Chemical	CAS No.	Class I Division Group	Class I Zone Group	Flash Point		Auto Ignition Temperature		Lower and Upper Flammable Limits Percent by Volume		Vapor Density (Air = 1)
				°C	°F Reference ⑥	°C	°F Reference ⑥	°C	°F Reference ⑥	
Process Gas > 30% H <sub>2</sub>		B ⑧				520	968	4.0	75.0	0.1
Propane	74-98-6	D	IIA			450	842	2.1	9.5	1.6
1-Propanol	71-23-8	D	IIA	15	59	413	775	2.2	13.7	2.1
2-Propanol	67-63-0	D	IIA	12	54	399	750	2.0	12.7	2.1
Propiolactone	57-57-8	D						2.9		2.5
Propionaldehyde	123-38-6	C	IIB	-9	16	207	405	2.6	17.0	2.0
Propionic Acid	79-09-4	D	IIA	54	130	466	871	2.9	12.1	2.5
Propionic Anhydride	123-62-6	D		74	166	285	545	1.3	9.5	4.5
n-Propyl Acetate	109-60-4	D	IIA	14	57	450	842	1.7	8.0	3.5
n-Propyl Ether	111-43-3	C		21	70	215	419	1.3	7.0	3.5
Propyl Nitrate	627-13-4	B		20	68	175	347	2.0	100.0	
Propylene	115-07-1	D	IIA			460	860	2.4	10.3	1.5
Propylene Dichloride	78-87-5	D	IIA	16	61	557	1035	3.4	14.5	3.9
Propylene Oxide	75-56-9	B(C)②	IIB	-37	-35	449	840	2.3	36.0	2.0
Pyridine	110-86-1	D	IIA	20	68	482	900	1.8	12.4	2.7
Styrene	100-42-5	D	IIA	31	88	490	914	0.9	6.8	3.6
Tetrahydrofuran	109-99-9	C	IIB	-14	7	321	610	2.0	11.8	2.5
Tetrahydronaphthalene	119-64-2	D				385	725	0.8	5.0	4.6
Tetramethyl Lead	75-74-1	C		38	100					9.2
Toluene	108-88-3	D	IIA	4	39	480	896	1.1	7.1	3.1
n-Tridecene	2437-56-1	D						0.6		6.4
Triethylamine	121-44-8	C	IIA	-9	16	249	480	1.2	8.0	3.5
Triethylbenzene	25340-18-5	D		83	181				56.0	5.6
2,2,3-Trimethylbutane		D⑤				442	828			
2,2,4-Trimethylbutane		D⑤				407	765			
2,2,3-Trimethylpentane		D⑤				396	745			
2,2,4-Trimethylpentane		D⑤	IIA			415	779			
2,3,3-Trimethylpentane		D⑤				425	797			
Tripropylamine	102-69-2	D	IIA	41	106					4.9
Turpentine	8006-64-2	D		35	95	253	487	0.8		
n-Undecene	28761-27-5	D						0.7		5.5
Unsymmetrical Dimethyl Hydrazine	57-14-7	C	0.85	-15	5	249	480	2.0	95.0	1.9
Valeraldehyde	110-62-3	C		280	536	222	432			3.0
Vinyl Acetate	108-05-4	D	IIA	-6	21	402	756	2.6	13.4	3.0
Vinyl Chloride	75-01-4	D	IIA	-78	-108	472	882	3.6	33.0	2.2
Vinyl Toluene	25013-15-4	D		52	126	494	921	0.8	11.0	4.1
Vinylidene Chloride	75-35-4	D	IIA			570	1058	6.5	15.5	3.4
Xylene	1330-20-7	D	0.2	25	77	464	867	0.9	7.0	3.7
Xylidine	121-69-7	C		63	146	371	700	1.0		4.2

① 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.

② 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.

③ 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.

④ 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 benzene, ligroin, petroleum ether, and naphtha.

⑤ Commercial grades of aliphatic hydrocarbon solvents are mixtures of several isomers of the same chemical formula (or molecular weight). The autoignition temperatures (AIT) 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 of NFPA 497-2012).

⑥ The Fahrenheit conversions are rounded to the nearest °F.

⑦ Liquid type and flash point vary due to regional blending differences.

⑧ 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.



## APPENDIX A-2: CLASS II COMBUSTIBLE DUSTS

**Notes:** (General) NFPA 499-2008 has classified 25 Group E, 10 Group F and 185 Group G combustible dusts. The tables shown below, does not include all dusts that may be encountered in business and industry. Some dusts were not classified because they have explosive characteristics that require safeguards that go beyond those required for combustible dusts classified by NEC®. On the other hand, other dusts were not classified because they do not represent a significant hazard, that is, they are not combustible. However, any combustible dust not included in these tables (such as thorium hydride and uranium) should be investigated by a qualified testing laboratory (see NFPA "Fire Protection Handbook," for additional dusts not classified by NEC®. Even such pesticide combustible dusts as Ferbam, Manganese Vancide and Sevin classified above, which have ignition temperatures below that which would be safe within the operating temperature ranges presented in Section 500.8(C) and Table 500.8(C)(2), may present serious problems. Also, caution is advised with combustible dusts that melt or sublime below the operating temperature of the electrical equipment (see footnotes 3 and 4 above).

(1) Normally, the minimum ignition temperature of a layer of a specific dust is lower than the minimum ignition temperature of a cloud of that dust. Since this is not universally true, the lower of the two minimum ignition temperatures is listed. If no symbol appears in the "Code" column, then the layer ignition temperature is shown. "CL" means the cloud ignition temperature is shown. "NL" means that no layer ignition temperature is available, and the cloud ignition temperature is shown. "M" signifies that the dust layer melts before it ignites; the cloud ignition temperature is shown. "S" signifies that the dust layer sublimates before it ignites; the cloud ignition temperature is shown.

(2) Certain metal dusts might have characteristics that require safeguards beyond those required for atmospheres containing the dusts of aluminum, magnesium, and their commercial alloys. For example, zirconium and thorium dusts can ignite spontaneously in air, especially at elevated temperatures.

(3) Due to the impurities found in coal, its ignition temperatures vary regionally, and ignition temperatures are not available for all regions in which coal is mined.

Chemical	CAS No.	NEC® Division Group	Code	Layer or Cloud Ignition Temperature	
				°C	°F Reference ①
Acetal, linear		G	NL	440	824
Acetoacet-p-phenetidine	122-82-7	G	NL	560	1040
Acetoacetanilide	102-01-2	G	M	440	824
Acetylamino-t-nitrothiazole		G		450	842
Acrylamide polymer		G		240	464
Acrylonitrile polymer		G		460	860
Acrylonitrile-vinyl chloride-vinylidenechloride copolymer (70-20-10)		G		210	410
Acrylonitrile-vinyl pyridine copolymer		G		240	464
Adipic acid	124-04-9	G	M	550	1022
Alfalfa meal		G		200	392
Alkyl ketone dimer sizing compound		G		160	320
Allyl alcohol derivative (CR-39)		G	NL	500	932
Almond shell		G		200	392
Aluminum, A422 flake	7429-90-5	E		320	608
Aluminum, atomized collector fines		E	CL	550	1022
Aluminum—cobalt alloy (60-40)		E		570	1058
Aluminum—copper alloy (50-50)		E		830	1526
Aluminum—lithium alloy (15% Li)		E		400	752
Aluminum—magnesium alloy (dowmetal)		E	CL	430	806
Aluminum—nickel alloy (58-42)		E		540	1004
Aluminum—silicon alloy (12% Si)		E	NL	670	1238
Amino-5-nitrothiazole	121-66-4	G		460	860
Anthranilic acid	118-92-3	G	M	580	1076
Apricot pit		G		230	446
Aryl-nitrosomethylamide		G	NL	490	914
Asphalt	8052-42-4	F		510	950
Aspirin [acetol (2)]	50-78-2	G	M	660	1220
Azelaic acid	109-31-9	G	M	610	1130
Azo-bis-butyronitrile	78-67-1	G		350	662
Benzethonium chloride		G	CL	380	716
Benzoic acid	65-85-0	G	M	620	1148
Benzotriazole	95-14-7	G	M	440	824
Beta-naphthalene-axo-dimethylaniline		G		175	347
Bis(2-hydroxy-5-chlorophenyl) methane	97-23-4	G	NL	570	1058
Bisphenol-A	80-05-7	G	M	570	1058
Boron, commercial amorphous (85% B)	7440-42-8	E		400	752
Calcium silicide		E		540	1004
Carbon black (more than 8% total entrapped volatiles)		F			
Carboxymethyl cellulose	9000-11-7	G		290	554
Carboxypolymethylene		G	NL	520	968
Cashew oil, phenolic, hard		G		180	356
Cellulose		G		260	500
Cellulose acetate		G		340	644
Cellulose acetate butyrate		G	NL	370	698
Cellulose triacetate		G	NL	430	806
Charcoal (activated)	64365-11-3	F		180	356

① The Fahrenheit conversions are rounded to the nearest °F.

Data is from NFPA 499-2013, Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Equipment Installations in Chemical Process Areas.

## APPENDIX A-2: CLASS II COMBUSTIBLE DUSTS

Chemical	CAS No.	NEC® Division Group	Code	Layer or Cloud Ignition Temperature	
				°C	°F Reference ①
Charcoal (more than 8% total entrapped volatiles)		F			
Cherry pit		G		220	428
Chlorinated phenol		G	NL	570	1058
Chlorinated polyether alcohol		G		460	860
Chloroacetoacetanilide	101-92-8	G	M	640	1184
Chromium (97%) electrolytic, milled	7440-47-3	E		400	752
Cinnamon		G		230	446
Citrus peel		G		270	518
Coal, Kentucky bituminous		F		180	356
Coal, Pittsburgh experimental		F		170	338
Coal, Wyoming		F		180	356
Cocoa bean shell		G		370	698
Cocoa, natural, 19% fat		G		240	464
Coconut shell		G		220	428
Coke (more than 8% total entrapped volatiles)		F			
Cork		G		210	410
Corn		G		250	482
Corn dextrine		G		370	698
Corn cob grit		G		240	464
Cornstarch, commercial		G		330	626
Cornstarch, modified		G		200	392
Cottonseed meal		G		200	392
Coumarone-indene, hard		G	NL	520	968
Crag No. 974	533-74-4	G	CL	310	590
Cube root, South America	83-79-4	G		230	446
Di-alpha cumyl peroxide, 40-60 on CA	80-43-3	G		180	356
Diallyl phthalate	131-17-9	G	M	480	896
Dicyclopentadiene dioxide		G	NL	420	788
Dieldrin (20%)	60-57-1	G	NL	550	1022
Dihydroacetic acid		G	NL	430	806
Dimethyl isophthalate	1459-93-4	G	M	580	1076
Dimethyl terephthalate	120-61-6	G	M	570	1058
Dinitro-o-toluamide	148-01-6	G	NL	500	932
Dinitrobenzoic acid		G	NL	460	860
Diphenyl	92-52-4	G	M	630	1166
Ditertiary-butyl-paracresol	128-37-0	G	NL	420	788
Dithane m-45	8018-01-7	G		180	356
Epoxy		G	NL	540	1004
Epoxy-bisphenol A		G	NL	510	950
Ethyl cellulose		G	CL	320	608
Ethyl hydroxyethyl cellulose		G	NL	390	734
Ethylene oxide polymer		G	NL	350	662
Ethylene-maleic anhydride copolymer		G	NL	540	1004
Ferbam™	14484-64-1	G		150	302
Ferromanganese, medium carbon	12604-53-4	E		290	554
Ferrosilicon (88% Si, 9% Fe)	8049-17-0	E		800	1472
Ferrotitanium (19% Ti, 74.1% Fe, 0.06% C)		E	CL	380	716
Flax shive		G		230	446
Fumaric acid	110-17-8	G	M	520	968
Garlic, dehydrated		G	NL	360	680
Gilsonite	12002-43-6	F		500	932
Green base harmon dye		G		175	347
Guar seed		G	NL	500	932
Gulasonic acid, diacetone		G	NL	420	788
Gum, arabic		G		260	500
Gum, karaya		G		240	464
Gum, manila		G	CL	360	680
Gum, tragacanth	9000-65-1	G		260	500

① The Fahrenheit conversions are rounded to the nearest °F.

## APPENDIX A-2: CLASS II COMBUSTIBLE DUSTS

Chemical	CAS No.	NEC® Division Group	Code	Layer or Cloud Ignition Temperature	
				°C	°F Reference ①
Hemp hurd		G		220	428
Hexamethylene tetramine	100-97-0	G	S	410	770
Hydroxyethyl cellulose		G	NL	410	770
Iron, 98% H2 reduced		E		290	554
Iron, 99% carbonyl	13463-40-6	E		310	590
Isotoic anhydride		G	NL	700	1292
L-sorbose		G	M	370	698
Lignin, hydrolized, wood-type, fine		G	NL	450	842
Lignite, California		F		180	356
Lycopodium		G		190	374
Malt barley		G		250	482
Manganese	7439-96-5	E		240	464
Magnesium, grade B, milled		E		430	806
Manganese vancide		G		120	248
Mannitol	69-65-8	G	M	460	860
Methacrylic acid polymer		G		290	554
Methionine (l-methionine)	63-68-3	G		360	680
Methyl cellulose		G		340	644
Methyl methacrylate polymer	9011-14-7	G	NL	440	824
Methyl methacrylate-ethyl acrylate		G	NL	440	824
Methyl methacrylate-styrene-butadiene		G	NL	480	896
Milk, skimmed		G		200	392
N,N-dimethylthio-formamide		G		230	446
Nitropyridone	100703-82-0	G	M	430	806
Nitrosamine		G	NL	270	518
Nylon polymer	63428-84-2	G		430	806
Para-oxy-benzaldehyde	123-08-0	G	CL	380	716
Paraphenylene diamine	106-50-3	G	M	620	1148
Paratertiary butyl benzoic acid	98-73-7	G	M	560	1040
Pea flour		G		260	500
Peach pit shell		G		210	410
Peanut hull		G		210	410
Peat, sphagnum	94114-14-4	G		240	464
Pecan nut shell	8002-03-7	G		210	410
Pectin	5328-37-0	G		200	392
Pentaerythritol	115-77-5	G	M	400	752
Petirin acrylate monomer	7659-34-9	G	NL	220	428
Petroleum coke (more than 8% total entrapped volatiles)		F			
Petroleum resin	64742-16-1	G		500	932
Phenol formaldehyde	9003-35-4	G	NL	580	1076
Phenol formaldehyde, polyalkylene-p	9003-35-4	G		290	554
Phenol furfural	26338-61-4	G		310	590
Phenylbetanaphthylamine	135-88-6	G	NL	680	1256
Phthalic anhydride	85-44-9	G	M	650	1202
Phthalimide	85-41-6	G	M	630	1166
Pitch, coal tar	65996-93-2	F	NL	710	1310
Pitch, petroleum	68187-58-6	F	NL	630	1166
Polycarbonate		G	NL	710	1310
Polyethylene, high pressure process	9002-88-4	G		380	716
Polyethylene, low pressure process	9002-88-4	G	NL	420	788
Polyethylene terephthalate	25038-59-9	G	NL	500	932
Polyethylene wax	68441-04-8	G	NL	400	752
Polypropylene (no antioxidant)	9003-07-0	G	NL	420	788
Polystyrene latex	9003-53-6	G		500	932
Polystyrene molding compound	9003-53-6	G	NL	560	1040
Polyurethane foam, fire retardant	9009-54-5	G		390	734
Polyurethane foam, no fire retardant	9009-54-5	G		440	824
Polyvinyl acetate	9003-20-7	G	NL	550	1022

① The Fahrenheit conversions are rounded to the nearest °F.

Data is from NFPA 499-2013, Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Equipment Installations in Chemical Process Areas.

## APPENDIX A-2: CLASS II COMBUSTIBLE DUSTS

Chemical	CAS No.	NEC® Division Group	Code	Layer or Cloud Ignition Temperature	
				°C	°F Reference ①
Polyvinyl acetate/alcohol	9002-89-5	G		440	824
Polyvinyl butyral	63148-65-2	G		390	734
Polyvinyl chloride-diethyl phthalate		G	NL	320	608
Potato starch, dextrinated	9005-25-8	G	NL	440	824
Pyrethrum	8003-34-7	G		210	410
Rayon (viscose) flock	61788-77-0	G		250	482
Red dye intermediate		G		175	347
Rice		G		220	428
Rice bran		G	NL	490	914
Rice hull		G		220	428
Rosin, DK	8050-09-7	G	NL	390	734
Rubber, crude, hard	9006-04-6	G	NL	350	662
Rubber, synthetic, hard (33% S)	64706-29-2	G	NL	320	608
Safflower meal		G		210	410
Salicylanilide	87-17-2	G	M	610	1130
Sevin	63-25-2	G		140	284
Shale, oil	68308-34-9	F			
Shellac	9000-59-3	G	NL	400	752
Sodium resinate	61790-51-0	G		220	428
Sorbic acid (copper sorbate or potash)	110-44-1	G		460	860
Soy flour	68513-95-1	G		190	374
Soy protein	9010-10-0	G		260	500
Stearic acid, aluminum salt	637-12-7	G		300	572
Stearic acid, zinc salt	557-05-1	G	M	510	950
Styrene modified polyester-glass fiber	100-42-5	G		360	680
Styrene-acrylonitrile (70-30)	9003-54-7	G	NL	500	932
Styrene-butadiene latex (>75% styrene)	903-55-8	G	NL	440	824
Styrene-maleic anhydride copolymer	9011-13-6	G	CL	470	878
Sucrose	57-50-1	G	CL	350	662
Sugar, powdered	57-50-1	G	CL	370	698
Sulfur	7704-34-9	G		220	428
Tantalum	7440-25-7	E		300	572
Terephthalic acid	100-21-0	G	NL	680	1256
Thorium (contains 1.2% O)	7440-29-1	E	CL	270	518
Tin, 96%, atomized (2% Pb)	7440-31-5	E		430	806
Titanium, 99% Ti	7440-32-6	E	CL	330	626
Titanium hydride (95% Ti, 3.8% H)	7704-98-5	E	CL	480	896
Trithiobisdimethylthio-formamide		G		230	446
Tung, kernels, oil-free	8001-20-5	G		240	464
Urea formaldehyde molding compound	9011-05-6	G	NL	460	860
Urea formaldehyde-phenol formaldehyde	25104-55-6	G		240	464
Vanadium, 86.4%	7440-62-2	E		490	914
Vinyl chloride-acrylonitrile copolymer	9003-00-3	G		470	878
Vinyl toluene-acrylonitrile butadiene	76404-69-8	G	NL	530	986
Violet 200 dye		G		175	347
Vitamin B1, mononitrate	59-43-8	G	NL	360	680
Vitamin C	50-81-7	G		280	536
Walnut shell, black		G		220	428
Wheat		G		220	428
Wheat flour	130498-22-5	G		360	680
Wheat gluten, gum	100684-25-1	G	NL	520	968
Wheat starch		G	NL	380	716
Wheat straw		G		220	428
Wood flour		G		260	500
Woodbark, ground		G		250	482
Yeast, torula	68602-94-8	G		260	500
Zirconium hydride	7704-99-6	E		270	518

① The Fahrenheit conversions are rounded to the nearest °F.



## **ANEXO XVII**

### **MODELO DE COMPUTOS Y PRESUPUESTO**

## **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 (Ilum) 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 (Ilum) 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 (Ilum) 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 mm² tipo sintenax-PRYSMIAN(ALIMENTADORES TD1 hasta	m	250	5,4	1350
16	Cable de Cu aislado, c-750 V, 1P, 10mm² tipo sintenax-PRYSMIAN(ALIMENTADOR TDSG)	m	70	3,44	240,8
17	Cable de Cu aislado, c-750 V, 1P, 6 mm² tipo SINTENAX-PRYSMIAN	m	500	1,02	510
18	Cable de Cu aislado, c-750 V, 1P, 4 mm² tipo PIRASTIC-PRYSMIAN	m	1500	0,70	1050
19	Cable de Cu aislado, c-750 V, 1P, 2,5 mm² tipo PIRASTIC-PRYSMIAN	m	250	0,46	115
20	Cable de Cu aislado, c-750 V, 1P, 1,5 mm² 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					
SUBTOTAL (\$usa):				20664,9	

**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 TD5G . 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	Povisión 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) mm², 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) mm², 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) mm², 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) mm², 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) mm², 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 )	m	1.900,00	31,76	60.341,69
2	Provision y montaje Alimentador de Tablero de Medición (TM) a tablero de distribucion (TD1) incluye entub. y cableado con cond (3x35+1x35) mm² long. 30 m	Glb.	1,00	11.192,03	11.192,03
3	Provision y montaje Alimentador de circuitos electricos de Tablero de distribucion a poste incluye entub. y cableado con conductor flexible clase 1kV (2x10+1x6) mm² longitud promedio 100 metros	Ctos.	20,00	7.457,49	149.149,99
4	Provisión y montaje de base de Hº Aº para torre FoGo	Glb.	16,00	1.682,21	26.915,35
5	Provision y montaje de torre metalica de FoGo	Pza.	4,00	49.840,84	199.363,35
6	Provision y Montaje de REFLECTOR HALURO METALICO DE 1000 W incluye soporte y accesorios para montaje	Pza.	40,00	2.763,63	110.545,20
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 )	Glb.	1,00	4.817,31	4.817,31
8	Provision y montaje de pilastra lad. adob. para tablero de medición TM y tablero distribucion TD1	Glb.	1,00	1.825,67	1.825,67
9	Porvision y montaje de caja y accesorios para medidor trifásico CRE con barras de cobre y disyuntor principal trifásico de 80 A	Glb.	1,00	2.088,82	2.088,82
10	Porvision y montaje de camara de inspección eléctricas 60x60x60 cm	Pza.	8,00	859,40	6.875,21
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.	Glb.	5,00	1.223,94	6.119,71
12	Letrero de Obra	Pza.	1,00	2.248,87	2.248,87
13	Transformador trifásico 75 kVA - 13.8/0.22-0.12 kV - 60 Hz	Pza.	1,00	52.907,58	52.907,58
14	Estructura para puesto de transformación VG3-25-1	Gbl.	1,00	3.920,80	3.920,80
15	Estructura de fin de linea VC7-1U	Gbl.	2,00	3.482,63	6.965,26
16	Seccionadores fusibles tipo SlowFast VM5-9	Pza.	3,00	1.724,30	5.172,91
17	Poste de Hormigon clase A	Pza.	1,00	4.721,97	4.721,97
18	Ajustes y pruebas	Glb.	1,00	4.098,35	4.098,35
<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**

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Proyecto : CANCHA DE FUTBOL DE PUERTO QUIJARRO		Moneda : Bs		Fecha: 02/05/2013	
Item: Provision y montaje de polí tubo 1" (incluye cavado y entubado )		Cambio : 6,86		Hoja : 1	
				Unidad : m	

1. MATERIALES					
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	P-U	P-TOTAL
100.010	Politubo de D 1"	m	1,00	15,00	15,00
TOTAL MATERIALES					15,00

2. MANO DE OBRA					
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
SUB TOTAL MANO DE OBRA					5,00

PORCENTAJE DE LA MANO DE OBRA		
Cargos sociales	55	%
		2,75
Impuesto IVA Mano de Obra	14,94	%
		1,16
TOTAL MANO DE OBRA		8,91

3. MAQUINARIA Y EQUIPO					
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	P-U	P-TOTAL
SUB TOTAL MAQ. Y EQUIPO					

PORCENTAJE DE HERRAMIENTAS		
Porcentaje por Herramientas	5	%
		0,45
TOTAL MAQ. EQUIPO Y HERRAMIENTA		0,45

COSTO TOTAL DIRECTO (1+2+3)	24,35	Bs
-----------------------------	-------	----

4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS		
Gastos Generales(% de 1+2+3)	15	%
		3,653

5 UTILIDAD		
Utilidad (% de 1+2+3+4)	10	%
		2,801

6 IMPUESTOS		
Impuestos IT (% de 1+2+3+4+5)	3,09	%
		0,952
COSTO TOTAL UNIT. DEL ITEM (1+2+3+4+5+6)		31,76
		Bs



## **ANEXO XVIII**

### **TABLA CLASIFICACIÓN DE EDIFICACIONES**

## **TITULO IV**

### **NORMAS COMUNES A TODA EDIFICACIÓN**

#### **CAPITULO I**

##### **Clasificación De Edificaciones y Categoría De Ambientes**

**Artículo 441.-Clasificación de las edificaciones según su complejidad** *(Modificado Ley Municipal Autonómica GAMSCS N° 59/2015 – N° 1005/2018.-* 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	Hasta 300,00 m <sup>2</sup> de superficie construida	Hasta 6,50 m equivalente a planta baja y planta alta
3	Mediana	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 equivalente a planta baja y dos niveles (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 dos 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 VERIFICACIÓN DEL PROYECTO ELÉCTRICO 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**

### **MANUAL DEL PERSONAL REVISOR**



# **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**

### **MODELO DE SELLO DE CONFORMIDAD DE LA CIEE**

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