

Dimensiones Horizontales Mínimas del Espacio Para Subir

Clase de conductor que limite al espacio para subir	Voltaje de los conductores		Dimensiones horizontales del espacio para subir, en centímetros			
	A tierra	Entre conductores	En postes usados solamente por		En postes usados por sistemas diferentes	
			Conductores de comunicación	Conductores suministradores	Conductores suministradores arriba de conductores de comunicación	Conductores de comunicación arriba de suministradores (1)
Conductores de comunicación de	0 a 150	—	Ningún requisito	—	(2)	Ningún requisito
Más de 150	—	—	Se recomienda 60 cmts.	—	(2)	Se recomienda 60 cmts.
Conductores suministradores de	Menos de 300	—	—	60	60	75
300 a 8700	—	8700	—	75	75	75
Más de 8700 a 15000	—	—	—	90	90	90
Más de 15000	—	—	—	Más de 90 (3)	Más de 90 (3)	Más de 90 (3)

- (1) No es recomendable esta posición de niveles y se procurará evitarla.
- (2) El espacio para subir será el mismo que se requiera para los conductores inmediatamente superiores, con un máximo de 75 centímetros. Esta distancia podrá reducirse a 40 centímetros, cuando la línea superior no sea de más de 750 volts entre conductores.
- (3) Hasta donde las condiciones del caso lo permitan.

Separación Vertical Mínima entre Crucetas Horizontales con Conductores

Todos los voltajes son entre conductores. Los números entre paréntesis corresponden a las notas que siguen a la Tabla.

Conductores suministradores, de preferencia en los niveles superiores	Línea abierta de 0 a 750 volts. Cables de todos los voltajes con cubierta metálica conectada a tierra o mensajeros.			
	(Metros)	750 a 8700 volts (Metros)	8700 a 15000 volts (Metros)	15000 a 50000 volts (3) (Metros)
Conductores generalmente en niveles inferiores.	—	—	—	—
Conductores de comunicación: En general	1.20	1.20	1.80	—
Que se usen en la operación de líneas ministradoras	0.60	0.60 (1)	1.20	1.20
Conductores suministradores: 0 a 750 volts	0.60	0.60	1.20	1.20
Más de 750 a 8700 volts.	—	0.60	1.20	1.20
Más de 8700 a 15000 volts: Si se trabajan vivos con herramientas de mangos largos, cuando los circuitos adyacentes no estén muertos ni protegidos	—	—	1.20	1.20
Si no se trabajan vivos, excepto cuando los circuitos adyacentes (arriba o abajo) estén muertos o protegidos	—	—	0.60	1.20 (2)
Más de 15000 a 50000 volts (3)	—	—	—	1.20 (2)

- (1) Esta separación debe aumentarse a 1.20 metros cuando los conductores de comunicación queden arriba de los conductores suministradores, a menos que los conductores de las líneas de comunicación sean del calibre requerido para líneas ministradoras de clase de construcción B.
- (2) Esta separación no se aplica al caso en que los distintos conductores de un mismo circuito queden repartidos en crucetas adyacentes.
- (3) Para voltajes mayores de 50000 volts las separaciones serán las dadas para este voltaje, aumentándolas un centímetro por cada 1000 volts en exceso de 50000.

— Cuando los conductores en la cruceta son de la misma clasificación de voltaje de las señaladas en la tabla anterior. En estas condiciones, la separación vertical requerida en la tabla anterior puede reducirse como sigue:

Separación entre crucetas, requeridas en la tabla anterior	La separación entre conductores puede reducirse a:
0.60 metros	0.40 metros
1.20 "	1.00 "
1.80 "	1.50 "

Separación mínima de conductores suministradores verticales o transversales en postes o estructuras

(Los voltajes son entre conductores)

Separación del conductor vertical o lateral a:	Voltaje mayor que interviene en la separación	
	0 a 8 700 volts (cm.)	Para más de 8 700 volts, agréguese por cada 1 000 volts en exceso (cm.)
Superficies de crucetas o de la estructura.	7.5	0.6
Cables de suspensión, mensajeros o retenidas	15	1.0
Conductores en soportes fijos:		
Del mismo circuito	7.5	0.6
De circuitos diferentes	15	1.0
Conductores en soportes móviles	(x)	(x)

(x) Estas separaciones serán las fijadas para conductores en soportes fijos.

Resistencia mecánica de líneas aéreas

General. Las líneas aéreas, ya sean suministradoras o de comunicación, deberán tener resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas a que puedan estar sometidas y que razonablemente puedan anticiparse, con factores de seguridad que podrán variar según el lugar y las condiciones de peligro en que se encuentren, como se establece más adelante en este artículo.

Se recomienda que en aquellas regiones del país en que las líneas puedan llegar a estar sometidas a esfuerzos más severos que los que se calculen sobre las bases señaladas en este artículo, ya sea porque se cubran de hielo, porque la temperatura baje de -10°C o porque el viento sople con más fuerza, las instalaciones se hagan tomando en cuenta estos factores.

Bases para el cálculo de las cargas

Cargas de conductores. Para calcular la tensión mecánica de los conductores, se considerará como la carga total, la resultante del peso del conductor y de la fuerza producida por el viento, actuando horizontalmente y en ángulo recto con la dirección de la línea, a la temperatura mínima, de acuerdo con las bases siguientes:

a).— Presión del viento. Para toda la República Mexicana la fuerza ejercida por el viento se calculará como la correspondiente a una presión no menor de 39 kilogramos por metro cuadrado de área proyectada de superficies cilíndricas;

b).— Temperatura mínima. Para toda la República Mexicana se supondrá que los conductores estarán sometidos a una temperatura mínima de -10°C.

Cargas en postes o estructuras soportadoras. La carga que actúe sobre los postes o estructuras soportadoras y sobre todo el material usado para soportar los conductores, se calculará como sigue:

a).— Carga vertical. La carga vertical sobre postes, torres, cimientos, crucetas, alfileres, aisladores y dispositivos de sujeción se considerará como su propio peso más el de todos los conductores, cables y equipos que soporten, teniendo en cuenta los efectos que pueden resultar de diferencia de elevación entre soportes de conductores;

b).— Carga transversal. La debida al viento soplando horizontalmente y en ángulo recto a la dirección de la línea, como sigue: para todas las superficies cilíndricas del poste o estructura y conductores soportados, se considerará una presión no menor de 39 Kg. por metro cuadrado sobre el área proyectada. Cuando la estructura tenga superficies planas, se considerará una presión no menor de 60 Kg. por metro cuadrado de área proyectada sobre un plano normal a la dirección del viento. Si se trata de torres de construcción en celosía, el área expuesta de un lado, proyectada, deberá aumentarse 50 por ciento, con lo cual quedará tomada en consideración el área del otro lado. No es necesario que en este último caso el área total exceda de la que resultaría si la estructura fuera de una pieza y de las mismas dimensiones exteriores. Puede usarse un método de cálculo más exacto.

La carga transversal sobre cualquier poste o estructura podrá calcularse usando el promedio de las distancias interpostales siempre que este promedio no difiera en más del 25% de las distancias interpostales a un lado y otro del poste o estructura de que se trate.

En cruzamiento con ferrocarriles o con conductores de comunicación, la carga transversal sobre el poste o estructura deberá calcularse considerando la distancia interpostal real;

c) Carga Longitudinal

I Tramos rectos de línea. En general, no es necesario considerar carga longitudinal en los postes o estructuras comprendidos en tramos rectos de líneas aéreas, donde no cambie la tensión mecánica de los conductores a uno y otro lado de los postes o estructuras.

Se exceptúa el caso en que al final de una sección de línea con construcción de clase A la línea cambia a otra clase inferior, como puede suceder en cruzamientos con ferrocarriles. En este caso, se considerará un esfuerzo longitudinal desequilibrado mínimo, en la dirección de la clase A, sobre postes, torres y retenidas, igual a la tensión en las condiciones de carga especificadas en la fracción de cargas de conductores (Página 269) de que dos terceras partes de los conductores soportados más delgados que el número 2, escogiendo los conductores que produzcan los mayores esfuerzos sobre las estructuras. Si las dos terceras partes dan un número fraccionario, se tomará el entero más próximo. El esfuerzo longitudinal mencionado no deberá ser menor que el producido por la tensión de dos de los conductores soportados, incluyendo hilos de guarda y mensajeros, en la combinación más desfavorable.

II Remates. En los remates, el esfuerzo longitudinal se considerará igual a la suma de las tensiones de todos los conductores que rematen en el poste o estructura, incluyendo hilos de guarda y mensajeros, en las condiciones de carga especificadas en la fracción de cargas de conductores (Página 269)

d) Cambio de dirección de la línea. La carga debida a la tensión de los conductores y al viento, en los postes o estructuras soportadoras y sus retenidas, instalados donde la línea cambie de dirección, se considerará igual a la resultante de las tensiones de los conductores originada por el cambio de dirección de línea, sumándole aritméticamente a esta resultante la fuerza del viento calculada como si la línea recta. Puede usarse un método de cálculo más exacto;

e) Aplicación simultánea de cargas.

I Al calcular la resistencia transversal, se supondrá que las cargas vertical y transversal actúan simultáneamente.

II Al calcular la resistencia longitudinal, no se tomarán en cuenta las cargas vertical y transversal.

Clases de construcción de líneas aéreas y sus requisitos

Clasificación de construcción de líneas por resistencia mecánica. Con el objeto de establecer los coeficientes de seguridad y otros requisitos que las líneas deben cumplir en diferentes lugares y condiciones que representen peligro a personas, a sus intereses o a otras líneas, como en cruzamientos, campo abierto, etc., tanto las líneas aéreas suministradoras como las de comunicación se dividen, en cuanto a su construcción, en tres clases que se denominan por las letras A, B y C.

La clase A es la más fuerte y la que llena los requisitos más exigentes, que se consideran necesarios en los casos de mayor peligro. La clase B es menos fuerte que la A; pero llena ciertos requisitos que se consideran necesarios en algunos lugares o condiciones en que el peligro es menor que en los considerados para la clase A. La clase C es la menos exigente, para condiciones generales que no implican peligros especiales. En esta última clase no se requieren coeficientes mínimos de seguridad determinados, sino que bastará con que las construcciones sean suficientemente fuertes para resistir con seguridad las cargas que normalmente lleven, incluyendo el peso de los operarios que trabajen en ellas, y que cumplan con algunos requisitos esenciales.

La fracción siguiente especifica detalladamente los requisitos que debe cumplir cada clase.

Requisitos mínimos para cada clase de construcción de líneas. En la tabla siguiente, comprendida en esta fracción, se especifican los coeficientes mínimos de seguridad y otros requisitos mínimos que deberá cumplir cada clase de construcción de líneas aéreas, tanto suministradoras como de comunicación.

Se recomienda que las construcciones se hagan con resistencia y requisitos mayores que los mínimos aquí establecidos, especialmente cuando la resistencia se base en cálculos y no en pruebas experimentales.

Al calcular los esfuerzos a que esté sometido un poste o estructura soportadora y todos sus accesorios, no se deberán tomar en consideración las deformaciones causadas por la aplicación de las cargas, a menos que el método de cálculo haya sido previamente aprobado por la Secretaría de Economía.

Requisitos Mínimos para Cada Clase de Construcción de Líneas Aéreas (Incluyendo hilos de guarda)

Conductores Suministradores en Línea Abierta:

	Clase A	Clase B	Clase C
Tensión:			
Coefficiente de seguridad, basado en la resistencia máxima de los conductores, en las condiciones de carga especificadas en la fracción de Cargas de conductores (Página 269).	1.7	1.7	---
Calibre más delgado permitido:			
En general, de cobre semiduro o su equivalente en resistencia mecánica.	6	8	8
Conductores de contacto de trole:			
De cobre	0	0	0
De bronce al silicio	4	4	4
Material para conductores:			
Deberá ser resistente a la corrosión excesiva bajo las condiciones de operación.	Sí	Sí	Sí
Empalmes:			
Se recomienda no hacerlos en cruzamientos, los que se hagan deben tener la resistencia mecánica igual o mayor que la requerida para el conductor.	Sí	Sí	---

Conductores Suministradores en Cable

	Clase A	Clase B	Clase C
Si el cable lleva forro metálico, conectarlo al mensajero y a tierra, estableciendo continuidad eléctrica.	Sí	Sí	---
Cable mensajero:			
Tensión: Coeficiente de seguridad basado en su resistencia máxima, considerando el peso adicional que soporta.	1.7	1.7	---
Material: Resistente a corrosión excesiva.	Sí	Sí	Sí
Deberá estar conectado a tierra en forma efectiva.	Sí	Sí	Sí

Conductores de Comunicación en Línea Abierta

	Clase A	Clase B	Clase C
Tensión:			
Coefficiente de seguridad basado en resistencia máxima, en las condiciones de carga especificadas en la fracción de cargas de conductores (Página 269).	1.7	1.7	---
Material para conductores:			
Deberá ser resistente a corrosión excesiva bajo las condiciones de operación.	Sí	Sí	Sí
Empalmes:			
Se recomienda no hacerlos en cruzamientos. Si se hacen, su resistencia mecánica no debe ser menor que la requerida para el conductor.	Sí	Sí	---

Conductores de Comunicación en Cable:

	Clase A	Clase B	Clase C
Se les aplicará lo estipulado para conductores suministradores en cable.	Sí	Sí	---
Carga nominal de ruptura, en Kg., del mensajero en cruzamientos con claros no mayores de 50 metros:			
Para cable soportado de menos de 3.5 Kg. por metro.	2 700	---	---
Para cable soportado de 3.5 a 7.5 Kg. por metro.	4 500	---	---
Para cable soportado de 7.5 a 12.5 Kg. por metro.	7 200	---	---
Deberá usarse mensajero cuando se trate de cordones o pares de conductores que crucen arriba de conductores de contacto de trole de más de 750 volts a tierra.	Sí	Sí	---

Aisladores para Conductores:

	Clase A	Clase B	Clase C
Voltaje mínimo de flameo en seco, expresado en volts, para distintos voltajes eficaces de operación, a 60 ciclos por segundo, a la presión de 760 milímetros de mercurio y a la temperatura de 25°C.			
Para 750 volts	5000	---	---
Para 2400 volts	20000	---	---
Para 7200 volts	40000	---	---
Para 13200 volts	55000	---	---
Para 23000 volts	75000	---	---
Para 34500 volts	100000	---	---
Para 46000 volts	125000	---	---
Para 69000 volts	175000	---	---
Para 115000 volts	315000	---	---
Para 138000 volts	390000	---	---
Para 161000 volts	445000	---	---
Para 230000 volts	640000	---	---

Interpólese para valores intermedios

Alfileres, amarres y herrajes para fijar conductores:

	Clase A	Clase B	Clase C
En general, deberán poder resistir una tensión desequilibrada del conductor, en Kg., no menor de	200	200	---
En remates y en lugares donde la clase A cambie a otra inferior, deberán poder resistir la tensión del conductor, en las condiciones de carga especificadas en la fracción de Cargas de Conductores (Página 269).	Sí	Sí	---
Este último requisito se considerará satisfecho, cuando se usen aisladores tipo alfileres, si se limita la tensión del conductor a 200 Kg. y se usan aisladores y amarres dobles.	Sí	Sí	---

Crucetas:

	Clase A	Clase B	Clase C
Al instalarse deberán tener un coeficiente de seguridad, basado en su resistencia máxima, con la carga especificada en la fracción de cargas en postes estructuras soportadoras (Página 269), y 100 Kg. adicionales en cualquiera de los extremos de cualquiera de las crucetas, con excepción de la más alta, no menor de	2	2	---
Para cumplir con la disposición anterior y para soportar cargas no llevadas normalmente por la cruceta, podrán usarse tirantes, tornapuntas u otros dispositivos adecuados.	Sí	Sí	---
Cuando las crucetas formen parte integrante de torres o estructuras soportadoras metálicas, aplíquese el coeficiente de seguridad que corresponda a las torres o estructuras.	Sí	Sí	---
Resistencia longitudinal			
Cuando la tensión de los conductores sea normalmente equilibrada, la cruceta deberá poder resistir una tensión del conductor más alejado del centro, en kilogramos, no menor de	200	200	---
En remates y puntos donde la clase de construcción (A) cambie a otra inferior, las crucetas deberán poder resistir la tensión desequilibrada de todos los conductores soportados, en las condiciones de carga especificadas en la fracción de cargas de conductores (Página 269), con los coeficientes de seguridad siguientes:			
Crucetas de madera (basado en resistencia máxima)	1	1	---
Crucetas de acero (basado en punto cedente):			
En cambio de clase (A) a inferior.	1	---	---
En remates	1.6	1.1	---
Crucetas dobles:			
Deberán usarse en remates y en postes de cruzamiento sobre ferrocarriles, cuando se usen aisladores de alfiler.	Sí	Sí	Sí

Basado en el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas

Postes y Torres:

	Clase A	Clase B	Clase C
Los postes y torres deberán poder resistir las cargas especificadas en la fracción de cargas en postes o estructuras soportadoras (Página 269), con los coeficientes de seguridad que se indican a continuación, y además cumplirán con las disposiciones adicionales que se señalan en cada caso.			
Postes de concreto:			
Coefficientes de seguridad basados en resistencia máxima:			
Resistencia transversal al instalarse	3	2	---
Resistencia longitudinal, en todo tiempo:	1	---	---
En cambios de clase (A) a inferior	2	1.3	---
En remates	2	1.3	---
Resistencia horizontal en ángulos			
Postes y torres de acero:			
Resistencia. Coeficientes de seguridad basados en punto cedente	1.3	1.1	---
Resistencia vertical	2	1.6	---
Resistencia transversal			
Resistencia longitudinal:			
En cambios de clase (A) a inferior	1.0	---	---
En remates	1.6	1.1	---
Resistencia horizontal en ángulos	1.6	1.1	---
Los postes y torres deberán poder resistir las cargas especificadas en la fracción de cargas en postes o estructuras soportadoras (Página 269), con los coeficientes de seguridad que se indican a continuación, y además cumplirán con las disposiciones adicionales que se señalan en cada caso.			
Postes de concreto:			
Coefficientes de seguridad basados en resistencia máxima:			
Resistencia transversal al instalarse	3	2	---
Resistencia longitudinal, en todo tiempo:	1	---	---
En cambios de clase (A) a inferior	2	1.3	---
En remates	2	1.3	---
Resistencia horizontal en ángulos			
Postes y torres de acero:			
Resistencia. Coeficientes de seguridad basados en punto cedente	1.3	1.1	---
Resistencia vertical	2	1.6	---
Resistencia transversal			
Resistencia longitudinal:			
En cambios de clase (A) a inferior	1.0	---	---
En remates	1.6	1.1	---
Resistencia horizontal en ángulos	1.6	1.1	---

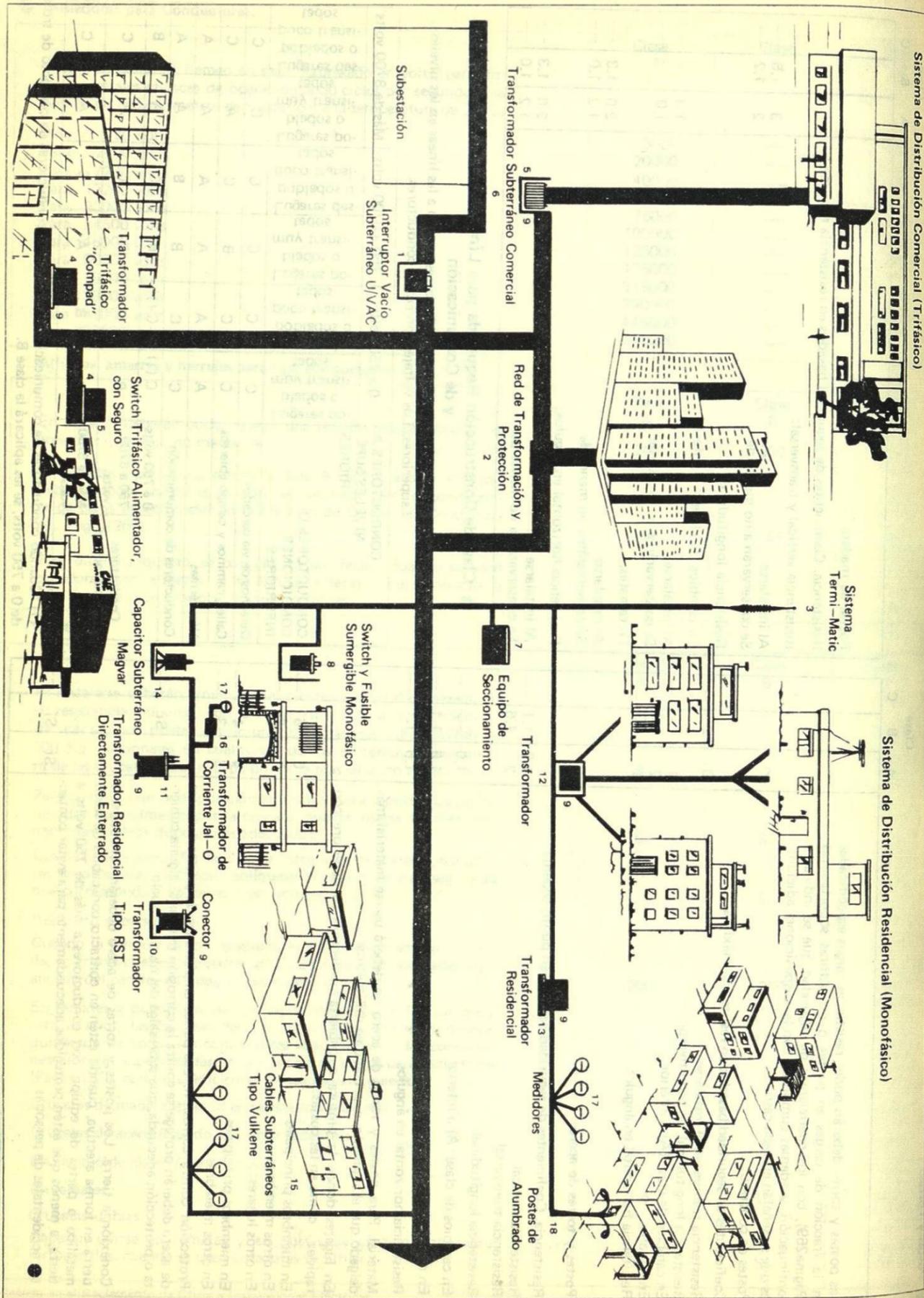
	Clase A	Clase B	Clase C
Postes de madera:			
Resistencia. Coeficientes de seguridad basados en resistencia máxima:			
Resistencia vertical y transversal:			
Al instalarse	3	1.6	---
Se conservarán a no menos de	2	1.2	---
Resistencia longitudinal:			
En cambios de clase A a inferior,	1.3	---	---
Al instalarse	1.0	---	---
Se conservarán a no menos de	2.0	1.3	---
En remates,	1.2	1.0	---
Al instalarse	2.0	1.3	---
Se conservarán a no menos de	1.2	1.0	---
Resistencia horizontal en ángulos:			
Al instalarse	2.0	1.3	---
Se conservarán a no menos de	1.2	1.0	---

Clase de Construcción Requerida para Líneas Suministradoras y de Comunicación

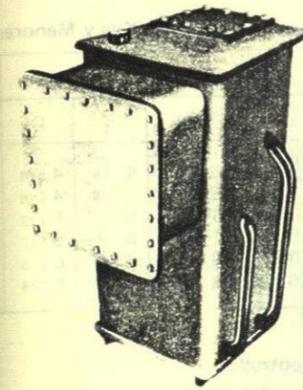
Las clases de construcción que da esta tabla corresponden a las líneas en los niveles superiores. Los voltajes son entre conductores.

CONDUCTORES A NIVELES SUPERIORES	0 a 750 volts		750 a 8700 volts		Más de 8700 volts	
	Lugares poco poblados o muy transitados					
Derechos de vía cercados	C	C	C	C	C	C
Calles, caminos y campo abiertos	C	C	B	C	A	C
Vías férreas	A	A	A	A	A	A
Conductores de comunicación	C	C	B	B	A	A
Conductores suministradores	C (1)	C (1)	B	C	A	B
	B	B	C	C	A	C
	A	A	A	A	A	C

(1) Cuando conductores de comunicación crucen sobre conductores de contacto de trole de 0 a 750 volts, se les aplicará la clase B.



● Transformadores de Distribución sumergidos en aceite, monofásicos y trifásicos, tipos S y CP.
Tipos: Con Tapa intercambiable y Cámara de Terminales



Tapa Intercambiable

Los transformadores de tipo subterráneo arriba de 5 Kv están equipados con derivaciones. En capacidades de 15 a 50 Kv, monofásico, y 15 a 150 Kva, trifásico, están provistos con una manija de operación interna arriba del nivel de aceite, accesible a través de la cubierta del tanque principal como se muestra.

Capacidades de 100 y 167 Kva, monofásicos, tienen una flecha para la operación del mecanismo interno la cual se extiende a través de una placa indicadora de posición en la cubierta principal. La flecha de operación y el indicador de posición quedan accesibles quitando un tapón de un tubo de 2" φ/ en la cubierta (no se muestra)

Cámara Terminal

Los transformadores, tanto monofásicos como trifásicos, con capacidades en Alta Tensión de 500 a 15000 volts en Delta ó 8661 a 15000 volts en el tanque principal. Un plato de acceso es atornillado y empaquetado al costado de la cámara, para hacer conexiones en alta tensión. En la tapa de la Cámara está colocado un tapón de llenado.

Equipo Adicional Estándar Tanque Principal

Accesorios	15,25, 50 kva	100 kva	167 kva	15,45, 75 kva	150 kva
Combinación de drenaje de aceite.	1/2 pulgada	1/2 pulgada	no	1/2 pulgada	no
Combinación de válvula de drenaje de aceite conexión inferior del filtro-prensa.	no	no	si	no	si
Placa para indicadores de nivel de aceite.	si	si	si	si	si
Placa para termómetro.	no	si	si	no	si
Combinación de conexión superior de filtro-prensa y tapón de llenado de la tapa intercambiable.	1 pulgada interno+	1 pulgada interno+	1 pulgada externo por+ conexión del tubo 2"φ	1 pulgada interno+	1 pulgada interno+
Placa para rodamiento.	si	si	si	si	si
Registro, para mano, en la cubierta.	si	si	si	si	si
Placas exteriores para conexión a tierra.	si	si	si	si	si
Placas para levantamiento.	si	si	si	si	si

Esto es estándar sólo para capacidades arriba de 5 Kv que tienen derivaciones.

Cámara de Terminales de Alta Tensión

Accesorios	Monofásico: 16-167 kva	Trifásico: 15-150 Kva.
Tapón de drenaje de aceite.	si 1/2 pulgada	si 1/2 pulgada
Placa para indicador de nivel de aceite.	si 1/2 pulgada	si 1/2 pulgada
Tapón de llenado de aceite.	si 1 pulgada	si 1 pulgada
Cubierta de la cámara de terminales.	si	si

Tamaños de los Registros de Inspección

kva	Monofásico		Trifásico		5001 a 15000 Volts en delta ó 8661 a 15000 Volts en "Y" construcción horizontal.
	5000 volts y menores en delta ó 8660 volts y menores en "Y"	5001 volts a 15000 volts en delta ó 8661 volts a 15000 volts en "Y"	5000 volts y menores en delta ó 8660 volts y menores en "Y" Construcción vertical	5001 a 15000 Volts en delta ó 8661 a 15000 Volts en "Y" construcción horizontal.	
15	27 pulgadas, diámetro	30 pulgadas, diámetro	30 pulgadas, diámetro	33 pulgadas, por lado	37 pulg. x 26 pulg.
25	30 pulgadas, diámetro	36 pulgadas, diámetro	33 pulgadas, diámetro	38 pulgadas, por lado	53 pulg. x 33 pulg.
30	30 pulgadas, diámetro	42 pulgadas, diámetro	33 pulgadas, diámetro	41 pulgadas, por lado	53 pulg. x 34 pulg.
40	22 pulgadas, diámetro	42 pulgadas, diámetro	40 pulgadas, diámetro ó	48 pulgadas por lado	60 pulg. x 36 pulg.
50	40 pulgadas, diámetro ó	50 pulgadas, diámetro	38 pulgadas por lado		
67	38 pulgadas por lado				