

# EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**VOLÚMEN 5    INSTALACIONES DE SERVICIOS**

**TOMO I            INSTALACION ELÉCTRICA**

---

**REVISIÓN 2022**

**NORMATIVIDAD E INVESTIGACIÓN**



**VOLUMEN 5. INSTALACIONES DE SERVICIO.  
TOMO I. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

**REVISIÓN 2022**

## ÍNDICE.

<b>1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>	6
<b>1.1 SISTEMA ELÉCTRICO</b>	6
<b>2. SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN APLICABLES</b>	7
2.1 Tableros de baja tensión	7
2.2 Interruptores termo magnéticos de baja tensión	10
2.3 Interruptores electromagnéticos de baja tensión	10
2.4 Tableros de baja tensión utilizados como generales	11
2.5 Tableros de baja tensión utilizados como subgenerales	12
<b>3. ALIMENTADORES PRINCIPALES Y SUBALIMENTADORES.</b>	12
3.1 Factor de demanda	13
3.2 Factor de diversidad	13
3.3 Factor de carga	13
3.4 Caídas de voltaje aplicables	14
3.5 Corriente de demanda	14
3.6 Corriente de régimen	14
3.7 Calibre de los conductores	14
3.8 Conductor puesto a tierra del sistema (hilo neutro)	15
3.9 Protección de los circuitos alimentadores	15
3.10 Capacidad de conducción de corriente de conductores aislados	15
3.11 Circuitos derivados de fuerza	15
3.12 Circuitos derivados de fuerza menor	17
3.13 Circuitos derivados en general	17
3.13.1 Código de colores para los conductores de alimentadores y circuitos derivados	18
3.13.2 Limitaciones de tensión de los circuitos derivados	18
3.14 Factor de corriente por temperatura y agrupamiento	19
3.15 Conexión a tierra.	20
3.15.1 Selección mínima de los conductores de puesta a tierra de canalizaciones y equipos.	
<b>4. ILUMINACIÓN</b>	21
<b>4.1 Selección de luminarios</b>	22
<b>5. SIMBOLOGÍA</b>	23
<b>INSTALACIONES ESPECIALES</b>	
<b>5.1. TRANSFORMADORES Y SUBESTACIONES</b>	31
5.1.1 Transformadores	31
5.1.2 Los transformadores se pueden clasificar de diferentes	

	formas, según se muestra en la Tabla No. 1.1	31
5.1.3	La eficiencia de un transformador se define de la misma manera en que está definida para cualquier máquina	31
5.1.4	Los datos necesarios para especificar un transformador son los siguientes	28
5.1.4.1	Número de fases	28
5.1.4.2	Capacidad de KVA	28
5.1.4.3	Frecuencia	28
5.1.4.4	Voltaje	28
5.1.4.5	Aislamiento	28
5.1.4.6	Conexiones internas y externas	28
5.1.4.7	Elevación de temperatura	28
5.1.4.8	Altura de operación	28
5.1.4.9	Medio aislante	28
5.1.4.10	Métodos de enfriamiento	28
5.1.4.11	Características eléctricas	28
5.1.4.12	Características mecánicas	33
5.1.4.13	Equipo complementario	34
5.1.5	Subestaciones	34
5.1.6	Las subestaciones pueden clasificarse por su servicio, en tipo interior y tipo intemperie, o por su construcción en compactas, convencionales y tipo pedestal	34
5.1.7	Para cumplir con su función, las subestaciones constan de las siguientes secciones	
5.1.8	El proyecto de subestaciones debe constar de planos que contengan, como mínimo, lo siguiente	35
5.1.9	Para la especificación de materiales y equipo utilizado en subestaciones, debe indicarse, invariablemente, lo siguiente	35
<b>6.</b>	<b>ACOMETIDAS DE ESCUELAS</b>	<b>36</b>
<b>7.</b>	<b>PROYECTOS DE ACOMETIDAS EN MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN</b>	<b>36</b>
<b>8.</b>	<b>LOCALIZACIÓN DE LA ACOMETIDA</b>	<b>37</b>
<b>9.</b>	<b>INTERCOMUNICACIÓN Y SONIDO</b>	<b>39</b>
<b>10.</b>	<b>TELÉFONOS</b>	<b>39</b>
<b>11.</b>	<b>SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS</b>	<b>39</b>
<b>12.</b>	<b>BOMBAS</b>	<b>42</b>

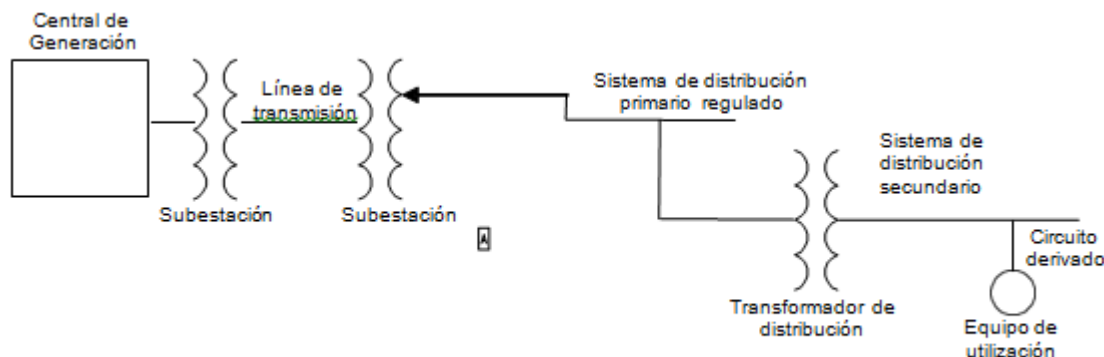
<b>13.</b>	<b>TANQUES DE PRESIÓN</b>	42
<b>14.</b>	<b>MATERIAS PRIMAS</b>	44
<b>15.</b>	<b>GARANTÍA</b>	45
<b>16.</b>	<b>MÉTODO DE PRUEBA</b>	45
<b>17.</b>	<b>MARCADO</b>	45
<b>18.</b>	<b>LA TUBERÍA</b>	45
<b>19.</b>	<b>EL PROYECTO</b>	45

## 1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

El proyecto deberá cumplir como mínimo las especificaciones siguientes de este libro. Además, se deberán observar las consideraciones generales en cada uno de los rubros a considerar.

### 1.1 SISTEMA ELÉCTRICO.

El sistema eléctrico típico para la generación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica está dado por la figura 110-4 de la NOM-001-SEDE-2005. (Ver Figura No. 1.1).



*Figura No. 1.1 Sistema eléctrico.*

- En lo general, el sistema de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica (sistema externo) es competencia exclusiva de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).
- En lo particular, el sistema interno del usuario corresponde a la parte utilitaria de los sistemas eléctricos que se pueden aplicar en centros escolares, el cual se indica en la Figura No. 1.2.
- Comprende usualmente: El sistema de recepción y medición de la energía eléctrica, dispositivo principal de desconexión, dispositivo principal de protección y sistema de distribución primario y secundario (Transformador y Tablero General de Distribución).
- Corresponderá al proyectista eléctrico diseñar y proyectar el equipo de recepción de la energía (subestación en su caso), tablero general, alimentadores, circuitos derivados y protecciones eléctricas calculadas para proteger contra sobrecarga y corto circuito.

## 2. SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN APLICABLES.

Las características, aplicación y diagramas de los sistemas de distribución en baja tensión, se fijan en las Tablas No. 2.1 y 2.2.

### 2.1 TABLEROS DE BAJA TENSIÓN.

En general, tableros e interruptores de B.T. deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Los tableros de distribución de Baja Tensión podrán ser del tipo autosoportado o de montaje en pared de empotrar o sobreponer, con accesorios de medición de BT cuando así lo indique el proyecto, diseñados para operar en 120/240 VCA, 220 y 127 VCA, 220 /480 VCA y 600 VCA, 1F-3 Hilos ó 3F-4 Hilos según se requiera.
- b) Los gabinetes deben ser construidos y armados con lámina de acero rolada en frío, calibre No. 14 USG y perfiles No. 10 USG, todo el gabinete con acabado tropicalizado.
- c) Las barras alimentadoras deben ser de cobre electrolítico, con una densidad de corriente no menor a 1000 Amperios por pulgada cuadrada, montadas en forma vertical, y diseñadas para soportar los esfuerzos mecánicos producidos por las corrientes de corto circuito, conforme a la capacidad interruptiva mayor de los interruptores que se puedan enchufar o atornillar en el tablero proyectado. Este debe contar con una barra neutra de cobre, con una capacidad de conducción entre el 100 al 200 % de las barras alimentadoras y contener zapatas terminales de acuerdo a la capacidad nominal de los interruptores termomagnéticos que se monten en el tablero. Además debe proveerse barra de tierra aislada cuando así se indique en el proyecto, siendo la aislada separada del gabinete metálico con el aislador PKGTAB de Square "D" ó equivalente, conteniendo una zapata terminal por cada interruptor termomagnético adecuada a la capacidad de éste. Además debe proveerse de una barra de conexión a tierra de 25.4 x 6.399 mm. (Continúa en la página no. 10).

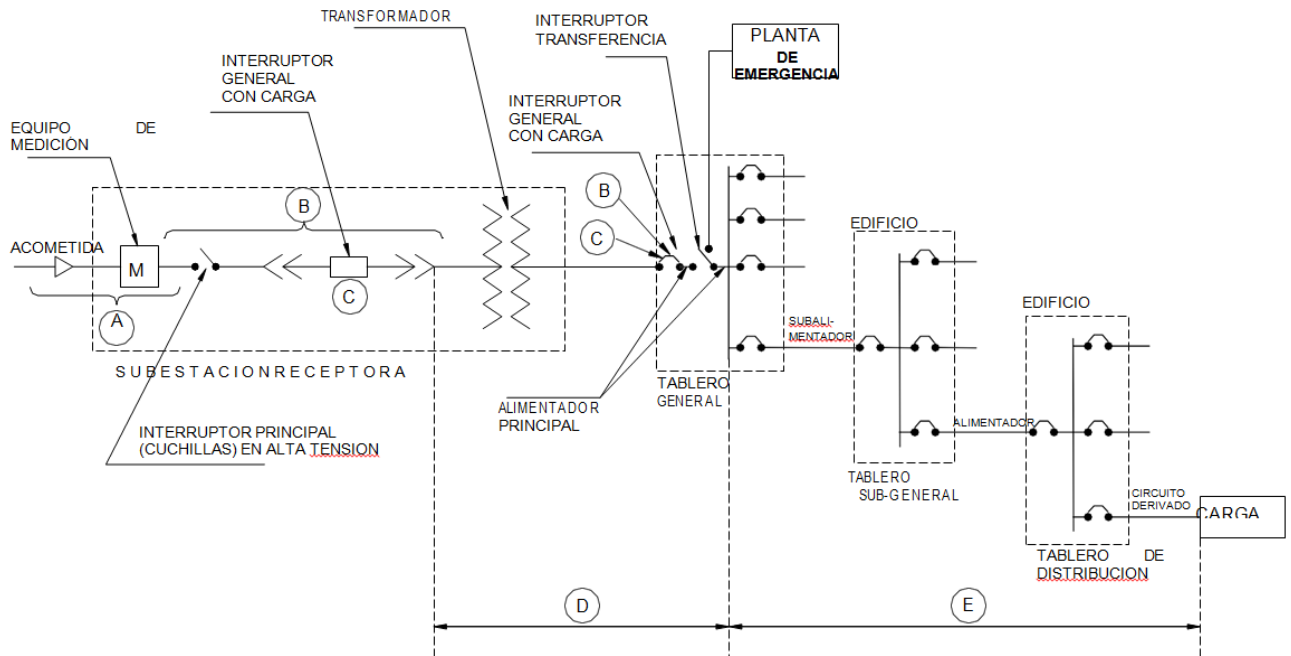


Figura 1.2 Sistema interno del usuario.

- A. DISPOSITIVOS DE RECEPCIÓN DE LA ENERGÍA.
- B. DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE DESCONEXIÓN.
- C. DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE PROTECCIÓN.
- D. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIO.
- E. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIO.

TABLA 2.1 Sistemas de alimentación.

DIAGRAMA	CARACTERÍSTICAS	APLICACIÓN	
<p>A) 1 FASE - 2 HILOS</p>	<p>Monofásico, 1 Fase-2 Hilos-127 volts</p>	<p>Cargas de 0 a 4,000 watts</p>	
	<p>CORRIENTE</p>	<p>SECCIÓN COBRE mm<sup>2</sup></p>	<p>CAÍDA DE VOLTAJE</p>
	$I = \frac{\sqrt{W}}{E_n \times \cos \phi}$	$S = \frac{4 \times L \times I}{e\% \times E_n}$	$e\% = \frac{Z \times I \times L}{5 \times E_n}$
<p>B) 1 FASE - 3 HILOS</p>	<p>Monofásico, 1 Fase-3 Hilos-220/127 volts</p>	<p>Cargas de 4,000 a 8,000 watts. Alumbrado, contactos y fuerza.</p>	
	<p>CORRIENTE</p>	<p>SECCIÓN COBRE mm<sup>2</sup></p>	<p>CAÍDA DE VOLTAJE</p>
	$I = \frac{\sqrt{W}}{2E_n \times \cos \phi}$	$S = \frac{2 \times L \times I}{e\% \times E_n}$	$e\% = \frac{Z \times I \times L}{10 \times E_n} \text{ ; (127V)}$ $e\% = \frac{Z \times I \times L}{5 \times E_f} \text{ ; (220V)}$

Tabla 2.1 Continuación

DIAGRAMA	CARACTERÍSTICAS	APLICACIÓN	
<p>C) 3 FASES - 3 HILOS</p>	<p>Trifásico, 3 Fases-3 Hilos-220 volts</p>	<p>Fuerza</p>	
	<p>Monofásico, 1 Fase-2 Hilos-220 volts</p>	<p>Alumbrado Público</p>	
	<p>CORRIENTE</p>	<p>SECCIÓN COBRE mm<sup>2</sup></p>	<p>CAÍDA DE VOLTAJE</p>
$I = \frac{W}{3 \times E_f \times \cos \phi}$	$S = \frac{2 \times 3 \times L \times I}{e\% \times E_f}$	$e\% = \frac{3 \times Z \times I \times L}{10 \times E_f}$	
<p>D) 3 FASES - 4 HILOS</p>	<p>Trifásico, 3 Fases-4 Hilos-220/127 volts</p>	<p>Cargas de 8,000 watts y mayores Alumbrado, contactos y fuerza.</p>	
	<p>CORRIENTE</p>	<p>SECCIÓN COBRE mm<sup>2</sup></p>	<p>CAÍDA DE VOLTAJE</p>
	$I = \frac{W}{3 \times E_n \times \cos \phi}$	$S = \frac{2 \times 3 \times L \times I}{e\% \times E_f}$ $S = \frac{2 \times L \times I}{e\% \times E_n}$	$e\% = \frac{3 \times Z \times I \times L}{10 \times E_f}$
<p>En donde:</p>	<p>W = carga en watts I = corriente en amperios En = voltaje al neutro Ef = voltaje entre fases</p>	<p>cos φ = factor de potencia L = longitud del alimentador en metros e% = caída de voltaje en % S = sección de cobre en mm<sup>2</sup> Z = impedancia del conductor en ohms/km</p>	

Tabla 2.2 Sistema de bajo voltaje autónomo

DIAGRAMA	CARACTERÍSTICAS	APLICACIÓN
	120 V.C.A./24 V.C.D. 1 fase, 2 hilos	Sistemas de fuentes de poder para conmutadores telefónicos, señales audibles y sonoras.
	120 V, 2 hilos	Alumbrado de emergencia con unidades independientes recargables. Señales audibles y sonoras.
	120 V, 2 hilos	Alumbrado de emergencia con sistema de baterías central.

todas las barras deberán estar aisladas con una cubierta de P.V.C., inclusive la barra de tierra física.

d) Todos los instrumentos indicadores deberán estar localizados a una altura no mayor de 2 metros de la base del tablero, así como los dispositivos que se operen manualmente, no deben instalarse a mas de 1.70 metros a centros respecto a la base del tablero, según Norma NMX-J- 18-1996. El gabinete debe conectarse a un sistema de tierras, cuya resistencia no sea mayor de 10 Ohms.

## 2.2 INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS DE BAJA TENSIÓN.

Todos los interruptores podrán ser del tipo atornillable o enchufable según indique el proyecto. Así mismo, ser de la capacidad nominal en amperios requerida y contar con zapatas adecuadas para recibir calibres de conductores, cuya conducción de corriente sea acorde con la del interruptor. Estos deberán ser capaces de operar bajo corriente de corto circuito instantánea (Elemento magnético Instantáneo) y sobrecarga (Elemento térmico del tipo con retardo de tiempo).

## 2.3 INTERRUPTORES ELECTROMAGNÉTICOS DE BAJA TENSIÓN.

Los interruptores de Baja Tensión tipo electromagnético, deberán contar

con dispositivos de protección de disparo por sobrecarga (tiempo diferido) y corriente instantánea (corto circuito), con relevador de disparo y bobina de protección por fase fuera (no-voltaje). Con mecanismo de acción rápida para abrir o cerrar el interruptor, así como los herrajes y zapatas requeridas de acuerdo a la tensión y rango en amperios, de cada interruptor en particular.

## **2.4 TABLEROS DE BAJA TENSIÓN UTILIZADOS COMO GENERALES.**

Estos podrán ser del tipo I-LINE de Square D” ó equivalente, del tipo de montaje en pared, Nema 1 ó Nema 3R de acuerdo a las condiciones de su instalación, con sistema de medición integrada ó sin ella según indique el proyecto, de zapatas principales ó con interruptor general según necesidades, capacidad máxima de 1200 amperios nominales, 3 fases - 4 hilos, 600 VCA, 65000 amperios de capacidad interruptiva, tamaños 1, 2 ó 3 según se requiera, adecuado para recibir interruptores termomagnéticos de 1,2 ó 3 polos de 15 a 100 A, de 2 ó 3 polos de 125 a 400 A y 2 ó 3 polos desde 300 A a 800

A. Los incisos siguientes dan las especificaciones mínimas que deberán cumplir los tableros generales, pudiendo utilizar también las indicadas en el inciso 2.5 para este propósito.

a) Los gabinetes deben ser contruidos y armados con lámina de acero rolada en frío, calibre No. 14 U.S.G., para sobreponer en muro. Todo el gabinete acabado tropicalizado.

b) Las barras alimentadoras deben ser de cobre electrolítico, con una densidad de 1000 Amperios por pulgada cuadrada. En posición vertical, debe contar con una barra neutra de cobre, con una capacidad de conducción del 100% respecto de las barras alimentadoras, conteniendo una zapata terminal por cada interruptor termomagnético de acuerdo a la capacidad de éste. Además debe de proveerse de una barra de alimentación a tierra, de al menos el 25% de las barras alimentadoras. Todas las barras deberán estar aisladas, inclusive la barra de alimentación a tierra.

c) Todos los interruptores serán del tipo atornillable. Asimismo, debe contar con zapatas tipo atornillable, de capacidad adecuada para la conexión de los conductores alimentadores.

## 2.5 TABLEROS DE BAJA TENSIÓN UTILIZADOS COMO SUBGENERALES.

Estos comúnmente se instalarán como subderivados y alimentados desde Tableros Generales ya descritos en el punto 2.4 útiles para distribuir circuitos alimentadores y derivados de alumbrado, contactos, fuerza y aire acondicionado al interior de los edificios. Estos podrán ser de línea comercial "Square D" ó equivalente del tipo " QO" "QOD" "NQ" "NQOD" Clase 1630 ó NF Clase 1670, Nema 1 ó Nema 3R, de sobreponer o empotrar según se requiera, 1F-3 Hilos ó 3F-4 Hilos, 120/240, 220 Y/ 127 y 240/480 VCA, con capacidades nominales desde 100 A hasta 600 A y capacidades interruptivas desde 10 KA hasta 200 KA, según capacidad nominal del interruptor principal. Usualmente deberán contar con barra neutra y barras de tierra y de tierra aislada, cuando así lo requiera el proyecto.

- a) Los gabinetes deben ser construidos y armados con lámina de acero rolada en frío, Calibre No. 14 U.S.G., para sobreponer en muro. Todo el gabinete acabado tropicalizado.
- b) Las barras alimentadoras deben ser de cobre electrolítico, colocadas en posición vertical, con una barra neutra de cobre, con una capacidad de conducción del 100% respecto de la capacidad de las barras alimentadoras. Todas las barras deberán estar aisladas, inclusive la barra de conexión a tierra.
- c) Los interruptores podrán ser del tipo atornillable o enchufable, según se requiera.

## 3. ALIMENTADORES PRINCIPALES Y SUBALIMENTADORES.

Los alimentadores principales , comprenderán los de entrada de acometida a la escuela de que se trate y los subalimentadores comprenderán los que salen del tablero de baja tensión ubicado en la subestación eléctrica ó bien los que se derivan del tablero ubicado en el murete de acometida, esto cuando la misma se haga directamente en BT .

En el caso de los alimentadores de entrada de acometida a la escuela, estos por lo general son calculados e instalados por Cía. Suministradora de acuerdo a sus propios métodos para estimar la demanda máxima aplicable,

pero en el caso de los subalimentadores a los edificios, estos deberán ser calculados al 100% de su carga instalada, pudiéndose aplicar en caso necesario, el método opcional para la estimación de la demanda en base a la carga conectada en VA/m<sup>2</sup> del edificio de que se trate.

A continuación se muestra la tabla 3.1 Método opcional para calcular los factores de demanda de los conductores de alimentadores y de entrada de acometidas en escuelas.

Tabla 3.1 Método opcional para calcular los factores de demanda de los conductores de alimentadores y de entrada de acometidas en escuelas.

Carga conectada en VA/m <sup>2</sup>	Factor de demanda por ciento
Los primeros 30	100
Desde 30 hasta 200	75
Mas de 200	25

### **3.1 FACTOR DE DEMANDA.**

Será la relación entre la demanda máxima del sistema o parte de él, y la carga total instalada de todo el sistema o parte de él, y tendrá como valor máximo la unidad.

### **3.2 FACTOR DE DIVERSIDAD.**

Será la relación entre la suma de las demandas máximas individuales de las partes del sistema y la demanda máxima del sistema. La determinación del factor de diversidad estará basado en las características de la carga y el ciclo de operación, para cada caso específico. Será siempre mayor que la unidad; para cargas de alumbrado podrá considerarse entre 1.10 y 1.50 y para cargas de alumbrado y fuerza combinadas estará entre 1.50 y 2.00, aunque puede llegar a ser mayor.

### **3.3 FACTOR DE CARGA.**

Será la relación entre la carga promedio en un intervalo de tiempo y la

carga máxima durante el mismo intervalo.

### **3.4 CAÍDAS DE VOLTAJE APLICABLES.**

La caída de voltaje de los circuitos alimentadores deberá ser como máximo del 5% entre la fuente principal de abastecimiento (Transformador o Murete de Acometida) y el punto mas lejano de la instalación, repartiéndola en forma equitativa entre el alimentador principal y los circuitos derivados en los edificios, sin que individualmente sobrepasen el 3% cada uno.

### **3.5 CORRIENTE DE DEMANDA.**

Será la que resulte de calcular la corriente en el alimentador, con la carga total conectada en KW y afectada esta, por el factor de demanda correspondiente.

### **3.6 CORRIENTE DE RÉGIMEN.**

Será la corriente total calculada al 100% de la carga instalada.

### **3.7 CALIBRE DE LOS CONDUCTORES.**

Los conductores se diseñarán para el mayor calibre que resulte de:

- a) El cálculo de la sección transversal necesaria, en mm<sup>2</sup> de cobre, para no exceder la caída de tensión permitida, utilizando la corriente de régimen al 100%.
- b) La verificación del calibre seleccionado, aplicando los factores de corrección por agrupamiento y temperatura correspondientes y confrontando su capacidad demeritada contra la corriente de régimen del circuito.
- c) Verificación de la capacidad de conducción del calibre seleccionado finalmente, contra corriente de régimen y protección del circuito.
- d) Verificación de la caída de voltaje por impedancia (resistencia y reactancia) del calibre seleccionado.

### **3.8 CONDUCTOR PUESTO A TIERRA DEL SISTEMA (HILO NEUTRO).**

La capacidad de conducción del hilo neutro estará, en función de las corrientes de desbalance y de las corrientes indeseables que pudieran circular por el mismo, provocadas estas por las terceras armónicas que pueden generarse por cargas no-lineales tales como las luminarias fluorescentes y las computadoras. En este sentido el hilo neutro para un sistema de 1 Fase-3 hilos debería diseñarse como mínimo con el 1.42 veces la corriente de línea de cualquiera de las fases y en un sistema de 3 fases-4 hilos como mínimo el 100% de la corriente

máxima de línea a neutro de cualquiera de las fases, siendo aceptable utilizar el mismo calibre para fases y neutro. Por lo tanto no es admisible la disminución del neutro en ninguno de los casos.

### **3.9 PROTECCIÓN DE LOS CIRCUITOS ALIMENTADORES.**

La capacidad de las protecciones eléctricas para los propios circuitos y los conductores de los mismos, estará en función de lo que dicten las NTIE, particularmente en los artículos 220-10 inciso b) y en el 240-3, siempre tomando en consideración, que los conductores deberán protegerse contra sobrecorriente según su capacidad de conducción, siendo aceptable para el INIFED una protección mínima del 125% de la corriente de régimen de la carga calculada al 100% y tratándose de circuitos derivados de 15 y 20 A, estos se protegerán y diseñarán conforme a 210-24 de NTIE (Requisitos para circuitos derivados)

### **3.10 CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE DE CONDUCTORES AISLADOS.**

Las capacidades nominales de conducción de corriente de los conductores en sus diferentes tipos están indicadas en la tabla 3.2 siguiente.

### **3.11 CIRCUITOS DERIVADOS DE FUERZA.**

Serán los conductores derivados de los tableros que alimentan en forma individual o en grupo a motores y cargas de fuerza. Para un sólo motor, los conductores deberán tener capacidad no menor al 125% de la

corriente nominal del motor a plena carga. Si éste opera en forma intermitente, los conductores deberán tener una capacidad de corriente de acuerdo a la tabla 430-22(a) de la NOM-001-SEDE-2005 (Ver Tabla No. 3.3).

a) Para varios motores en un circuito, los conductores deberán tener una capacidad de conducción de corriente igual a la suma de las corrientes nominales de todos los motores en plena carga, más el 125% de la corriente nominal del motor mayor.

*Tabla 3.2 Capacidad de conducción de corriente en amperes de conductores aislados de 0 a 2000 V, 60°C a 90°C. No más de 3 conductores activos en una canalización, cable o directamente enterrados y para una temperatura ambiente de 30°C.*

Tamaño Nominal mm <sup>2</sup>	Temperatura nominal del conductor						Tamaño Nominal AWGkcmil
	60° C	75° C	90° C	60° C	75° C	90° C	
	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS	
	TW * TWD* CCE TWD- UV	RHW *, THW *, THHW *, THW-LS, THWN *, XHHW *, TT	RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THHW-LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2	UF *	RHW * XHHW * BM- AL	RHW-2, XHHW, XHHW-2, DRS	
	Cobre			Aluminio			
0.8235	---	---	14	----	---	-	18
1.307	---	---	18	----	---	-	16
2.082	20 *	20*	25*	----	---	-	14
3.307	25 *	25*	30*	----	---	-	12
5.26	30	35*	40*	----	---	-	10
8.367	40	50	55	----	---	-	8
13.30	55	65	75	40	50	60	6
21.15	70	85	95	55	65	75	4
26.67	85	100	110	65	75	85	3
33.62	95	115	130	75	90	100	2
42.41	110	130	150	85	100	115	1
53.48	125	150	170	100	120	135	1/0
67.43	145	175	195	115	135	150	2/0
85.01	165	200	225	130	155	175	3/0
107.20	195	230	260	150	180	205	4/0
126.67	245	255	290	170	205	230	250
152.01	240	285	320	190	230	255	300
177.34	260	310	350	210	250	280	350
202.68	280	335	380	225	270	305	400
253.35	320	380	430	260	310	350	500
304.02	355	420	475	285	340	385	600
354.69	385	460	520	310	375	420	700
380.03	400	475	535	320	385	435	750
405.37	410	490	555	330	395	450	800
456.04	435	520	585	355	425	480	900
506.71	455	545	615	375	445	500	1000
633.39	495	590	665	405	485	545	1250
760.07	520	625	705	435	520	585	1500
886.74	545	650	735	455	545	615	1750
1013.32	560	665	750	470	560	630	2000

b) Para cargas combinadas de motores y otras cargas, los conductores deberán tener una capacidad de conducción de corriente igual a la suma de las corrientes nominales de todos los motores, más el 125% de la

corriente nominal del motor mayor del grupo, más la corriente nominal de las otras cargas. Si todas estas cargas son continuas, la capacidad del circuito derivado no debe ser menor que la suma de la carga no continua, más el 125% de la carga continua.

Tabla 3.3 Por ciento para determinar el tamaño nominal de los alimentadores a motores de acuerdo con el régimen de trabajo.

Clasificación del servicio	Porcentaje de la corriente nominal indicada en la placa			
	Régimen de trabajo del motor			
	5 minutos	15 minutos	30 y 60 minutos	Servicio continuo
De corto tiempo: Accionamiento de válvulas, ascenso y descenso de rodillos.	110	120	150	-
Servicio intermitente: Ascensores y montacargas, máquinas herramientas, bombas y puentes levadizos, mesas giratorias, etc. Para soldadoras de arco ver Tabla No. 133	85	85	90	140
Servicio Periódico: Rodillos, equipos para manejo de minerales y carbón, etc.	85	90	95	140
Trabajo Variable	110	120	150	200

\* Cualquier Motor debe considerarse en trabajo continuo, a menos que la naturaleza del aparato eléctrico que accione, no trabaje continuamente con carga bajo ninguna condición durante su operación.

Tabla 3.4. Capacidad de conducción de corriente de los conductores de entrada de soldadoras.

Tipo		Ciclo de Trabajo								
		100	90	80	70	60	50	40	30	20 o menos
Soldadoras de arco tipo motor-generador	Por ciento	1.00	0.96	0.91	0.86	0.81	0.75	0.69	0.62	0.55
	Factor	1.00	0.96	0.91	0.86	0.81	0.75	0.69	0.62	0.55
Soldadoras por resistencia	Por ciento	50	40	30	25	20	15	10	7.5	5 o menos
	Factor	0.71	0.63	0.55	0.50	0.45	0.39	0.32	0.27	0.22

### 3.12 CIRCUITOS DERIVADOS DE FUERZA MENOR.

Serán los circuitos derivados de los tableros de alumbrado que alimentan cargas eléctricas de aparatos y máquinas pequeñas, conectadas por medio de cordón y clavija. Los conductores del circuito derivado deberán tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la capacidad nominal del circuito clasificado como de 15 o 20 Amps., según las protecciones correspondientes para cada uno de ellos.

Sólo se utilizarán circuitos de capacidad nominal de 30 Amps para contactos tipo twist-lock, tipo pesado, monofásicos o trifásicos o, en su caso, circuitos de alumbrado de descarga de gas con portalámparas, del tipo pesado.

### 3.13 CIRCUITOS DERIVADOS EN GENERAL.

Estos se clasifican de acuerdo con la capacidad o ajuste de su dispositivo de protección contra sobrecorriente, el cual determina la capacidad nominal del circuito, aunque por alguna razón, se utilicen conductores de una capacidad mayor. Estos circuitos deberán ser de 15, 20, 30, 40 y 50 Amps. Los circuitos mayores de 50 Amps únicamente serán para cargas que no sean de alumbrado y que aseguren que la supervisión y mantenimiento se

efectuará por personal calificado.

### **3.13.1 Código de colores para los conductores de alimentadores y circuitos derivados.**

El conductor puesto a tierra de un circuito derivado que usualmente es el hilo neutro de un sistema de 3F-4Hilos o 1F-3 Hilos, deberá estar identificado con un color blanco o gris natural. El conductor de puesta a tierra de equipos de un circuito derivado, ya sea de alumbrado o de contactos, y siempre que no sea desnudo, deberá identificarse con un color verde continuo o verde con una o más franjas amarillas, longitudinales al conductor. Los demás hilos activos de cualquier circuito podrán ser de otro color, diferente a los mencionados.

Los conductores activos de cualquier circuito, deberán ser para un sistema trifásico a 220 Volts de color negro, rojo y azul respectivamente.

### **3.13.2 Limitaciones de tensión de los circuitos derivados.**

- a) Por razones de ocupación en las escuelas, el INIFED establece que el voltaje de utilización no debe superar los 127 volts nominales entre conductores (Artículo 210-6 de NTIE como sigue:
  - 1) Elementos de alumbrado.
  - 2) Cargas de 1440 VA nominales (1296 watts) o menos.
  - 3) Cargas de motores de  $\frac{1}{4}$  de CP (187 watts) ó menores conectados con cordón y clavija.
- b) Por razones de voltaje no mayores a 127 volts, entre conductores, se permite que se suministre energía eléctrica a:
  - 4) Terminales de portalámparas dentro de los 127 volts máximo.
  - 5) Equipos auxiliares de lámparas de descarga (Balastos).
  - 6) Cualquier equipo de utilización que se conecte con cordón y clavija o en forma permanente.
- c) Voltaje de 277 volts a tierra.  
Se permitirá por el INIFED que los circuitos que superen los 127 volts entre conductores, pero no los 277 volts nominales a tierra (Circuitos de alumbrado y otros), alimenten lo siguiente:
  - 7) luminarios de descarga eléctrica autorizados.
  - 8) Luminarios incandescentes aprobados, de casquillo roscado base mogul, alimentados por medio de autotransformadores integrados a la unidad y conectada la parte roscada del casquillo al conductor puesto a tierra del circuito que los alimente.
  - 9) Equipo auxiliar de lámparas de descarga (Balastos).
  - 10) Equipo de utilización conectado en forma permanente con contactos

y clavijas tipo Twist Lock..

### 3.14 FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA Y AGRUPAMIENTO.

Una vez que se calculen y seleccionen los calibres de los conductores de los alimentadores de los circuitos a instalar, estos factores decrementales deberán aplicarse a las ampacidades nominales de los mismos (Capacidad de conducción de corriente) que se encuentran en la tabla 3.2 escrita en esta norma (310.16 de las NTIE).

El factor de corrección de temperatura a considerar, es el correspondiente a la temperatura de cálculo recomendable para el verano del lugar donde se vaya a construir la instalación y se puede tomar de la Tabla 3.5 adjunta. Los factores decrementales por agrupamiento y temperatura se pueden consultar en la Tabla 3.6 también anexa.

Una vez seleccionados los factores correspondientes, estos deberán aplicarse a la capacidad del calibre seleccionado y el resultado verificarse, para determinar si puede conducir la corriente de régimen y hacer operar con seguridad la protección correspondiente.

En los incisos, del a) al e), se indica el procedimiento general para la corrección correspondiente.

a) Factores de Corrección por Agrupamiento ( $F_a$ ). Los factores de corrección por agrupamiento se aplican multiplicando los valores nominales de conducción de corriente del calibre seleccionado en la Tabla No. 3.2, por el respectivo factor decremental de la Tabla No. 3.6, según el número de conductores activos en un ducto eléctrico.

b) Los factores de corrección por temperatura y agrupamiento se aplicarán bajo ciertos criterios normativos, tal que para calibres del No. 14 al No. 1 AWG, deberá determinarse la capacidad de conducción de corriente nominal de los conductores en la columna correspondiente a una temperatura de operación de 60°C, en la Tabla No. 3.2.

c) Para calibres 1/0 AWG en adelante deberá determinarse la capacidad de corriente nominal de los conductores en la columna correspondiente a una temperatura de 75°C, en la Tabla No. 3.2.

d) Corriente en decremento. Esta se determinará considerando, que para efectos de agrupamiento, el hilo de tierra no es activo, tomando en cuenta como activo el hilo neutro en cargas no lineales, tales como el alumbrado fluorescente y cargas de cómputo.

e) La relación correspondiente para determinar la corriente en decremento será:

$$I = I \text{ nominal} \times Ft \times Fa = \text{Amperios}$$

Siendo esta la capacidad de conducción de los conductores.

Tabla 3.5 Factores de corrección por temperatura.

Temperatura ambiente	Para temperatura ambiente diferente de 30°C, multiplique las capacidades de corriente de la Tabla No. 131 por el factor de corrección correspondiente:					
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
°C	C O B R E			ALUMINIO o ALUMINIO CUBIERTO DE COBRE		
21 - 25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04
26 - 30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
31 - 35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96
36 - 40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91
41 - 45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87
46 - 50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82
51 - 55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76
56 - 60	-----	0.58	0.71	-----	0.58	0.71
61 - 70	-----	0.33	0.58	-----	0.33	0.58
71 - 80	-----	-----	0.41	-----	-----	0.41

Tabla 3.6 Factores de corrección por agrupamiento.

Número de conductores que llevan corriente	Factores de corrección por agrupamiento
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
41 y más	0.35

### 3.15 Conexión a tierra.

En general la conexión a tierra de las instalaciones eléctricas en centros escolares, deberá contemplar lo indicado por el artículo 250 de la NOM-001-SEDE-2005, en lo que corresponda.

#### 3.15.1 Sección mínima de los conductores de puesta a tierra de canalizaciones y equipos.

Invariablemente deberá aplicarse la Tabla No. 3.7, para determinar el calibre del conductor de tierra, de acuerdo a la capacidad o ajuste del dispositivo de protección

contra sobre corriente del circuito involucrado, colocado antes de equipos y

Tabla 3.7 sección transversal mínima de los conductores de puesta a tierra para canalización y equipos.

Capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc.  (A)	Tamaño nominal mm <sup>2</sup> (AWG o kcmil)	
	Cable de Cobre	Cable de aluminio
15	2.082 (14)	-
20	3.307 (12)	-
30	5.26 (10)	-
40	5.26 (10)	-
60	5.26 (10)	-
100	8.367 (8)	13.3 (6)
200	13.3 (6)	21.15 (4)
300	21.15 (4)	33.62 (2)
400	33.62 (2)	42.41 (1)
500	33.62 (2)	53.48 (1/0)
600	42.41 (1)	67.43 (2/0)
800	53.48 (1/0)	85.01 (3/0)
1000	67.43 (2/0)	107.2 (4/0)
1200	85.01 (3/0)	126.7 (250)
1600	107.2 (4/0)	177.3 (350)
2000	126.7 (250)	202.7 (400)
2500	177.3 (350)	304 (600)
3000	202.7 (400)	304 (600)
4000	253.4 (500)	405.37 (800)
5000	354.7 (700)	608 (1200)
6000	405.37 (800)	608 (1200)

#### 4. ILUMINACIÓN.

Los cálculos del alumbrado artificial en las escuelas, deben ser realizados por especialistas y consultar en todos los casos los niveles de iluminación mínimos para cada nivel educativo establecidos por el INIFED como sigue:

Aulas de Jardines de niño.....	175.....luxes
Aulas de Primaria.....	250.....luxes
Aulas de Secundaria y nivel medio.....	350..... luxes
Aulas nivel medio y superior.....	400-500... luxes
Talleres y Laboratorios.....	350-600.....luxes
Bibliotecas	600.....luxes
Aulas de Computo.....	.350-400... luxes
Oficinas en general.....	350-500... luxes
Cafeterías.....	300 luxes
Sanitarios.....	200 luxes

Circulaciones.....	200.....	luxes
Alumbrado Exterior.....	10	luxes
Estacionamientos.....	20	luxes
Casa de Maquinas.....	300	luxes
Locales no Específicos.....	350	luxes

La unidad del nivel de iluminación es el lux (lx); se logra de la incidencia ortogonal de un lumen sobre un metro cuadrado:

$$F(lx) = \frac{\phi (\text{flujo luminoso en lúmenes})}{A (\text{superficie en m}^2)}$$

#### 4.1 SELECCIÓN DE LUMINARIOS.

Para seleccionar el equipo de iluminación se deberán tener en cuenta los factores siguientes:

- Calidad de la luz; uniformidad, color, contraste y brillantez.
- Cantidad de luz: nivel de iluminación en el plano horizontal de trabajo de acuerdo con el uso del local.
- Características del sistema eléctrico: volts, fases y frecuencia.
- Atmósfera: limpia, polvosa, peligrosa, húmeda o corrosiva.
- Tipo de servicio: interior, exterior y temperatura ambiente.
- Cualquier Equipo de iluminación que se especifique en proyecto ó sea adquirido por los contratistas mediante requerimientos y especificaciones del INIFED, deberá contemplar primordialmente lo relativo a su fabricación y lo que indiquen para los mismos las NTIE y contar con el protocolo de autorización del producto de parte de la Secretaría de Economía, presentando estos al INIFED en caso de así requerirlo, para la autorización de su instalación, sin menoscabo de cumplir con la normatividad en materia de ahorro de energía dictado por la Norma HOM-007- ENER-2004, conforme a la tabla 4.1 siguiente:

Tabla 4.1. Densidad de potencia eléctrica. (W)










TIPO DE EDIFICIO	ALUMBRADO INTERIOR	ALUMBRADO EXTERIOR
Oficinas	16.0	1.8
Escuelas	16.0	1.8
Hospitales	14.5	1.8
Hoteles	18.0	1.8
Restaurantes	15.0	1.8
Comercios	19.0	1.8
Bodegas o áreas de almacenamiento.*	8.0	-
Estacionamientos interiores.*	2.0	-












- Sólo áreas que formen parte de los edificios cubiertos por esta Norma.




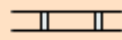

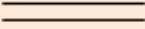







## 5 SIMBOLOGÍA.










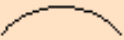


En los proyectos de las instalaciones eléctricas, se deberá utilizar la simbología de la **Tabla 4.2**.


**Tabla 4.2**












<b>SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA DE EDIFICIOS</b>	
	Luminario fluorescente de empotrar de 3x32 watts, lámpara de 32 watts TL80 arranque rápido, bulbo T8, base G13, F32t8/ADV841, 4100'k, 3100 lúmenes, gabinete de 1,22x0.60m de lámina de acero calibre 22 mínimo de espesor grado K23, operado con balastro electrónico de 3x32 watts 127 volts de AFP con 98% mínimo de eficiencia.
	Luminario fluorescente de empotrar de 2x32 watts, lámpara de 32 watts TL80 arranque rápido, bulbo T8, base G13, F32t8/ADV841, 4100 K, 3100 lúmenes, gabinete de 1.22x0.60m, de lámina de acero calibre 22 USG en acabado poliéster con difusor de acrílico prismático de 3mm mínimo de espesor grado K23, operado con balastro electrónico de 2 x32 watts 127volts de AFP con 98% mínimo de eficiencia.
	Luminario fluorescente de empotrar, de 2x32 watts, lámpara de 32 watts u-bent TL80 arranque rápido, bulbo T8, base G13, FB31/T8TL841/6, 4100 K, 2800 lúmenes, gabinete de 0.60x0.60m de lámina de acero calibre 22 USG en acabado poliéster con difusor de acrílico prismático de 3mm mínimo de espesor grado K23, operado con balastro electrónico de 2x32 watts 127 volts de AFP con 98% mínimo de eficiencia
	Luminario fluorescente de empotrar, de 2x17 watts, lámpara de 17 watts u-bent TL80 arranque rápido, bulbo T8, base G13, F17T8/TL841, 4100 k, lúmenes, gabinete de 0.60x0.60m de lámina de acero calibre 22 USG en acabado poliéster con difusor de acrílico prismático de 3mm mínimo de espesor grado K23, operado con balastro Electrónico de 2x32 watts 127 volts de AFP con 98% mínimo de eficiencia
	Luminario fluorescente de sobreponer de 2x32 watts, lámpara de 32 watts u-bent TL80 arranque rápido, bulbo T8, base G13, FB31/T8/TL841/6, 4100 K, 2800 lúmenes, gabinete de 0.60x0.60m, de lámina de acero calibre 22 USG en acabado poliéster con difusor de acrílico prismático de 3mm mínimo de espesor grado K23, operado con balastro electrónico de 2x32 watts 127 volts de AFP con 98% mínimo de eficiencia
	Luminario fluorescente de sobreponer de 2x17 watts, lámpara de 17 watts u-bent TL80 arranque rápido, bulbo T8, base G13, F17T8/TL841, 4100 K, 1400 lúmenes, gabinete de 0.60x0.60m, de lámina de acero calibre 22 USG en acabado poliéster con difusor de acrílico prismático de 3mm mínimo de espesor grado K23, operado con balastro Electrónico de 2x17 watts 127 volts de AFP con 98% mínimo de eficiencia.
	Luminario fluorescente de sobreponer de 2x26 watts, lámpara de 26 watts arranque rápido, bulbo PLC, base G24D-3, PL-C26W840/P2.4000 K, 1800 lúmenes, gabinete de 0.30x0.30m, de lámina de acero calibre 22 USG en acabado poliéster con difusor de acrílico prismático envolvente de 3mm mínimo de espesor grado K23, con reflector interno de aluminio, operado con balastro electrónico de 2x26 watts 127 volts de AFP con 98% mínimo de eficiencia.
	Luminario fluorescente de empotrar de 2x32 watts, lámpara de 32 watts TL80 arranque rápido, bulbo T8, base G13, F32T8/ADV841, 4100 K, 3100 lúmenes, gabinete de 1.22X0.30m, de lámina de acero calibre 22 USG en acabado poliéster con difusor de acrílico prismático de 3mm mínimo de espesor grado K23, operado con balastro Electrónico de 2x32 watts 127 volts de AFP con 98% mínimo de eficiencia.
	Luminaria fluorescente de sobreponer de 2x32 watts, lámpara de 32 watts TL80 arranque rápido, bulbo T8, base G13, F32T8/ADV841, 4100 K, 3100 lúmenes poliéster con difusor de acrílico prismático de 3 mm, USG en acabado poliéster con difusor de acrílico prismático de 3 mm mínimo de espesor grado k23, operado con balastro electrónico de 2x32 watts 127 volts de AFP CON 98% mínimo de eficiencia.

	Arbotante incandescente de 75 watts
	Lámpara tipo sport R-20 ó par 20 de 50 watts-127 volts
	Luminario para sobreponer en losa, con cuerpo de fundición de aluminio, guarda metálica y cubierta de cristal, foco de 100 W-A19.CAT. ELMSA serie 500-ARB ó equivalente.
	Apagador sencillo 1P -1T, 10 <sup>a</sup> -125 volts con placa metálica del numero de ventanas según requiera h=1.20m
	Apagador de escalera 1P-2T, 10 <sup>a</sup> -125 volts (3 vías). H=1.20m
	Apagador sencillo 1P-1T, 10 <sup>a</sup> -125 VOLTS, MS1002-HC con marco para cancelaría MS8312-HC de lunare "SD" ó equivalente. H=1.20m.
	Motor Eléctrico
	Arrancador magnético a tensión plena clase 8536.
	Interruptor termomagnético nema 1, en gabinete propio de empotrar ó sobreponer, según se indique, número de polos y capacidad indicada en amperios.
	Regulador de voltaje tipo acondicionador de línea, voltaje nominal entrada 120/208 volts =15%, salida 120/208 =3% con todos los accesorios normales, numero de fases y capacidad indicada en KVA.
	Conexión a tierra.

	Interruptor termomagnético "N" de polos y capacidad indicada en amperios
	Ducto cuadrado embisagrado aéreo de dimensiones indicadas.
	Ducto de charola de aluminio de 22.60cm de ancho, oculto en plafond.
	Charola metálica de distribución de 20cm de ancho y 66mm de peralte en tramos de 3 metros MG-51-233 con 2 varillas roscadas de 13mm ø, 2 clips "U" taqueteados en losa y un juego de 4 rondanas y 4 tuercas de 13mm ø galvanizadas por trapecio, deberá ir oculta en plafond.
	Charola de aluminio de 9" de ancho (22.8cm) de 3" de profundidad (76mm, espacio entre travesaños de 6" (15cm) semejante a cat. Ch-0906 de Coss Line.
	Ducto canal de PVC sobrepuesto en muro, 5400TB y 5500BD3 de Wiremold equivalente
	Canal de PVC de 43x133mm 5400TB Wiremold ó equivalente, montado en muro.
	Canal prefabricado integrado a mesa de computo (diseño especial, según requiera).
	Canastilla metálica de 75x150mm (profundidad y ancho), en plafond, serie WB de Wiremold ó similar. Cat, WB10PRD306, tramo de 3m de longitud suspendidos de la losa con soportes de trapecio WB-6-TCRH y varillas roscadas de 1/4" (6.4mm).
	Ducto canal perimetral de PVC 3 vías, dos para datos y una para electricidad. Base de 5 1/4" x 1 7/16" 133x43mm) 5400TB y cubierta 5400C Wiremold.
	Salida para bocina en muro y/o plafond.
	Caja para micrófonos en piso. (Según requiera).
	Caja para sonido en muro H=0.60m.

	<p>Salida para señales de TV cable /antena comunitaria en muro, caja de 12x12x5.7cm placa y conectores, según requiera, H=2.00m.</p>
	<p>Salida para bocina tipo columna. H=2.20m</p>
	<p>Salida para micrófono en muro caja 10x10x3.8cm (16x21Ø) Y placa según requiera</p>
	<p>Salida de sonido para ampliación y/o tórnamela.. Caja 10x10x3.8cm (16x21Ø) Y placa según requiera.</p>
	<p>Salida para decodificación y/o antena de T.V., caja 12x12x3.8cm (27x35 Ø)H-S/R.</p>
	<p>Salida para señal satelital de TV. Caja 12x12x5.7cm. (21x27Ø)</p>
	<p>Unidad no breake de 1F-120 VCA, 50/60 HZ, 650VA/400W con 4 conexiones de salida nema 5-15R, modelo DW3115650 poweare(16.3x11.7x35.6cm) ó equivalente</p>
	<p>Tablero de control termomagnético nema 1 de empotrar ó sobreponer 1F-3 hilos ó 3F-4hilos según se indique, 240VCA, 10000ACI, numero de circuitos y capacidad indicada en cuadros de carga.</p>
	<p>Tablero general de distribución nema 1 de empotrar ó sobreponer 3F-4hilos, según se indique, 600 VCA, 65000 ACI, 1-LINE ML800-103<sup>a</sup>-ZAP-800<sup>a</sup>.</p>
	<p>Tubería conduit metálica ligera oculta en plafond</p>
	<p>Tubería conduit metálica ligera oculta en losa y/o muro</p>
	<p>Tubería conduit metálica ligera oculta en piso, excepto la acometida que será PVC pesado</p>

	Instalación por mueble.
	Caja de conexiones metálica galvanizada pared gruesa en losa y/o muro S/R, dimensiones indicadas
	Caja de conexiones metálica galvanizada pared gruesa en piso, dimensiones indicadas
	Tubería conduit que sube
	Tubería conduit que baja
	Numero de circuito correspondiente
	Contacto monofásico duplex en muro, nema 5-15R, 15 <sup>a</sup> -125 volts del tipo de puesta a tierra
	Contacto monofásico duplex en piso, nema 5-15r, 15 <sup>a</sup> -125 volts del tipo puesta a tierra
	Contato monofásico duplex en caja conduit “FS”, nema 5-20R, 125 volts CAT. de contacto hubbell 53621. H=según se indique.
	Contacto trifásico en muro nema L14-20R, 20 <sup>a</sup> -125/250 volts tipo puesta a tierra 2410 <sup>a</sup> hubbell
	Contacto trifásico en muro nema L14.20R 20 <sup>a</sup> -125/250 volts tipo twist-lock, en caja conduit “FS”
	Contacto trifásico en piso, nema 14-20R, 20 <sup>a</sup> -125/250 volts tipo twist-lock, en caja ajustable oculta en firmes de concreto, caja B2414 y placa 7320 hubbell.

	Contacto monofásico duplex con voltaje regulado en piso, nema 5-15R, 15 <sup>a</sup> -125 volts, del tipo puesta a tierra aislada.
	Contacto monofásico duplex con voltaje regulado en mesa de computo, nema 5-15R 15 <sup>a</sup> - 125 volts del tipo puesta a tierra aislada.
	Contacto monofásico duplex con voltaje regulado en muro y/o mesa de computo, nema 5-15R, 15 <sup>a</sup> -125 volts del tipo puesta a tierra aislada.
	Contacto monofásico duplex con voltaje regulado en muro, nema 5-15R, 15 <sup>a</sup> -125 volts del tipo puesta a tierra aislada
	Contacto monofásico duplex 15 <sup>a</sup> -125 volts con indicador y protector de fallas a tierra, (tipo GFCI). H=1.20m
	Contacto bifásico 20 <sup>a</sup> -250 volts, nema 6-R 2 polos-3hilos, con conexión a tierra 5462. hubbell o similar.
	Contacto monofásico duplex con voltaje regulado en ducto canal de PVC. Nema 5-15R, 15 <sup>a</sup> -125 volts del tipo puesta a tierra.
	Salida para cuatro contactos monofasicos duplex, con voltaje regulado, nema 5 -20r, 20 <sup>a</sup> -125 volts, del tipo puesta a tierra, IG5362 de hubbell montados en pedestal de servicio multiple tipo torreta, CAT. MP4 de Wiremold, montada sobre caja metálica ahogada en piso, CAT 800 LCK de Wiremold incluir placas para 2 duplex por lado, CAT. M-2dR de Wiremold.
	Salida para contacto sencillo redondo, 20 <sup>a</sup> -125V. nema l5-20R con voltaje regulado y tierra aislada, tipo twst-lock, hubbell IG2310A naranja integrado a canal 5400 con bracket 5450 y placa 5507T2 Wiremold ó equivalente , utilizar clavija hubbell 2311CY amarilla y cable uso rudo para entrar a mesas.
	Contacto monofásica sencillo colgante, nema 5-15R, 15 <sup>a</sup> -125 volts, hubbell 5295, alimentado con cable uso rudo 3x12AWG. H=mesa, (ver detalle).
	Salida especial monofásica 127 volts en caja conduit serie rectangular.



Salida especial trifásica 220 volts.

**SIMBOLOGÍA  
ELÉCTRICA DE  
CONJUNTOS**



Luminaria intemperie de vapor de sodio A.P. de 250 w, 220 V, para punta de poste de 6.00 m.



Tablero de control tipo empotrar ó sobreponer, 10,000 A, cap. interruptiva, NEMA 1, 127-220 V, h=1.70 m.



Registro en piso de 0.80 x 0.80 x 0.80 m, construido en tabique rojo provisto con tapa de concreto armado, marco y contramarco de ángulo, utilizar el tipo adecuado según características del terreno.



Número de alimentador correspondiente.



Número de circuito correspondiente para alumbrado exterior.



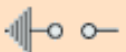
Medidores C.F.E.



Mufa tipo calavera.



Acometida compañía suministradora 3F, 4H, B.T., 220 V.C.A.



Apartarrayos autovalvulares, clase distribución de \_\_\_Kv eficaces para sistema de \_\_\_Kv, neutro sólidamente conectado a tierra.



Transformador de distribución trifásico, capacidad \_\_\_KVA. conexión delta-estrella con neutro aterrizado voltaje primario \_\_\_V, voltaje secundario 220/127 V, frecuencia 60 Hz.










Interruptor termomagnético, tipo enchufable ó atornillable, para 127/220 V.C.A. (según se indique)



Corta circuito fusible, clase distribución para \_\_\_Kv, 100 A nominales, 1 polo-1 tiro, operación con carga, 60 c.p.s., con listón fusible tipo universal \_\_\_Kv \_\_\_A.



Cuchillas de paso A.T. capacidad \_\_\_A nominales, operación sin carga.

<sup>a</sup> TS2 	Salida telefónica extensión de conmutador secretarial supeditado, en caja de lámina pared gruesa y placa metálica dorada, h=0.40 m.
<sup>P</sup> TS2 	Salida telefónica en piso, extensión de conmutador secretarial supeditado, en caja de lámina, pared gruesa, galvanizada.
TD	Teléfono directo en caja de lámina pared gruesa y placa metálica dorada h=0.40 m.
TP	Teléfono público en caja de lámina pared gruesa y placa metálica dorada h=1.50 m.
	Registro telefónico de lámina calibre No. 16 U.S.G., con fondo de madera, de las dimensiones indicadas en el proyecto correspondiente.
	Salida para intercomunicación en caja de lámina pared gruesa y placa metálica dorada, h=0.40 m.
<sup>P</sup> 	Salida en piso para intercomunicación en caja de lámina, pared gruesa, galvanizada.
ML	Aparato multilínea o similar.
C	Conmutador telefónico, número de líneas urbanas y extensiones, según se indique.
TV	Salida en muro para circuito cerrado de TV, h=2.20 m.
A	Salida para antena de radio, h=según se indique.
-----	Tubería por piso para teléfonos.
-----	Tubería por piso para intercomunicación.
+++++	Tubería por losa o muro para C.C.T.V.
<b>SIMBOLOGÍA TELEFÓNICA DE CONJUNTO</b>	
	Salida telefónica en caja de lámina de pared gruesa y placa metálica dorada, h=0.35 m.
	Salida para intercomunicación en caja de lámina pared gruesa y placa metálica dorada, h=0.65 m.
	Salida en muro para circuito cerrado de TV, h=2.20 m.

## INSTALACIONES ESPECIALES

Se considerarán como instalaciones especiales las siguientes:

### 5.1. TRANSFORMADORES Y SUBESTACIONES.

El proyecto de transformadores y subestaciones eléctricas deberá corresponder a las características y especificaciones descritas a continuación, complementadas por las aprobadas localmente por la Comisión Federal de Electricidad en casos especiales:

#### 5.1.1 TRANSFORMADORES.

El transformador es un aparato eléctrico estático, que funciona de acuerdo al principio de inducción electromagnética de Faraday. Transfiere energía de un circuito a otro por acoplo inductivo, sin conexión eléctrica entre circuitos, cambiando usualmente los valores de tensión y corriente a frecuencia constante.

5.1.2 LOS TRANSFORMADORES SE PUEDEN CLASIFICAR DE DIFERENTES FORMAS, SEGÚN SE MUESTRA EN LA TABLA NO. 1.1.

5.1.3 LA EFICIENCIA DE UN TRANSFORMADOR SE DEFINE DE LA MISMA MANERA EN QUE ESTÁ DEFINIDA PARA CUALQUIER MÁQUINA.

A diferencia de otras máquinas, el transformador tiene dos tipos principales de pérdidas: eléctricas y magnéticas. Las primeras se producen en los devanados por efecto Joule y las segundas se dan en el núcleo magnético y dependen principalmente de la calidad del mismo.

- a) Las pérdidas magnéticas son constantes durante todo el rango de cargas del transformador, mientras que las eléctricas dependen de la magnitud de la carga (Índice de Carga). Cuando ambas pérdidas son iguales, se alcanza la máxima eficiencia posible.
- b) El Índice de Carga se define como la relación entre la corriente circulante y la corriente nominal de este mismo devanado, o bien la relación entre los KVA entregados y los KVA nominales. El Índice de Carga influye directamente en la eficiencia. Si se grafica el Índice de Carga contra eficiencia a Factor de Potencia constante, se obtiene una curva similar a una parábola, donde el punto de máxima eficiencia se produce cuando las dos pérdidas se igualan. Si se varía el Factor de Potencia, se obtiene una familia de curvas, donde la más baja corresponde al Factor de Potencia menor.

**Tabla 1.1**

CLASIFICACIÓN GENERAL DE TRANSFORMADORES			
POR SU NUMERO DE FASES	MONOFÁSICOS		
	TRIFÁSICOS		
POR SU MEDIO REFRIGERANTE	AIRE		
	ACEITE		
	LÍQUIDO INERTE		
POR SU REGULACION	FIJA		
	VARIABLE	CON O SIN CARGA	
		AUTOMÁTICA O MANUAL	
POR SU CAPACIDAD	UTILIZACIÓN (HASTA 200 KVA Y 15 KV)		
	DISTRIBUCIÓN (200-500 KVA Y HASTA 69 KV)		
	POTENCIA	PEQUEÑA (501-10000 KVA Y 69 KV)	
		MEDIANA (HASTA 60 MVA Y 230 KV)	
		ALTA (HASTA 400 MVA Y 400 KV)	
INSTRUMENTO (TP'S Y TC'S)			
POR SU ENFRIAMIENTO	AA		
	FA		
	OA		
	OW		
	OFA		
	FOW		
	FOA		

c) Es deseable que la relación de pérdidas eléctricas a pérdidas magnéticas, sea igual o cercana a 0.5. Las Normas de países avanzados especifican, además, que los transformadores secos tengan aislamiento Clase 220°C y que la temperatura de elevación no sea mayor de 80°C.

Los datos necesarios para especificar un transformador son los siguientes:

#### 5.1.4.1 Número de Fases.

Es un dato indispensable y depende del suministro de energía eléctrica disponible y de las características de la carga a alimentar.

#### 5.1.4.2 Capacidad en KVA.

Es la potencia nominal dada a cierta corriente, de modo que se den las condiciones nominales de operación.

#### 5.1.4.3 Frecuencia.

Debe ser la misma de la Red Eléctrica de Suministro.

#### 5.1.4.4 Voltaje.

Depende de la tensión disponible de suministro en el lado primario y de la tensión calculada para distribución en el lado secundario.

#### 5.1.4.5 Aislamiento.

Es función del voltaje nominal de cada devanado y es un valor que fija el propio fabricante, a menos que el usuario especifique un valor especial.

#### 5.1.4.6 Conexiones Internas y Externas.

Se dan en ambos devanados del transformador. Generalmente se prefiere Estrella a cuatro hilos en el secundario, para tener la posibilidad de manejar dos valores de tensión.

#### 5.1.4.7 Elevación de Temperatura.

Es el incremento de temperatura que se produce sobre el ambiente, cuando el transformador trabaja con su carga nominal en condiciones normales de operación.

#### 5.1.4.8 Altura de Operación.

Debe corresponder a los metros sobre el nivel del mar de la localidad donde se operará el transformador.

#### 5.1.4.9 Medio Aislante.

Pueden ser de diferentes tipos, tales como aire, aceite o líquido inerte. Deben reunir excelentes características eléctricas, químicas y térmicas, pero en ningún caso deben ser a base de policarbonatos.

#### 5.1.4.10 Métodos de Enfriamiento.

Como se aprecia en la Tabla No. 1.1, pueden ser de diferente tipo, pero siempre acorde a las condiciones de operación, para garantizar que no se rebase la temperatura máxima nominal de los aislamientos.

#### 5.1.4.11 Características Eléctricas.

Establecen datos primarios, tales como el porcentaje de impedancia, nivel básico de impulso, posición del tap central y número total de taps, conexiones internas, etc., que son datos conocidos solo por el fabricante y que sirven para calcular otros datos derivados importantes.

#### 5.1.4.12 Características Mecánicas.

Son datos necesarios para manejar e instalar al transformador, tales como peso, litros de líquido aislante, dimensiones, presión interna máxima, etc.

#### 5.1.4.13 Equipo Complementario.

Pueden ser datos de medidores de flujo, nivel de aceite, de temperatura, etc., que son útiles para vigilar la operación correcta del transformador.

### 5.1.5 SUBESTACIONES.

Una subestación eléctrica es el conjunto de elementos integrados que controlan, distribuyen, transforman y miden la energía eléctrica proveniente de las plantas generadoras, líneas de transmisión y líneas de distribución en alta y media tensión.

**5.1.6 LAS SUBESTACIONES PUEDEN CLASIFICARSE POR SU SERVICIO,** en tipo interior y tipo intemperie, o por su construcción, en compactas, convencionales y tipo pedestal.

**5.1.7 PARA CUMPLIR CON SU FUNCIÓN,** LAS SUBESTACIONES CONSTAN DE LAS SIGUIENTES SECCIONES:

- a) Acometida: Puede ser aérea o subterránea.
- b) Sección de Medición: Debe constar de un gabinete blindado de dimensiones acordes con la tensión y diseñado para alojar al equipo de medición de la compañía suministradora.
- c) Sección de Cuchilla de Paso: Debe constar de dos puertas con ventana para inspección y dispositivo con candado y bloqueo, para evitar su operación cuando está conectada la carga. Deberá alojarse en su interior, un juego de tres cuchillas monofásicas desconectadoras de operación en grupo, tiro sencillo con dispositivo de apertura y cierre rápido, dispositivo de señalamiento y seguro mecánico. El gabinete deberá estar conectado a tierra física efectiva.
- d) Sección de Interruptor de Apertura con Carga y Apartarrayos: Debe de estar formada por un gabinete de dimensiones acordes a la tensión de suministro, con ventana y candado, alojando en su interior un interruptor de operación en grupo, con mecanismo de apertura y cierre rápido, disparo simultáneo en las tres fases cuando abra alguno de los fusibles. Debe tener, además, apartarrayos autovalvulares conectados rígidamente a tierra, bus trifásico de cobre soportado con aisladores y sistema de tierras de capacidad adecuada.
- e) Sección de Acoplamiento: Esta debe ser un gabinete sin puertas, que pueda resguardar los buses corridos desde la sección del interruptor

principal y apartarrayos de la sección anterior hasta su acoplamiento al lado primario del transformador.

f) Sección del transformador: Este debe ser de tipo subestación con gargantas laterales que resguarden las conexiones del lado primario en media tensión y el secundario que alimenta al interruptor principal del tablero general de BT.

g) Sección de Baja Tensión: Consta del interruptor principal secundario del tablero general de baja tensión de acuerdo a la corriente que entrega el transformador. En esta sección se puede incluir interruptores derivados del tipo termomagnético, interruptores de fusibles, arrancadores magnéticos contactores, etc., etc., que alimenten, protejan y controlen diferentes cargas.

### **5.1.8 EL PROYECTO DE SUBESTACIONES DEBE CONSTAR DE PLANOS QUE CONTENGAN, COMO MÍNIMO, LO SIGUIENTE:**

a) Vistas Físicas.: Ubicación, arreglo interno en caso de subestaciones compactas y arreglo detallado para el caso de subestaciones abiertas. Definir la ubicación del o los transformadores, con localización de ductos o charolas para los cables de Media Tensión, con su trayectoria y forma de aterrizamiento de la pantalla electrostática. Debe mostrar la ubicación de los electrodos del sistema de tierras, el aterrizamiento de tanques de transformadores y el recorrido que sigan los conductores de la red enterrada.

b) Debe indicarse, también, la ventilación, el drenaje, los extintores, los accesos al local, las tarimas aislantes, unidades de alumbrado y los registros de Alta y Baja Tensión.

### **5.1.9 PARA LA ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPO UTILIZADO EN SUBESTACIONES, DEBE INDICARSE, INVARIABLEMENTE, LO SIGUIENTE:**

a) En subestaciones compactas, el tipo (interior o intemperie), la tensión y el número de gabinetes.

b) La capacidad y tensión de las cuchillas de paso y del tipo de apartarrayos utilizado.

c) El tipo de interruptores utilizados, su capacidad nominal en amperios, calibración y capacidad interruptiva. Si se emplean fusibles, también debe incluirse su información completa.

- d) El tipo y las dimensiones de los electrodos de tierra, el calibre de los conductores de puesta a tierra de gabinetes y estructuras, del conductor de puesta a tierra del tanque de transformadores y el de la malla enterrada.
- e) La capacidad de los transformadores de la subestación, señalando el tipo de enfriamiento, las tensiones, la conexión de sus devanados y la impedancia.
- f) La existencia de enclaves o bloqueos que impida operar con carga a desconectores o abrir puertas de los gabinetes cuando existan partes energizadas.
- g) En subestaciones abiertas, el tipo, capacidad y dimensiones de las barras colectoras, características de los aisladores y mecanismos de operación de desconectores e interruptores.
- h) El tipo de aislamiento del cable de Alta Tensión, así como el tipo de los materiales de conexiones, empalmes y terminales.
- i) Las características del drenaje, pendientes del piso, extintores, tarimas aislantes y alumbrado. Asimismo, notas explicativas sobre puntos, que a juicio del proyectista eléctrico, puedan dar lugar a confusiones o malas interpretaciones.

## **6. ACOMETIDAS. DE ESCUELAS.**

Estas se circunscribirán a lo que tenga establecido la Comisión Federal de Electricidad para el efecto y podrán ser de dos tipos básicos:

- 1) Aéreas en baja o media tensión
- 2) Subterráneas en baja o media tensión

En su caso, el INIFED podrá determinar lo más conveniente en el proyecto según necesidades y someterlo a la consideración de la CFE para obtener su aprobación, y la carta de factibilidad para el suministro de la energía, en los siguientes incisos, se establecen diferentes condiciones que deben reunir las acometidas.

- a) Las acometidas de Media Tensión suelen efectuarse mediante cables subterráneos con conductores monofásicos, aunque se traten de servicios trifásicos.
- b) Los cables van provistos de conos de alivio en ambos extremos y la

conexión a la línea primaria siempre se protege con fusibles de magnitud apropiada al servicio.

c) Los servicios de Baja Tensión que exceden de 30 KW de demanda máxima, también se suministran con acometidas subterráneas,

d) Las acometidas de baja tensión desde la calle no están protegidas en el transformador del que se derivan, a diferencia de las acometidas de media tensión, que cuentan con el fusible primario de MT en el poste desde donde se acomete.

f) Los Transformadores de Distribución no se protegen contra sobrecarga, su única protección es contracorrientes de falla y se proporciona mediante fusibles en el primario como se mencionó anteriormente.

g) Fusibles. El fusible de la acometida debe ser capaz de soportar la corriente normal del circuito durante un segundo y tres veces durante 10 segundos.

1) Para proteger transformadores de distribución en acometidas con fusibles limitadores de corriente, se pueden aplicar dos técnicas diferentes: un fusible limitador de rango completo por fase, o un fusible de rango parcial en serie con uno de expulsión por fase.

2) El fusible limitador de un rango completo por fase, presenta la desventaja de ser más caro que la combinación de uno de rango parcial y el de expulsión.

En la segunda opción se tiene la desventaja, que al operar el de expulsión, es fácil que el personal de campo no cambie el fusible correcto y se pierda la coordinación adecuada del arreglo.

## **7. PROYECTOS DE ACOMETIDAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN.**

Para el efecto debe aplicarse lo relativo a fusibles limitadores de corriente de la tabla 2.1 y para los conductores de corriente de acometida lo indicado en la tabla 2.2.

## **8. LOCALIZACIÓN DE LA ACOMETIDA.**

Se debe de especificar el punto del terreno en donde se requiere que la compañía que va a suministrar el servicio, entregue la energía y donde se

colocará el equipo de medición y protección.

- a) El equipo de medición puede constar de uno o más medidores que colocará la Compañía Suministradora una vez contratado el servicio.
- b) El interruptor general y las protecciones para los alimentadores, no los colocará el suministrador, pero deben estar lo mas cerca posible de los medidores.
- c) Estos interruptores deben seleccionarse tomando en consideración los siguientes puntos:
  - 1) La tensión nominal.
  - 2) La tensión máxima en KV.
  - 3) La corriente nominal en amperios.
  - 4) El nivel básico de impulso (NBI) en KV.
  - 5) Corriente momentánea (Eficaz) en KA.
  - 6) Corriente de impulso (Cresta) en KA.
  - 7) Capacidad interruptiva en KA.

**Tabla 2.1 Valores nominales de fusibles limitadores**

TENSIÓN (KV) DEL SISTEMA		TENSIÓN NOMINAL RECOMENDADA			
Nominal	Máxima	4 Hilos multiaterrizado		Delta	
		1F	3F	1F	3F
6.9	7.26	-	-	8.3	8.3
6.93/12	7.3/12.7	8.3	15.5	-	-
13.2	14.5	-	-	15.5	15.5
13.2/22.9	14/24.2	15.5	23	-	-
34.5	36.5	-	-	38	38
19.9/34.5	21.1/36.5	23	38	-	-

**Tabla 2.2 Conductores para acometida y de distribución**

DESCRIPCION	TIPO	APLICACIÓN
1, 2 ó 3 conductores de cobre o aluminio aislados con polietileno, reunidos con un conductor desnudo como hilo neutro.	Neutraphel	Líneas aéreas de distribución en Baja Tensión, 600 V, 75° C.
Configuración monopolar, tríplex ó cuádruples. Conductor de aluminio con cableado concéntrico. Las fases poseen una costilla para identificación.	Cable Poliphel XLP-DRS	Circuitos secundarios de distribución residencial subterránea. Voltaje de operación 600 V y temperatura normal de 90°C.
Conductor de cobre ó aluminio, aislamiento de PVC, malla trenzada o en espiral y cubierta exterior de polietileno negro, resistente a la intemperie.	Concéntrico para acometida	Acometidas aéreas en Baja Tensión a tomas domiciliarias, 600 V, 75° C.
Conductor de cobre ó aluminio, normal ó compacto, aislamiento de XLP ó EPR, pantalla semiconductora y pantalla de alambres de cobre estañados.	Cable Poliphel DRS	Cable de energía para distribución residencial subterránea. Para circuitos primarios monofásicos. Tensiones de operación desde 5 hasta 35 KV.

## 9. INTERCOMUNICACIÓN Y SONIDO.

Los proyectos de intercomunicación y sonido se elaborarán de conformidad con las recomendaciones del fabricante, previamente autorizadas por el INIFED y lo dispuesto en estas Normas.

## 10. TELÉFONOS.

Los proyectos de teléfonos se elaborarán de conformidad con las disposiciones que en cada caso fije Teléfonos de México, S.A. y lo estipulado en estas Normas.

## 11. SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS.

Los proyectos de los sistemas hidroneumáticos se elaborarán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, previamente autorizadas por el INIFED, lo que corresponda de lo señalado en la fracción correspondiente, del Libro 3 y a lo dispuesto a continuación:

- a) Los sistemas para abastecer de agua a los edificios son por gravedad

o por presión.

b) El abastecimiento por gravedad se hace desde cisternas, tinacos o tanques elevados.

c) El abastecimiento por presión se hace con Hidroneumáticos o sistemas de bombeo programado.

d) La presión máxima de operación será de 4.2 kg/cm<sup>2</sup> (60 psi).

f) Los sistemas de presión se aplican cuando los sistemas por gravedad no proporcionan la carga suficiente para instalar válvulas de fluxómetro.g) Cuando el agua disponible contiene demasiadas impurezas minerales, el mecanismo de los fluxómetros se atasca, provoca fugas, insalubridad y altos costos de mantenimiento, que no justifican su instalación, ni del hidroneumático.

h) Para la correcta aplicación de la presente norma se deben de consultar las normas oficiales mexicanas en vigor, relacionadas con tanques de presión, bombas, tuberías, conexiones, válvulas, manómetros, interruptores de presión, juntas flexibles y demás accesorios.

i) Para los propósitos de esta norma se llama equipo hidroneumático al sistema que utiliza la presión de bombeo o del aire comprimido, para hacer llegar el agua a presión variable o presión constante hasta el mueble sanitario con fluxómetro más desfavorable.

h) Los hidroneumáticos son de una a tres bombas con tanque de presión; los equipos de bombeo programado son de una a dos bombas piloto y de dos a más bombas principales, incluyendo bomba de emergencia, con o sin tanque de presión.

j) Especificaciones.- Las características del tanque, bomba, motor y potencia instalada se basa en la demanda máxima probable de los muebles sanitarios instalados. (Ver Tablas No. 7.1 a 7.6).

l) Demanda Máxima Probable (Qmp): Se calculará con el Método de Hunter, asignando al último WC con fluxómetro un valor de 5 UM y 3 UM a los demás WC con fluxómetro en el mismo ramal; al último mingitorio con fluxómetro un valor de 3 UM y 2 UM a los demás mingitorios con fluxómetro en el mismo ramal, a otros muebles sin fluxómetro un valor de 1 UM. Para los muebles que no tienen fluxómetro se determina su demanda máxima y equivalencia a UM con fluxómetro para sumarlas a las UM con fluxómetro y calcular la demanda máxima (Qmp) en litros por segundo (lps).

2) Equipos Hidroneumáticos: Para demandas menores de 12 litros por segundo, se recomienda utilizar equipos hidroneumáticos (Ver Tablas No. 7.1 a 7.3).

Equipos de bombeo programados:

**Tabla 7.1**

Hidroneumático (una bomba)		
Tanque	100	%
Bomba	100	%
Motor	100	%
Potencia instalada	100	%

Hidroneumático (dos bombas)		
Tanque	80	%
Bomba	80	%
Motor	80	%
Potencia instalada	160	%

Hidroneumático (tres bombas)		
Tanque	50	%
Bomba	50	%
Motor	50	%
Potencia instalada	150	%

Equipo programado a presión variable		
Tanque	25	%
Bomba piloto	25	%
Bomba 2,3 y emergencia	50	%
Potencia instalada	175	%

**Tabla 7.5**

Equipo programado a presión constante sin tanque de presión		
Bombas piloto 1 y 2	25	%
Bombas 3, 4, 5 y emergencia	33	%
Potencia instalada	182	%

**Tabla 7.6**

Equipo programado a presión constante con tanque de presión		
Tanque	10	%
Bombas 1 y 2	10	%
Bombas 3, 4 5 y emergencia	33	%
Potencia instalada	152	%

3) Equipos de Bombeo Programados. Para demandas mayores de 12 litros por segundo, se recomiendan.

## 12. BOMBAS.

Para asegurar la continuidad del servicio, se recomienda usar como mínimo dos bombas.

- Dependiendo del número de bombas, cada una de ellas será capaz de bombear el % del  $Q_{mp}$ , que le corresponda. (Ver Tablas 7.1 a 7.5).
- La tubería de succión varía de 25 mm (1") hasta 100 mm (4"), y la velocidad del agua, entre 0.60 y 1.50 metros por segundo.
- La tubería de descarga varía de 19 mm (3/4") hasta 100 mm (4"), y la velocidad del agua, entre 0.60 y 3.00 metros por segundo.
- Presión Baja Mínima = 1.4 kg/cm<sup>2</sup> (20 psi). La presión baja es la suma de las siguientes cargas:

$$H = H_e + H_s + H_t + H_f,$$

Donde:

**H** Carga total o carga dinámica total (CDT),

**H<sub>e</sub>** Carga estática de descarga = distancia vertical entre eje de bomba y salida de agua más alta,

**H<sub>s</sub>** Carga estática de succión = distancia vertical entre eje de bomba y nivel del agua más desfavorable en cisterna (nivel del fondo),

**H<sub>t</sub>** Carga de trabajo que requieren las válvulas para su funcionamiento correcto = 2.00 m, sin fluxómetro y 7.00 m, con fluxómetro,

**H<sub>f</sub>** Pérdidas por fricción en tuberías y accesorios, en el ramal más desfavorable.

- Presión Alta = Presión baja + diferencial de presión. Se recomienda un diferencial de presión entre 0.8 a 1.4 kg/cm<sup>2</sup>.
- Presión Alta Máxima = 4.2 kg/cm<sup>2</sup> (60 psi).
- La potencia aproximada del motor será  $HP = 0.024 \times Q_1 \times H_1$  y/o  $HP = 0.024 \times Q_2 \times H_2$ , seleccionando el motor comercial que resulte mayor.
- La temperatura máxima del agua será de 60°C (140°F).

## 13. TANQUES DE PRESIÓN.

Los tanques de presión se ajustarán a las siguientes características:

- a) La capacidad adecuada del tanque será de un minuto del gasto de bombeo menor.
- b) La capacidad recomendada del tanque será de dos minutos del gasto de bombeo menor.
- c) El tanque de presión vertical podrá localizarse en cuarto de bombas, a nivel de planta baja o sótano, fuera del tránsito de vehículos pesados.
- d) Cuando se necesitan tanques de gran capacidad pueden semienterrarse dejando el extremo superior dentro del cuarto de bombas, protegido con pintura anticorrosiva, y con suficiente espacio para maniobrar cuando se tengan que sustituir por otra pieza nueva.
- e) Los tanques de presión serán de lámina o placa de fierro o acero de alta resistencia, de forma cilíndrica, rematados en los extremos con casquetes toriesféricos del mismo material. (Ver Tablas No.9.1 a 9.3).
- f) El espesor, tamaño de las placas, cordones de soldadura, ensambles y empaques son responsabilidad del fabricante.
- g) Conocida la capacidad del tanque, conviene indicar sus dimensiones a fin de acomodarlos dentro del sitio disponible.
- h) La presión máxima de trabajo recomendada por el fabricante será igual o mayor que 8.8 Kg/cm<sup>2</sup>.
- i) Algunos fabricantes incluyen una lámina en el interior para proteger al diafragma contra sobreexpansión.  
J.-El diafragma separa el aire del agua, mantiene la presión del aire y está hecho con material elástico de alta calidad.
- k) El acabado interno es con pintura anticorrosiva y las uniones selladas con polímeros fundidos.
- l) El aire es precargado de 2.0 a 2.7 kg/cm<sup>2</sup> (28 a 38 psi), según modelo del tanque. (Ver Tabla No. 149).
- m) La temperatura máxima del agua será de 60°C (140°F).

**1.1.1.1 Tabla 9.1 Equivalencia entre tanques.**

Goulds Pumps Hydro-Pro	Wel Flo (Amer. Granby)	Champion (Americ. Granby)	Con-Aire (Sta. Rite)	Mark Series (Clayton Mark)	Perma-Air (State)	Well Mate (Structural Fibers)	Well-Rite (Flexcon)	Well-X-Troll (Amtrol)	Volumen Total en Galones
V-6P	WF6	HC101	N/A	CM1001	PIL-2	WM-8L	JR6	WX101	2.0
V-15P	WF15	HC102	N/A	CM1002	PIL-5	WM-18L	JR15	WX102	4-4.1/2
V-25P	WF25	HC103	CA15	CM1003	PIL-7	WM-25L	JR25	WX103	6-9
V-45	WF45	HC201	N/A	CM3001	PAD-14	WM-4	WR45	WX201	14-16
V-60	WF60	HC202	CA42	CM4202	PAD-20	WM-6	WR60	WX202	6.0
V-80	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	WR80	N/A	25
V-100	WF100	HC203	CA82T	CM8003	PAD-36-5	WM-9	WR120	WX203	30-36
V-140	WF140	HC250	N/A	CM10050	N/A	WM-14WB	WR140	WX250	12-14
V-200	WF200	HC251	CA120	CM12051	PAD-32	WM-20WB	WR200	WX251	47-65
V-250	WF240	HC302	CA220	CM17002	PAD-96	WM-25WB	WR260	WX302	85-96
V-350	WF360	HC350	N/A	CM22050	PAD-119	WM-35WB	WR360	WX350	109-120

**Tabla 9.2 Guía para seleccionar tanques.**

Capacidad recomendada Dos minutos del gasto de bombeo Rango de operación en <i>psi</i>				Capacidad adecuada Un minuto del gasto de bombeo Rango de operación en <i>psi</i>		
Well System Flow Rate (GPM)	20/40	30/50	40/60	20/40	30/50	40/60
5	V-100	V-140	V-140	V-45	V-60	V-60
7	V-140	V-200	V-200	V-80	V-80	V-100
10	V-200	V-200	*V-250	V-100	V-140	V-140
12	*V-250	*V-250	V-350	V-140	V-140	V-140
15	*V-250	V-350	V-350	V-140	V-200	V-200
20	V-350	(2)V-200	*(2)V-250	V-200	V-200	*V-250
30	*(2)V-250	(2)V-350	(2)V-350	*V-250	V-350	V-350

\* Puede usarse el V-260

Para gastos mayores usar tanques múltiples

Para tanques subterráneos, utilizar catálogo

Precargar aire a 2 libras por abajo de la presión alta

**Tabla 9.3 Características de tanques verticales Hydro-Pro.**

*Tabla 9.3 Características de tanques verticales Hydro-Pro.*

Modelo Número	Volumen total (Gals.)	Extracción en Galones, según rango de operación:			Extracción Máxima (Gals.)	Aire Precargado (Psig.)	Conexión al Sistema (Pulg.)	Dimensiones (Pulg.)		Peso del Flete (lbs.)	Altura del piso al centro de la base (Pulg.)
		20/40 Psig	30/50 Psig	40/60 Psig				Diámetro	Altura		
V45	13.9	5.1	4.3	3.7	8.4	28	1	15 3/8	24 15/16	23.4	3 1/8
V60	19.9	7.3	6.1	5.3	12.1				32 3/8	33.7	
V80	25.9	8.9	7.7	6.7	13.9				39 9/16	43.0	
V100	31.8	11.8	9.9	8.6	13.8				47 1/4	51.7	
V140	45.2	16.5	13.9	12.1	27.3	38	1 1/4	26	36 9/16	64.1	3 3/8
V200	65.1	23.9	20.0	17.4	39.3				48 5/8	88.9	
V250	83.5	30.9	25.9	22.5	50.8				46	116.0	
V260	84.9	31.2	26.2	22.8	44.7	26	26	60 11/16	113.0	3 1/2	
V350	115.9	42.9	35.9	31.3	70.5			61 5/16	161.0		

n) El acabado externo consiste en dos manos de pintura anticorrosiva y esmalte horneado.

ñ) La base es de plástico, fabricada con polipropileno de alta densidad para evitar la corrosión entre base y tanque, por condensación y exposición a los elementos naturales.

#### 14. MATERIAS PRIMAS.

Los equipos hidroneumáticos especificados en estas normas son elaborados a

base de materiales que cumplen con normas oficiales mexicanas. Incluye bombas, tanque de presión vertical con base, diafragma elástico y aire precargado, interruptores de presión, manómetro, válvula de alivio, alternador-simultaneador, válvulas y conexiones, todo armado y listo para instalarse o para montarse y calibrarse en obra.

## **15. GARANTÍA.**

Los proveedores acostumbran garantizar el tanque, base y conexiones por 4 ó 5 años contados a partir de la fecha de compra. Entre un mínimo de tres cotizaciones del mercado local, regional o nacional, se elegirá aquella opción que cumpla con las especificaciones de proyecto y cuya suma de inversión inicial, costo del área ocupada y costo de operación y mantenimiento, sea menor.

## **16. MÉTODO DE PRUEBA.**

Para verificar la calidad del equipo, deberá comprobarse que las bombas arrancan dentro de los rangos de presión establecidos en el proyecto de instalaciones hidráulicas y que el tanque soporta el doble de la presión alta.

## **17. MARCADO.**

El marcado de los elementos del sistema debe ser legible e indeleble y debe incluir como mínimo lo siguiente:

- a) Nombre, razón social, marca registrada o símbolo del fabricante o proveedor.
- b) Fecha de montaje y puesta en marcha (día/mes/año).
- c) El símbolo o leyenda Hecho en México o país de origen.
- d) Marca o símbolo de certificación del INIFED, cuando así se autorice.

## **18. LA TUBERÍA.**

Las válvulas y conexiones utilizadas conjuntamente con el equipo hidroneumático, deben cumplir con las normas oficiales mexicanas. (NOM o NMX).

## **19. EL PROYECTO.**

Debe incluir tubería de retorno a cisterna y válvulas que faciliten su calibración, bombear a tanque de presión, bombear a red de distribución y bombear a red de distribución y al tanque de presión, simultáneamente.

- a) Lo ideal es que las bombas tengan carga de succión, es decir, que la succión horizontal o eje de la bomba quede 15 cm abajo de la losa del fondo de la cisterna y dentro de un cárcamo de succión de 60 x 60 cm x (ancho de cisterna).

- b) En el caso anterior, el cuarto de bombas deberá contar con cárcamo de achique donde se acumulará el goteo de bombas o se descargará a este sitio el agua sucia producto del aseo parcial o total de la cisterna, para ser eliminadas por bombeo hasta el drenaje, aprovecharse en riego o inyectarlas al terreno para recargar acuíferos.
- c) El piso del cuarto de bombas deberá contar con 2% de pendiente hacia el cárcamo de achique, suficiente iluminación y ventilación, para evitar que la humedad afecte a los motores eléctricos o acelere la corrosión.
- d) Cuando las bombas se instalen por encima del nivel del agua en la cisterna, antes de poner en marcha las bombas, debe cebarse la tubería de succión y cuerpo de la bomba llenando lentamente de agua para sacar el aire atrapado ahí, vigilando que la válvula de retención instalada al pie de la tubería vertical de succión no tenga fugas y quede 15 cm sumergida en el cárcamo de succión.
- e) Si la tuerca unión que a veces se instala en la tubería horizontal de succión no sella perfectamente deberá cambiarse o reinstalarse, cuando la bomba no descargue agua.
- e) Ventajas.- Las ventajas de utilizar equipos hidroneumáticos en las construcciones destinadas a la educación son las siguientes:
- f)
- 1) Agua almacenada sin contacto con el aire comprimido.
  - 2) El agua se conserva fría en todo tipo de climas.
  - 3) Puede localizarse sobre piso, en sótanos o cualquier lugar conveniente.
  - 4) Las fugas del tanque no resultan peligrosas para el edificio cuando éste se localiza en el sótano o enterrado.
  - 5) Puede obtenerse cualquier presión deseada, respetando limitaciones de reglamentos.
  - 6) Elimina sobrecargas indeseables sobre estructuras construidas en zonas sísmicas, derivadas de grandes almacenamientos sobre azoteas.
- g) Desventajas.- Sus desventajas son:
- 1) En caso de fallas eléctricas, no se cuenta con suficiente reserva de agua en el tanque de presión.
  - 2) La vida útil de la membrana elástica está limitada 5 años, más o menos, debiendo ser sustituido por otro tanque similar.