



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

INGENIERIA ELÉCTRICA

RESIDENCIA PROFESIONAL

INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN PLANTA TRITURADORA Y DERIVADOS

ASESOR INTERNO

ING. LUIS ALBERTO PÉREZ LOZANO

ASESOR EXTERNO

ING. MARIO NURICUMBO MUNDO

PRESENTA

JORGE ALBERTO OCAMPO URBINA

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas a 10 de diciembre del 2016

ÍNDICE	Pág.
1 <u>INTRODUCCIÓN</u>	4
<u>1.1 antecedentes</u>	4
<u>1.3 justificación</u>	5
<u>1.4 objetivo</u>	5
<u>1.5 metodología; diagrama a bloques</u>	6
2 FUNDAMENTO TEÓRICO	
<u>2.1 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CFE</u>	7
<u>2.2 TIPOS DE ESTRUCTURAS CFE</u>	9
<u>2.3 CONDUCTORES</u>	21
<u>2.4 CONECTADORES DE MEDIA TENSIÓN</u>	24
<u>2.5 TRANSFORMADOR CONVENCIONAL</u>	34
<u>2.6 EQUIPOS DE PROTECCIÓN</u>	36
<u>2.7 MOTORES ELÉCTRICOS</u>	41
3 DESARROLLO	
<u>3.1 UBICACIÓN DE LA PLATA TRITURADORA Y DERIVADOS</u>	45
<u>3.2 LEVANTAMIENTO DE CAMPO</u>	45
<u>3.3 PUNTO DE CONEXIÓN DE EN LÍNEAS DE CFE</u>	48
<u>3.4 COLOCACIÓN DEL TRANSFORMADOR DE 225 KVA</u>	49
<u>3.5 BASE DE MEDICIÓN</u>	50
<u>3.6 REALIZACIÓN DE REGISTROS Y COLOCACIÓN DE TUBERÍA GALVANIZADA PARA ALIMENTACIÓN DE MOTORES</u>	51
<u>3.7 INSTALACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE MOTORES ELÉCTRICOS</u>	53
<u>CONCLUSION</u>	58
<u>ANEXOS</u>	58

Apéndice.....	59
Planos eléctrico.....	60
BIBLIOGRAFÍA.....	60

Instalaciones eléctricas en planta trituradora y derivados

1. Introducción

1.1 Antecedentes

En el municipio de villa flores Chiapas, se pretende instalar una plata trituradora y derivado, ubicado en carretera villaflores-tuxtla en el km-45+500. Entre la colonia José Miguel Garza y la Colonia Guadalupe Victoria. Mpio. De Villa Flores Chiapas, así también como su ubicación dentro de en un predio, que al igual tendrá un cuarto para la instalación de los centros de carga y distribución de energía.

El presente Manifiesto de Impacto Ambiental en modalidad Particular corresponde al proyecto denominado instalación eléctrica en Planta Trituradora y derivado, de la empresa Mundo Industrial Constructor S.A. de C.V. Esta manifestación de impacto ambiental se presenta con el fin de obtener el cambio de uso de suelo de terreno a explotación de yacimiento como fuente de materia prima para la industria de la construcción.

En virtud de que la zona del proyecto no presenta vegetación forestal maderable, no se modificará la dinámica natural de cuerpos de agua durante las diferentes fases en la realización del proyecto, no es una zona de atractivo turístico, ni se encuentra cerca de un área de interés histórico o dentro de un área natural protegida, o sometida a algún tipo de manejo ambiental, y dentro de los trabajos de campo no se identificaron especies amenazadas o endémicas.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SERMARNAT-2001 el sitio donde se desarrollará el proyecto no representa cualidades ambientales o únicas o especiales, los elementos de riesgo que pudiera presentarse están caracterizados y son de tipo técnico, el tipo de material que se extraerá, está presente en la región y concretamente en esta zona, por lo que se tendrá un impacto socioeconómico de importancia en la región y un impacto no tan drástico.

1.2 Estado del arte

Los derivados o agregados son materiales granulados que se utilizan para la construcción civil. Se caracteriza por su estabilidad química y su resistencia mecánica. La caliza es uno de los minerales rocosos que se extraen de los yacimientos calcáreos sedimentarios, La cual extracción del material que se encuentra en los yacimientos calizos es realizada por otra empresa con capacidad y experiencia suficientes para cumplir dichas labores.

Cumpliendo con todas las normativas locales, quienes proceden primeramente a retirar la capa vegetal sobre las rocas. Este desalojo primario es enviado a un vertedero, donde se acumulan los materiales que no sirven como materia prima. Con un terreno limpio se planifica cortes y forma de extracción del material, muchas veces utilizando explosivos para voladuras controladas.



Las necesidades de producción de la Planta, se estiman las cantidades para almacenar en centros de acopio. Si al fragmentar la roca, por medio de voladuras, estas salieran con un tamaño mayor al establecido, estas rocas son retiradas para proceder a fragmentarlas por medios mecánicos (utilizando taladros percusores). El material de fragmentado, cuando está listo en su tamaño adecuado, es ideal transportarlo hasta la planta de trituración para su procesamiento.

Los derivados o agregados se usan particularmente en la construcción de carreteras y edificaciones, las cuales deben ser elaboradas según el diseño establecido, las cuales varían según el tamaño, carga de trabajo, influencias de trabajo, etc. En términos generales, la producción de piedra está compuesta por tolva, alimentador vibratorio, trituradora de mandíbulas, trituradora de cono, trituradora de impacto, trituradora de impacto vertical, zaranda, lavadora de arena y cinta transportadora.

La misma recibirá las piedras extraídas de la cantera, dispondrá de una rampa de recepción de piedras, unidades trituradoras de diferentes medidas o tamaños de procesamiento de las piedras (cribas). Una vez procesadas las piedras serán acopiadas en sitios de acopio para luego ser cargadas en camiones tumbas, pesadas en bascula dentro de la planta, y conducidas a su lugar de utilización.

Todas las trituradoras tienen características distintas. Para determinar que maquinas se usaran es necesario conocer que material será triturado, que cantidad, tamaño de entrada a la primera máquina y que tamaño final de desea obtener al final del proceso. Cada máquina ofrece un Índice o Tasa de Reducción, es decir la relación existente entre la entrada y la salida.

El tipo de material (caliza) que se extraerá, está presente en esta región del Municipio de Villaflores y concretamente en esta zona ya antes mencionada por lo que tendrá un impacto socioeconómico de importancia en la región y un impacto no tan drástico, por lo que el proyecto no afectará significativamente los recursos forestales del área y se considera un proyecto viable.

1.3 Justificación

La explotación de este tipo de material se convertirá en una de las fuentes de ingreso para los pobladores de la región que se encuentran a los alrededores de dicho municipio, ya que en el entorno físico se caracteriza por una amplia zona de cerros y lomas de piedra caliza y de material para la construcción y podemos ver que es una zona propicia para la explotación de este material.

Así como también la instalación y construcción de una sub-estación eléctrica dentro del predio donde se pretende instalar los centros de carga y su distribución eléctrica, a su vez se contempla la instalación y tendido de las líneas eléctricas y cableado dentro de la planta dirigidas hacia cada una de las máquinas de producción, moto reductores de bandas transportadoras y cuarto de control.

1.4 Objetivo

Garantizar el correcto funcionamiento de la maquinaria y equipo en la Instalación eléctrica en planta trituradora y derivados.



1.5 metodología

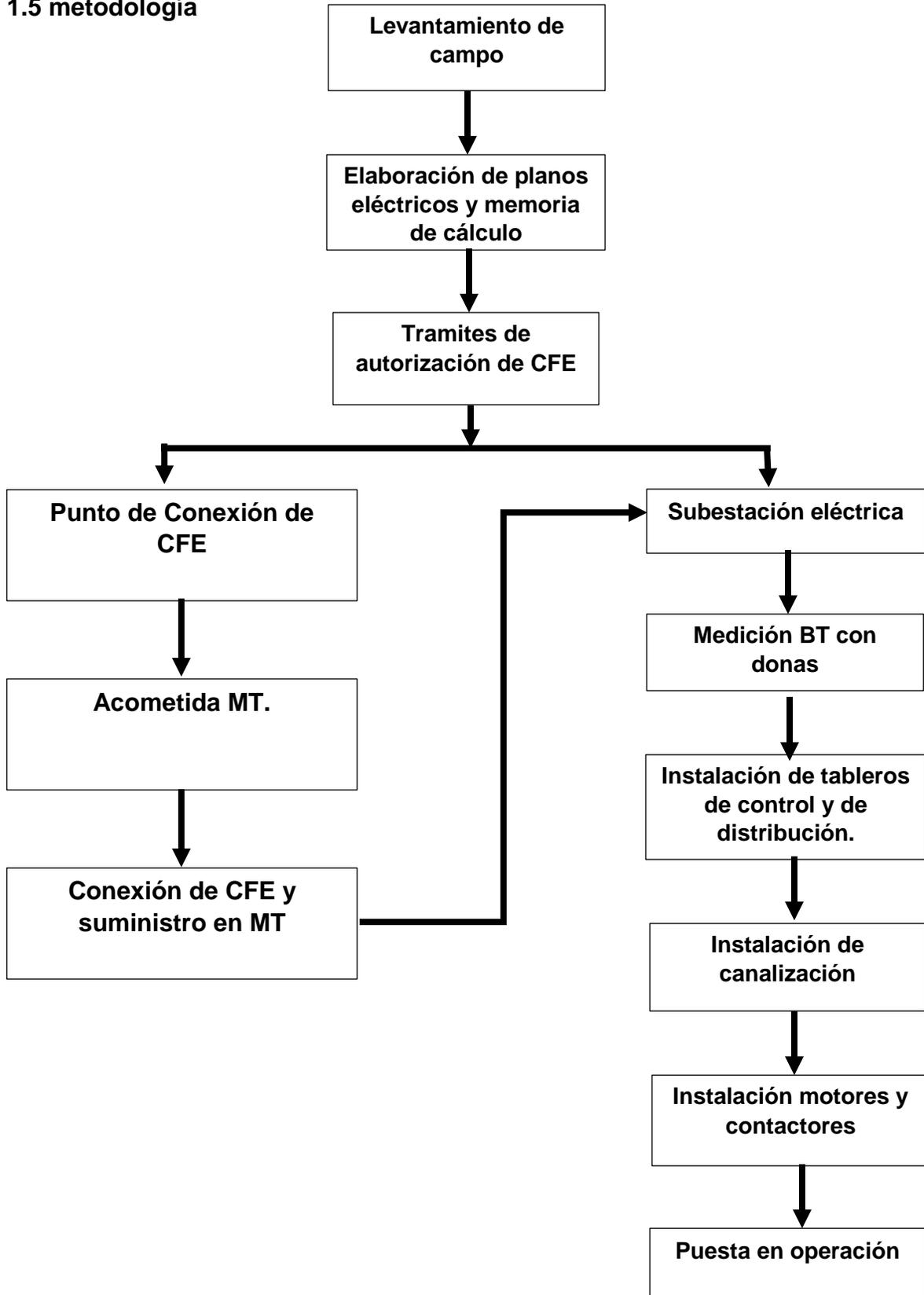


Fig. 1.1 Diagrama Hardware del proyecto.



2. Fundamento teórico

2.1 Línea de distribución CFE

La línea de transmisión es el elemento del sistema de potencia que se encarga de transportar la energía eléctrica desde el sitio en donde se genera hasta el sitio donde se consume o se distribuye. Las líneas de transmisión como su nombre lo indican son aquellas complejas estructuras que transportan grandes bloques de energía eléctrica dentro de los diferentes puntos de la red que constituye el sistema eléctrico de potencia, son físicamente los elementos más simples pero los más extensos.

La clasificación de los sistemas de transmisión puede ser realizada desde muy variados puntos de vista, según el medio: en aéreas y subterráneas. Los elementos de una línea de transmisión son conductores, aisladores y soportes.

Básicamente una línea de distribución construida con estructuras H es similar a una línea de subtransmisión.

Tipos de instalaciones en media tensión

Líneas subterráneas

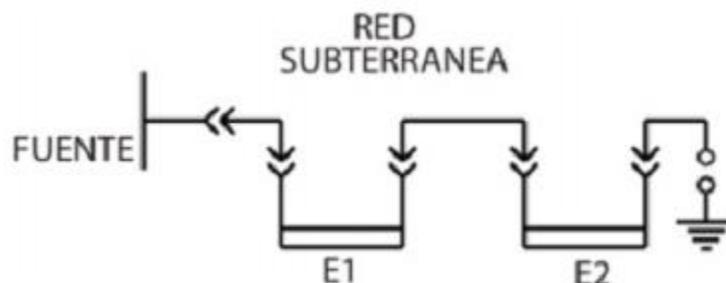
Son aquellas que están constituidas por uno o varios cables aislados que forman parte de un circuito eléctrico, colocados bajo el nivel del suelo, ya sea directamente enterrada o en ductos. Los aspectos que con carácter general deberán tenerse en cuenta en el diseño e instalación de líneas subterráneas de MT son los siguientes:

- Tensión nominal.
- Sistema de distribución.
- Cables y accesorios.

Las configuraciones con que cuenta una instalación subterránea en media tensión son:

Configuración radial:

Es aquella que cuenta con una trayectoria entre la fuente y la carga proporcionando el servicio de energía eléctrica.

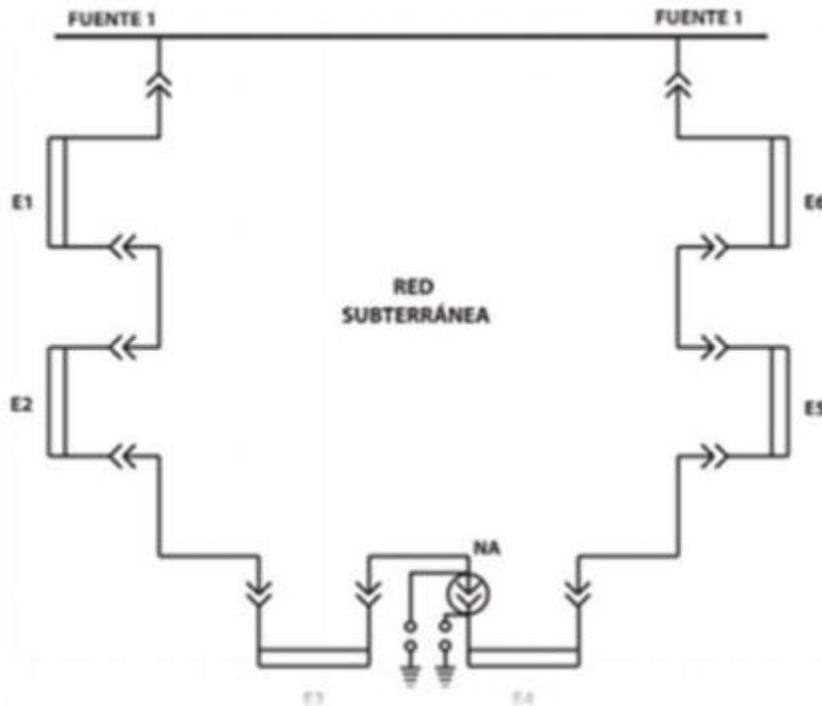


Configuración radial.



Configuración en anillo:

Es aquella que cuenta con más de una trayectoria entre la fuente o fuentes y la carga para proporcionar el servicio de energía eléctrica.



Configuración en anillo

Para las instalaciones subterráneas deben emplearse conductores de aluminio y en casos especiales en que la CFE lo requiera, se podrán utilizar conductores de cobre.

En una Red Subterránea las fallas se deben considerar siempre como fallas permanentes, por lo que no deben de utilizarse re cierres.

Líneas aéreas

Las líneas aéreas son aquellas que están constituidas por conductores desnudos, forrados o aislados, tendidos en el exterior de edificios o en espacios abiertos y que están soportados por postes u otro tipo de estructuras con los accesorios necesarios para su fijación, separación y aislamiento de los mismos conductores.

Su tensión eléctrica de operación va de los 1000 hasta los 34500 volts.

Las líneas aéreas de media tensión deben tener resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas propias y las debidas a las condiciones meteorológicas a que estén sometidas, según el lugar en que se ubiquen, con los factores de sobrecarga adecuados.



2.2 Tipos de estructuras CFE

De acuerdo a la norma aérea de construcción en sus generalidades de CFE, los sistemas la selección de estructuras de media tensión esta previstas con los lineamientos siguientes:

Se considera estructura de media tensión todas aquellas que soporten conductores cuya operación sea hasta 13 kv hasta 33kv. la identificación de las estructuras están codificada con base al tipo, de la posición de los diferentes niveles y número de conductores en la estructura.

Esto facilita su sistematización al momento de presupuestar o requerir material. En la línea de media tensión se consideran tramos cortos los menores de 65 metros y tramos largos de los mayores de 65 metros. Los primeros se construyen principalmente en zonas urbanas puesto que están determinados por los tramos en instalaciones de baja tensión, en tanto que los segundos se construyen por lo general en zonas rurales.

El uso del neutro está limitado a las líneas rurales con sistemas trifásicos a cuatro hilos (3F-4H), ubicadas con alta incidencia de descarga atmosféricas o en casos especiales que lo requieran. Antes de iniciar la construcción se debe formular un proyecto con base a las características del terreno, así como comprobar que no se excedan las limitantes de diseño de las estructuras

Se recomienda que el proyecto y la construcción de más de un circuito en la misma estructura solo se hagan cuando los derechos de vía impidan la construcción normal.

Estructura tipo R.

Consideraciones acerca de la estructura R:

- La estructura tipo RD se usa para rematar los conductores donde principia o termina la línea. El remate de los conductores se hace en cruceta, las estructuras RD se deben instalar en tangente.
- Esta soporta las cargas verticales, transversales y longitudinales que transmiten los cables, así como el empuje del viento sobre el poste, sin embargo, para el diseño rigen las cargas longitudinales de los cables.
- La capacidad de carga de ésta estructura depende fundamentalmente de la resistencia de la cruceta, así como el conjunto retenida, perno ancla, ancla y empotramiento.
- Para el diseño de la estructura se considera a la línea como un sistema formado por estructuras de: paso, deflexión anclaje y remate con tensiones mecánicas de cables iguales, de tal manera que en las estructuras de paso y deflexión las tensiones horizontales se encuentran en equilibrio y que la estructura de remate absorbe las tensiones longitudinales.



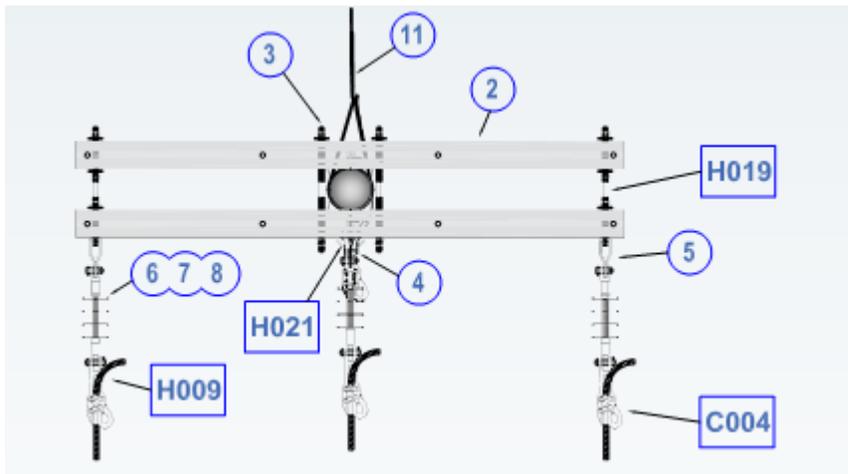
Existen cinco derivaciones importantes de la estructura tipo R como se muestra en la tabla:

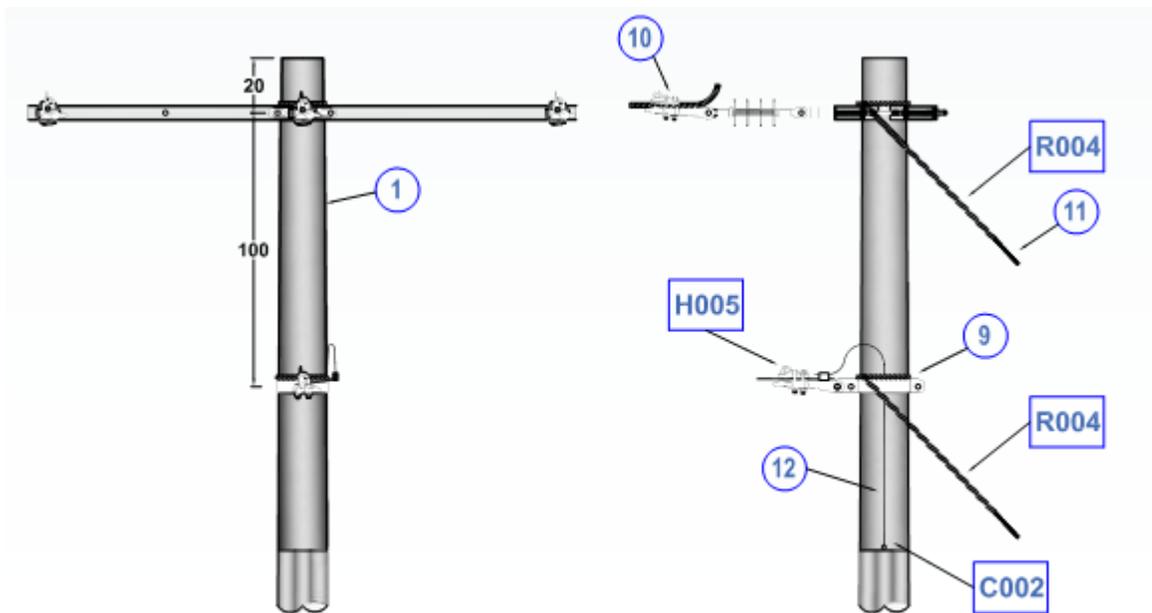
Estructura	Clave de referencia.
Remate, Poste, 2 fases, neutro corrido	RD2N
Remate, Poste, 2 fases, guarda	RD2G
Remate, Poste, 3 fases, neutro corrido	RD3N
Remate, doble, 3 fases, neutro corrido	RD3N/RD3
Remate, Poste, 3 fases, guarda	RD3G

Tabla: Derivaciones de estructuras tipo R

En las estructuras RD2N, RD2G, RD3N, RD3G, todas son utilizadas para rematar conductores ligeros y pesados en líneas rurales en un lado del poste.

En áreas urbanas se remata el neutro en bastidor y carrete h.





Estructura RD3N

MÓDULO DE MATERIALES

REF. No.	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD		
		13 kV	23 kV	33 kV
1	Poste de concreto PCR-12-750	1	1	1
2	Cruceta PR200	2	2	2
3	Perno DR 16 x 457	4	4	4
4	Moldura RE	1	1	1
5	Ojo RE	2	2	2
6	Aislador 13SHL45N	3	0	0
7	Aislador 23SHL45N	0	3	0
8	Aislador 34SHL45N	0	0	3
9	Abrazadera 1AG	1	1	1
10	Grapa remate	4	4	4
11	Retenida	2	2	2
12	Bajante de tierra	1	1	1
13	Conector	1	1	1

Módulo de materiales de la estructura RD3N.



Estructura tipo A

Consideraciones de la estructura tipo A:

- La estructura A de anclaje para líneas de media tensión tiene como función aislar mecánicamente una línea con trayectoria recta, cambio de calibre y pequeñas deflexiones.
- Cuando el remate de los conductores se realice en el poste, el nombre genérico de esta estructura es AP (anclaje en el poste). Esta estructura se utiliza para rematar conductor de cualquier calibre.
- En áreas urbanas generalmente se utiliza estructuras de anclaje con remate en las crucetas.
- En líneas rectas debe existir una estructura de anclaje cada 1 Km cuando menos; en zonas geográficas sometidas a condiciones climatológicas que ponen en riesgo el daño de las instalaciones deberá consultarse con el área correspondiente.
- A todas las estructuras de anclaje en líneas rurales se les debe instalar retenidas de tempestad.

Existen cuatro derivaciones importantes de la estructura tipo A como se muestra en la tabla:

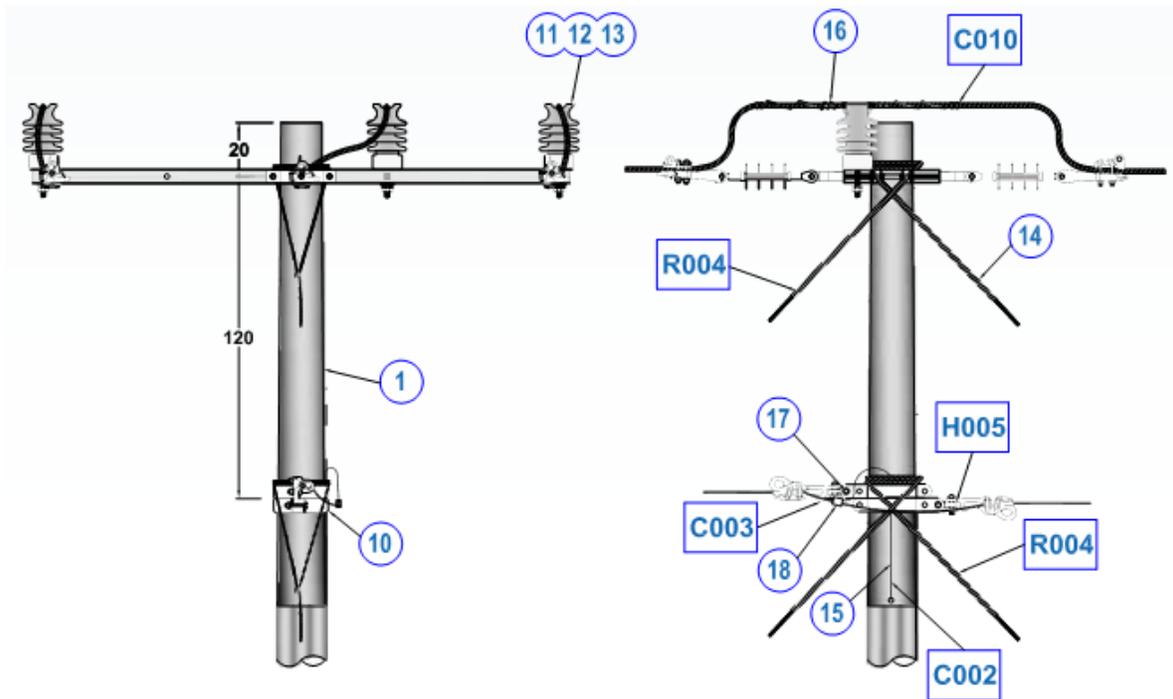
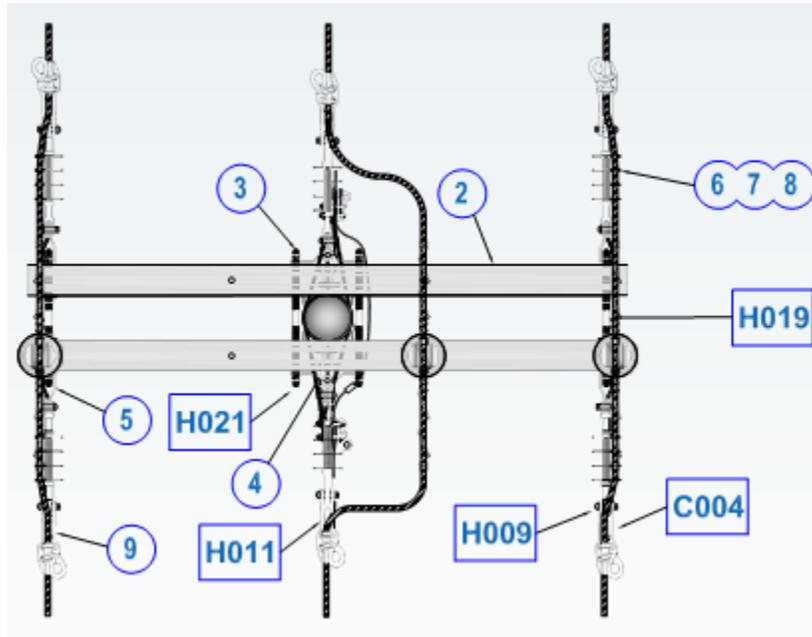
Estructura	Clave de referencia.
Anclaje, doble cruceta, 2 fases, neutro corrido	AD2N
Anclaje, doble cruceta, 2 fases, guarda	AD2G
Anclaje, doble cruceta, 3 fases, neutro corrido	AD3N
Anclaje, doble cruceta, 3 fases, guarda	AD3G

Las

cuatro estructuras antes mencionadas todas son utilizadas para anclar conductores pesados y ligeros en uno o en ambos lados del poste.

Ya la selección de estas dependerá del conductor a utilizar y de la deflexión en la línea.





Estructura tipo AD3G

MÓDULO DE MATERIALES

REF. No.	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD		
		13 kV	23 kV	33 kV
1	Poste de concreto PCR-12-750	1	1	1
2	Cruceta PR200	2	2	2
3	Perno DR 16 x 457	4	4	4
4	Moldura RE	2	2	2
5	Ojo RE	4	4	4
6	Aislador 13SHL45N	0	6	0
7	Aislador 23SHL45N	0	6	0
8	Aislador 34SHL45N	0	0	6
9	Grapa remate	6	6	6
10	Abrazadera 3AG	2	2	2
11	Aislador 13PD	3	0	0
12	Aislador 22PD	0	3	0
13	Aislador 33PD	0	0	3
14	Retenida	4	4	4
15	Bajante de tierra	1	1	1
16	Alambre 4	2	2	2
17	Grillete GA1	2	2	2
18	Conector	1	1	1

Módulo de materiales de la estructura AD3G

Estructura tipo T

Consideraciones de la estructura tipo T:

- La estructura tipo "T" sirve para soportar conductores de líneas primarias sin absorber el esfuerzo de su tensión mecánica, solo los debidos al efecto de viento o pequeñas tensiones mecánicas como las del tramo flojo o de alguna pequeña deflexión.
- La estructura tipo "T" se usa en líneas de distribución urbana y rural. Esta estructura se utilizará siempre y cuando cumpla con la separación horizontal y vertical a construcciones, en caso contrario se utiliza estructuras tipo "V"



Para este tipo de estructuras el claro máximo interpostal depende fundamentalmente de sí:

- Se usa en líneas en media tensión urbana y rural.
- La altura mínima del poste a utilizar en líneas de media tensión es de 12 m.
- La fase del centro siempre debe ir al lado de la calle.
- La posición de las crucetas en el poste se debe alternar, es decir, una del lado fuente y la siguiente en el lado de la carga.
- En líneas rurales con sistemas 3F-4H con conductores pesados, el neutro se deberá llevar como hilo de guarda.
- En líneas rurales de 3 fases construidas con estructuras tipo “T”, la fase central se alternará en cada poste (en zigzag).

Existen cuatro derivaciones importantes de la estructura tipo T que se muestran en la tabla:

Estructura	Clave de referencia
Te, sencilla, 2 fases, neutro corrido	TS2N
Te, sencilla, 2 fases, neutro de guarda	TS2G
Te, sencilla, 3 fases, neutro corrido	TS3N
Te, sencilla, 3 fases, neutro de guarda	TS3G

Derivaciones de estructuras tipo T

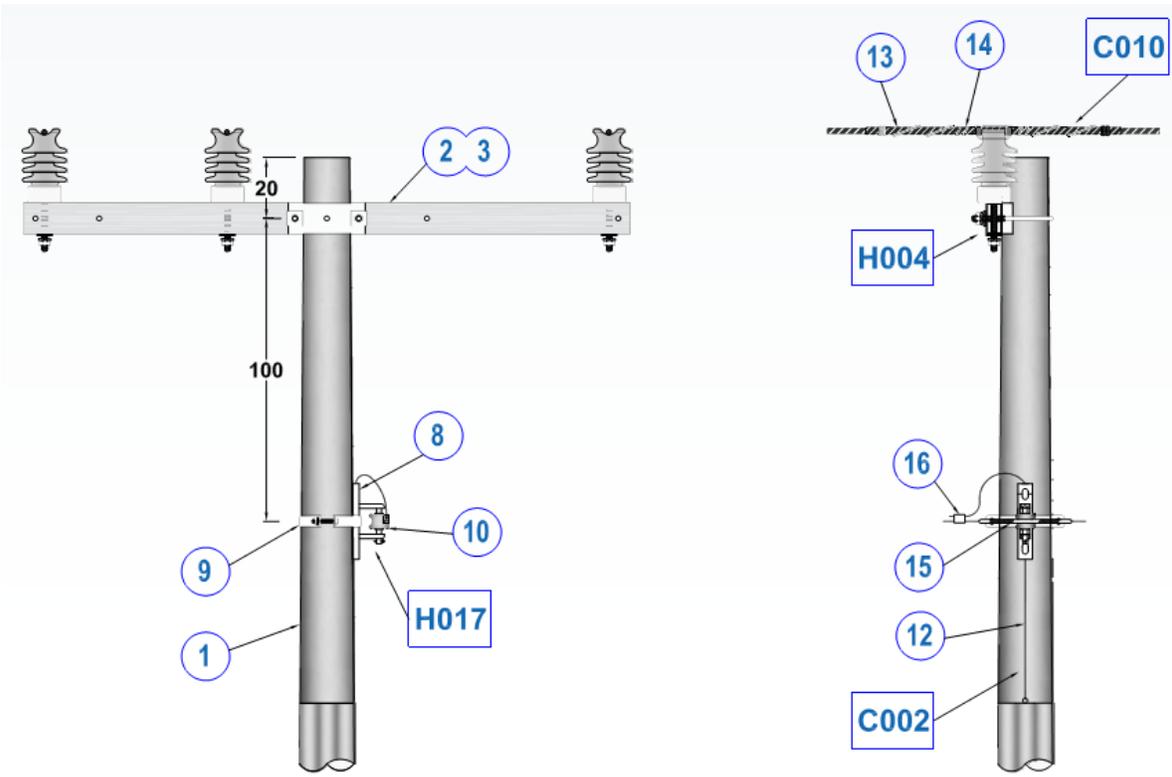
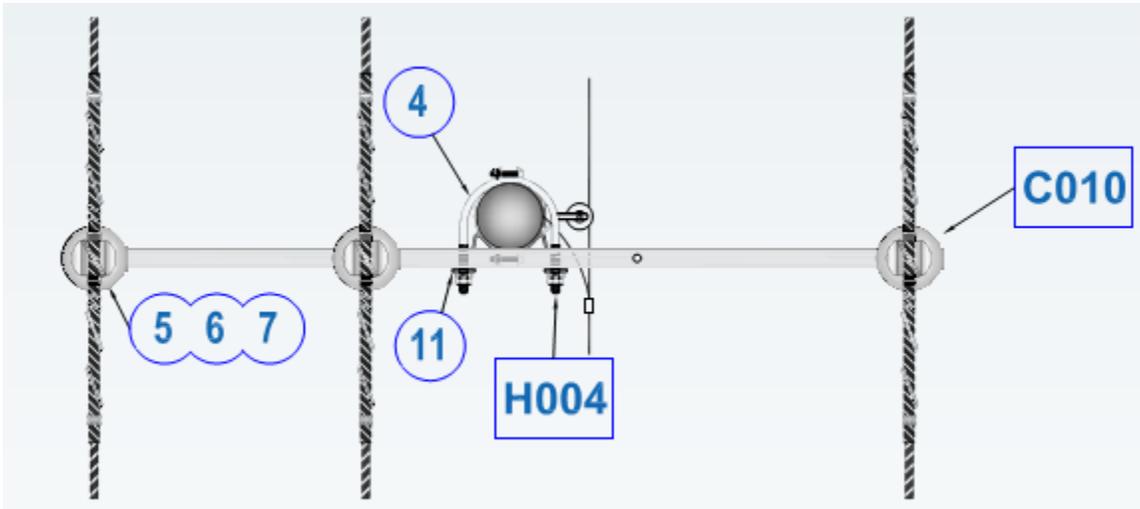
Estructura TS3N.

Se utiliza en áreas rurales con baja incidencia de descargas atmosféricas y en áreas urbanas para líneas de media tensión sin red de baja tensión.

En áreas rurales la fase central deberá instalarse alternadamente (a uno otro lado del poste) en cada estructura.

En áreas rurales se instalará una bajante de tierra cada dos estructuras como mínimo mientras que en áreas urbanas la conexión a tierra la determinará la red secundaria.





MÓDULO DE MATERIALES

REF. No.	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD		
		13 kV	23 kV	33 kV
1	Poste de concreto PCR-12-750	1	1	1
2	Cruceta PT200	1	1	0
3	Cruceta PT250	0	0	1
4	Abrazadera UC	1	1	1
5	Aislador 13PD	3	0	0
6	Aislador 22PD	0	3	0
7	Aislador 33PD	0	0	3
8	Bastidor B1	1	1	1
9	Abrazadera 1BS	1	1	1
10	Carrete H	1	1	1
11	Placa 1PC	2	2	2
12	Bajante de tierra	1	1	1
13	Varilla preformada	4	4	4
14	Alambre 4	3	3	3
15	Alambre 4	1	1	1
16	Conector	1	1	1

Módulo de materiales de la estructura TS3N.

Estructura tipo V

Consideraciones de la estructura tipo V:

- Esta estructura es típicamente urbana y se utiliza para dar libramiento horizontal a edificios de varios pisos o a algún tipo de obstáculos como anuncios, arbotantes, etc.
- Esta estructura se debe usar en tramos hasta de 65 m.



- En estructuras de remate (VR) o anclaje (VA) para conductor pesado se recomienda postes de acero con retenida volada a poste o estaca para evitar esfuerzos de torsión al poste de concreto.
- La estructura de anclaje (VA) solo se usará en cambio de calibre de conductor.
- Cuando no existan problemas de libramiento horizontal se puede utilizar la cruceta volada para reducir deflexiones de la línea en urbanizaciones irregulares.
- La cruceta debe quedar a 90° con respecto a la cara del poste.

Entre las más utilizadas en el campo laboral encontramos 6 derivaciones de la estructura tipo V como se observa en la siguiente tabla:

Estructura	Clave de referencia.
Volada, Cruceta Sencilla, 1 fases, neutro corrido.	VS1N
Volada, Cruceta Sencilla, 2 fases, neutro corrido.	VS2N
Volada, Cruceta Sencilla, 3 fases, neutro corrido.	VS3N
Volada, Remate, 1 fase, neutro corrido.	VR1N
Volada, Remate, 2 fases, neutro corrido.	VR2N
Volada, Remate, 3 fases, neutro corrido.	VR3N

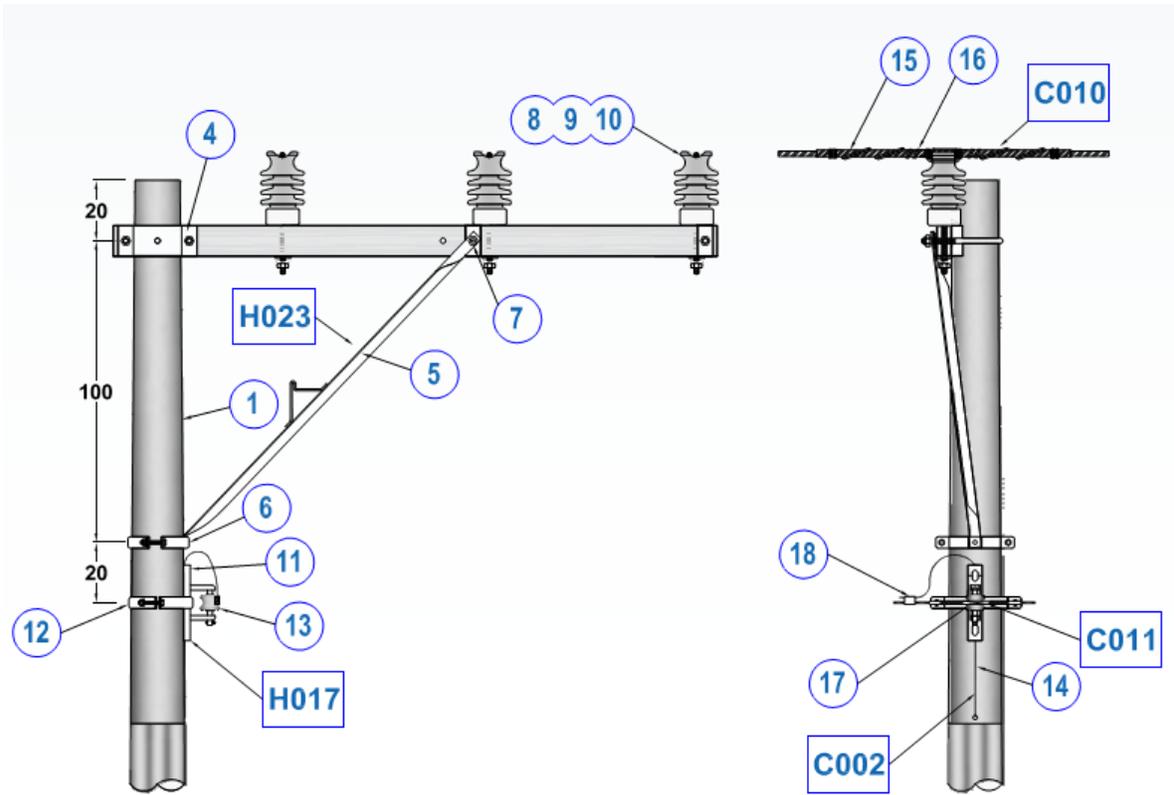
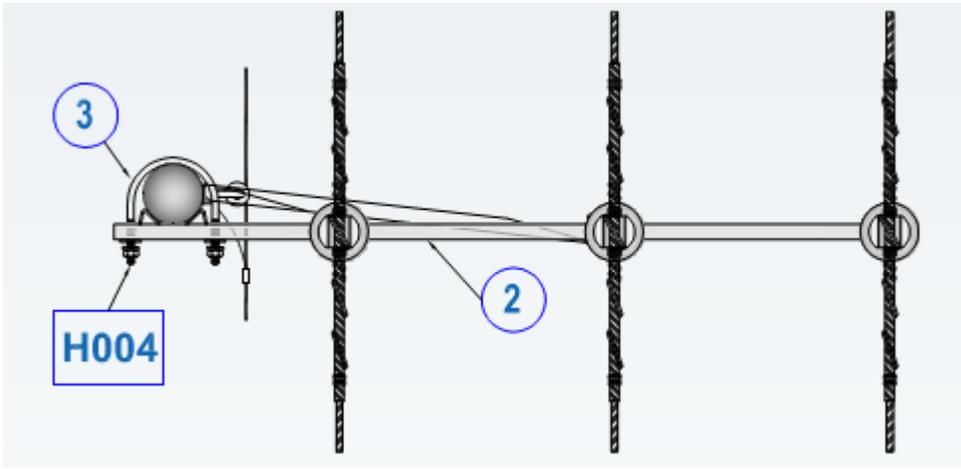
Derivaciones de la estructura tipo V

Todas estas derivaciones son utilizadas exclusivamente en áreas urbanas y cuando no existan líneas secundarias.

Las limitantes para el tramo máximo son por libramiento a piso o por resistencia del alfiler.

También se utiliza en sistemas urbanos con neutro corrido cuando existen problemas por separación a construcciones.





MÓDULO DE MATERIALES

REF. No.	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD		
		13 kV	23 kV	33 kV
1	Poste de concreto PCR-12-750	1	1	1
2	Cruceta PV200	1	1	1
3	Abrazadera UC	1	1	1
4	Placa PR	3	3	3
5	Tirante T2	1	1	1
6	Abrazadera 1BS	1	1	1
7	Tornillo 16 x 76	1	1	1
8	Aislador 13PD	3	0	0
9	Aislador 22PD	0	3	0
10	Aislador 33PD	0	0	3
11	Bastidor B1	1	1	1
12	Abrazadera 2BS	1	1	1
13	Carrete H	1	1	1
14	Bajante de tierra	1	1	1
15	Varilla preformada	3	3	3
16	Alambre 4	3	3	3
17	Alambre 4	1	1	1
18	Conector	1	1	1

Módulo de materiales de la estructura VS3N.



2.3 Conductores

Conductores de calibre mayor se consideran pesados.

Para seleccionar conductores se deben considerar factores eléctricos, mecánicos, ambientales y económicos. Las condiciones ambientales pueden ser normales, contaminadas o hielo.

Eléctricamente se calcula el calibre en función de la carga por alimentar y la distancia de la fuente a la carga. (Analizando regulación y pérdidas de energía por conducción). Empleando como mínimo 1/0 ACSR, 3/0 AAC y Nº 2 Cu.

Los conductores se normalizan en base a:

- Calibres.
- Material.

Se consideran conductores ligeros hasta:

COBRE	33.60mm ²	AWG
ACSR	53.49mm ² 1/0	AWG
AAC	85.00mm ² 3/0	AWG

En las líneas aéreas de media tensión se pueden tener tres tipos de conductor desnudos:

- AAC (Conductor fabricado en aluminio, de nominación usada generalmente para conductores desnudos.): Se utiliza en áreas urbanas y de contaminación.
- ACSR (Cable de aluminio con refuerzo central de acero): Se utiliza en líneas y áreas rurales en todos los calibres normalizados
- COBRE (Cable de cobre desnudo en temple duro, semiduro y suave): Se utiliza en áreas donde se justifique técnica y económicamente.

Ampacidad de conductores desnudos. Al seleccionar los conductores, no se debe sobrepasar su ampacidad. La **Tabla 922-10** muestra valores máximos de ampacidad, para los conductores desnudos usuales en líneas aéreas.



Tamaño o designación		Cobre*	ACSR	Aluminio
mm ²	AWG o kcmil			
8.37	8	90	—	—
13.3	6	130	—	98
21.2	4	180	140	130
33.6	2	240	180	180
53.5	1/0	310	230	235
67.4	2/0	360	270	275
85.0	3/0	420	300	325
107	4/0	490	340	375
135	266.8	—	460	445
171	336.4	—	530	520
242	477	—	670	650
322	636	—	780	—
403	795	—	910	—
484	954	—	1010	—
564	1113	—	1110	—
635	1351	—	1250	—
765	1510.5	—	1340	—
806	1590	—	1380	—

Tabla 922-10.- Ampacidad de conductores desnudos en amperes

Tendido de conductores en áreas urbanas y rurales.

Áreas urbanas.

Consideraciones a tomar en el tendido de conductores:

- En construcción de nuevas líneas primero se debe tender y tensar la línea de media tensión y posteriormente la línea de baja tensión.
- Cuando no existan problemas por tránsito de vehículos en la trayectoria de la línea se tendera el conductor en el piso. Los conductores de AAC o ACSR no se deben arrastrar.
- En la construcción de una línea de media tensión, se subirá primero a la cruceta el conductor del lado de la acera, luego el conductor de la fase central y por último el del lado del arroyo.
- Cuando existan problemas por tránsito de vehículos en la trayectoria del tendido, se deben llevar los conductores sobre las estructuras.
- La línea de media tensión se debe llevar sobre rodillos instalados en las crucetas, procurando mantener una tensión suficiente al conductor para que no cuelgue demasiado y ocasione problemas por libramiento inadecuado con algunos obstáculos o superficies.



- Se debe tender el conductor sobre los postes, rematar en un extremo y jalar el otro lado hasta obtener la tensión necesaria para las condiciones en que se esté trabajando.
- Después de dar la tensión especificada, se corta el cable dejando suficiente punta para los puentes de las conexiones. Se debe procurar dejar los puentes sin conectadores.

Áreas rurales.

Consideraciones a tomar en el tendido de conductores:

- Para tender el conductor en el piso, coloque los carretes con el conductor en un vehículo con soportes para carretes, fije un extremo del conductor y con el desplazamiento del vehículo, deposite el conductor sobre el suelo.
- Cuando se construye una línea donde existe un circuito en el nivel superior, se debe tender el conductor de la fase central alternando de posición en cada poste. Posteriormente se deben tender los de los extremos.
- Para subir los conductores pesados a la cruceta, se requiere utilizar poleas, o una grúa.
- Para tensar los conductores se deben apoyar en rodillos instalados sobre las crucetas.
- Para rematar en crucetas los conductores de los extremos se debe dar simultáneamente la misma tensión a ambos. La fase del centro se debe tensar y rematar posteriormente igualando la flecha con las otras dos.
- El tendido del conductor se debe hacer de forma que permita el máximo ahorro y que los puentes queden de una sola pieza.

Fijación de conductores.

Selección de grapas remate.

Las grapas se utilizan para rematar y soportar los conductores en líneas de media tensión, neutro o guarda.

Las grapas, rematen y suspensión serán de hierro o bronce para conductor de cobre y de aluminio para sujetar ACSR o AAC.

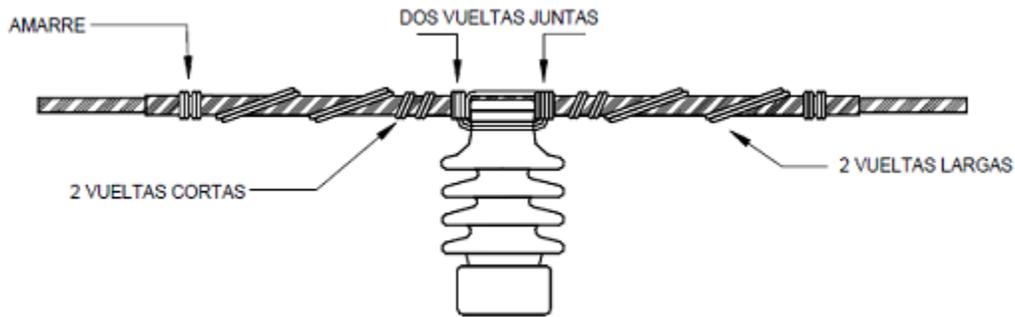
Amarre de conductores en media tensión.

Existen dos tipos de amarres de conductores en media tensión:

- Amarre doble.
- Amarre tipo moño.



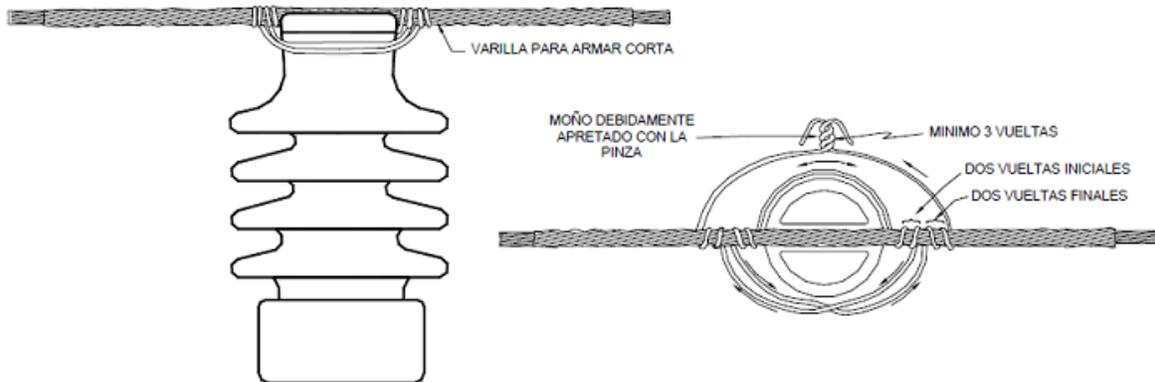
El amarre doble se puede utilizar para conductores ligeros y pesados, ya sea para tramos cortos o largos.



Amarre doble.

Para conductores de cobre el amarre se hace con alambre suave o recocido de cobre N° 6 AWG, mientras que para conductores de ACSR o AAC el amarre se hace con alambre de aluminio suave N° 4 AWG.

El amarre tipo moño se utiliza en lugares donde predominen fuertes vientos.



Amarre tipo moño.

Para conductores de cobre el amarre se hace con alambre suave o recocido de cobre N° 6 AWG mientras que para conductores de ACSR o AAC el amarre se hace con alambre de aluminio suave N° 4 AWG.

El cambio de amarre se efectuará en línea desernegizada o en un sistema aislado sobre aislado.

2.4 Conectores de media tensión.

Para todo tipo de conexiones en conductores, en especial de aluminio y ACSR, y de estos con conductores de cobre, invariablemente se deben usar conectores de compresión. En el caso de conexiones cobre-cobre se puede utilizar, entorche o conector de compresión de cobre.

Para la aplicación de conectores de compresión es necesario:

- Inmediatamente antes de efectuar la conexión se deben de limpiar perfectamente las superficies de contacto con cepillo de alambre.
- Para efectuar una correcta conexión eléctrica se deben seguir las indicaciones del fabricante tanto del conector como de la pinza para la compresión.
- Verifique la correcta operación de la pinza.
- Aplique en el conector el número y forma de compresiones indicadas por el fabricante.
- No debe retirar el empaque del conector sino hasta el momento inmediato antes de su instalación.

Existen siete tipos de conectadores:

- Conector derivadores de 90 grados.
- Conector derivadores paralelo.
- Conector unión con tensión.
- Conector unión sin tensión.
- Conector para tierra.
- Conector bipartido.

El conector derivadores de 90 grados que se utiliza para la conexión eléctrica para derivar a 90° en cables Aluminio-Aluminio y Aluminio-ACSR.

Los conectadores derivadores en paralelo se utilizan en una conexión eléctrica para la derivación en paralelo de alambres y cables como Aluminio-Aluminio, Aluminio-ACSR, Aluminio-Acero y Aluminio-Cobre.

El conector unión con tensión se utiliza en la Conexión eléctrica de cables Aluminio-Aluminio y ACSR-ACSR; sometidos a tensión mecánica.

El conector unión sin tensión se utiliza en la Conexión eléctrica de cables Aluminio-Aluminio y ACSR-ACSR, que no están sometidos a tensión mecánica.

El conector para tierra se utiliza en la conexión de conductores de cobre al electrodo para sistemas de tierra.

El conector bipartido se utiliza en la conexión mecánica de conductores de cobre o acero.



Aisladores tipo poste.

Un aislador tipo poste es aquel que consiste de una pieza de material aislante ensamblado permanentemente a una base metálica y en ocasiones a un herraje para fijación del conductor, para ser montado rígidamente a una estructura o cruceta por medio de un perno o varios tornillos.



Aislador tipo poste

Este aislador se divide en dos tipos importantes:

- Aislador para zonas contaminadas (PC).
- Aislador para zonas con descargas atmosféricas (PD).

Los aisladores para zonas contaminadas son aisladores de tipo poste que, por sus características dimensionales de diseño del perfil y materiales, es adecuado para trabajar en zonas con nivel de contaminación media, alta y extra alta.

Los aisladores para zonas con descargas atmosféricas son aisladores de tipo poste que, por sus características dimensionales de diseño del perfil y materiales, es adecuado para trabajar en zonas con incidencia de descargas atmosféricas, con una probabilidad mínima de flameo o perforación a 60 Hz.

Los aisladores tipo poste se clasifican de acuerdo a:

- Tensión eléctrica nominal del sistema (Kv): será de 13,8, 23, 34,5.
- Instalación: ya sea en postes de madera, fibra de vidrio, metálicos o postes de concreto.
- La zona de aplicación: puede ser de contaminación o descargas atmosféricas.
- Material: puede ser envolvente de hule silicón con núcleo de fibra de vidrio, porcelana, concreto polimérico.
- Distancia de fuga: puede ser con distancia de fuga simple o distancia de fuga protegida.



El acabado del aislador en cualquier material, porcelana, concreto polimérico o hule silicón, debe tener una superficie lisa, homogénea y libre de defectos superficiales.

Aislador tipo suspensión.

Un aislador de tipo suspensión es un arreglo de esbozo aislante y herrajes para el acoplamiento no rígido con otras unidades o al herraje de sujeción.

Los aisladores tipo suspensión se pueden clasificar en:

- Por su aplicación: pueden ser de horquilla y ojo anular o calavera y bola.
- Por su aplicación: puede ser para condiciones normal, con contaminación y corrosiva.

Normal: Es aquella con niveles de contaminación menores o iguales a 0.06 mg/m^2 .

Contaminada: es la que sobrepasa los niveles de 0.06 mg/m^2 .

Corrosiva: es aquella donde existen ambientes industriales, de alta humedad y marinos que aceleran la degradación de partes metálicas del aislador.

Para el aislamiento el esbozo debe tener un acabado vidriado y liso; de constitución homogénea, compacta y libre de porosidades. Los aisladores de porcelana deben ser de color gris o café oscuro y los de vidrio templado deben ser verdes o de un color claro translucido.

El vástago (ojo anular o bola) debe ser de acero o hierro nodular o maleable que cumpla con el valor de la resistencia mecánica para su aplicación. La posición del vástago debe ser perpendicular al plano del esbozo del aislador y estar alineado con respecto al eje central del esbozo y horquilla o calavera.

Entre los aisladores de suspensión también se encuentran los aisladores “Asus”, los cuales son aisladores de tipo sintéticos.

Los aisladores de suspensión sintéticos son aquellos que están formados al menos de dos partes aislantes, llamadas núcleo y una cubierta, equipada con herrajes metálicos para su uso en tensión o suspensión. El núcleo tiene una cubierta integral hermética, sobre la cual se colocan los faldones.

Para este tipo de aislador de suspensión se tienen para zonas contaminadas y normales. La zona contaminada serán aquellas que donde exista contaminación mayor a 0.2 mg/m^2 y hasta 0.6 mg/m^2 . Mientras que la normal será aquella donde la contaminación sea menor o igual a 0.2 mg/m^2 .





Aisladores de tipo suspensión Asus.

Aislador tipo carrete y retenida.

El aislador de tipo carrete (1c) tiene forma cilíndrica, con una o varias ranuras circunferenciales externas y perforado axialmente para su montaje. En media tensión son utilizados normalmente para el neutro o el hilo de guarda.

El aislador de tipo retenida es un aislador de forma cilíndrica con dos agujeros y ranuras transversales. Es utilizado en tirantes de postes de remate final e intermedio. Los comúnmente más utilizados son los 3r y los 4r que son para 23 Kv y 33 Kv respectivamente.

El material del que están hechos es porcelano. El aislamiento debe tener una superficie vidriada y lisa, de constitución homogénea, compacta y libre de porosidades.



Aislador tipo carrete.

Herrajes.

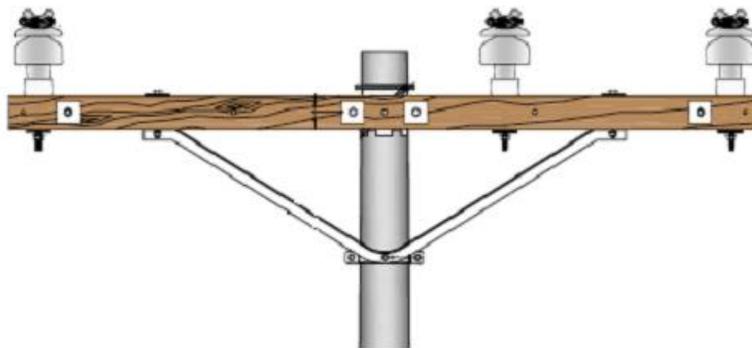
Son todos los componentes que se utilizan para fijar conductores, aisladores, entre otros a los diferentes tipos de estructuras

Crucetas.

En las instalaciones de media tensión se tienen tres importantes tipos de crucetas:

- Crucetas de madera.
- Crucetas tipo C.
- Crucetas tipo P.

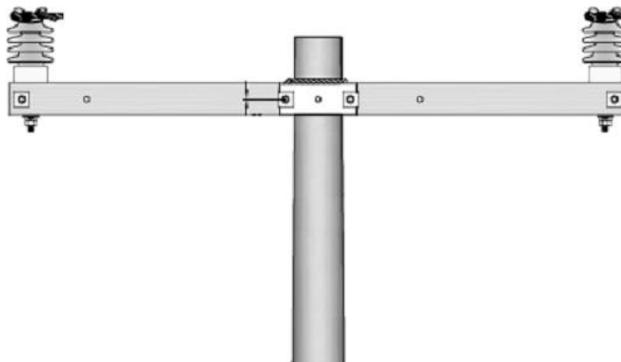
Para las crucetas de madera tienen que ser de una madera especial como lo es el abeto Douglas y el pino amarillo del sur que pueda soportar los esfuerzos que se le vayan a aplicar. También se le debe dar un tratamiento específico como lo puede ser pentaclorofenol con la finalidad de hacer que la cruceta resista tanto tiempo como la estructura.



Cruceta de madera.

Las crucetas de tipo C y P ambas son metálicas. Entre las más utilizadas están las C4T y las PT.

Las PT dependerá de que tensión se esté manejando, mientras que las C4T sus siglas solo cambian dependiendo del tipo de estructura.



Cruceta del tipo PT.



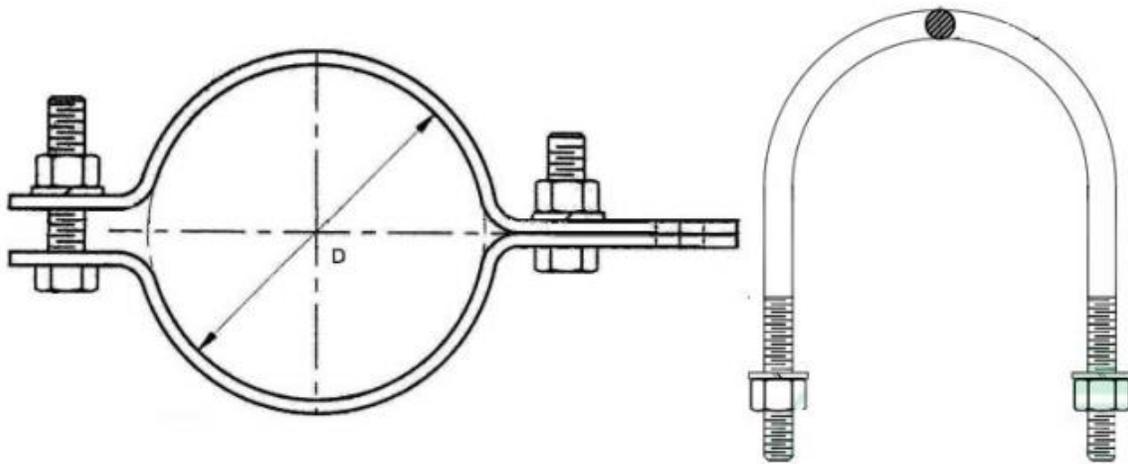
Abrazaderas.

Las abrazaderas se dividen en dos tipos:

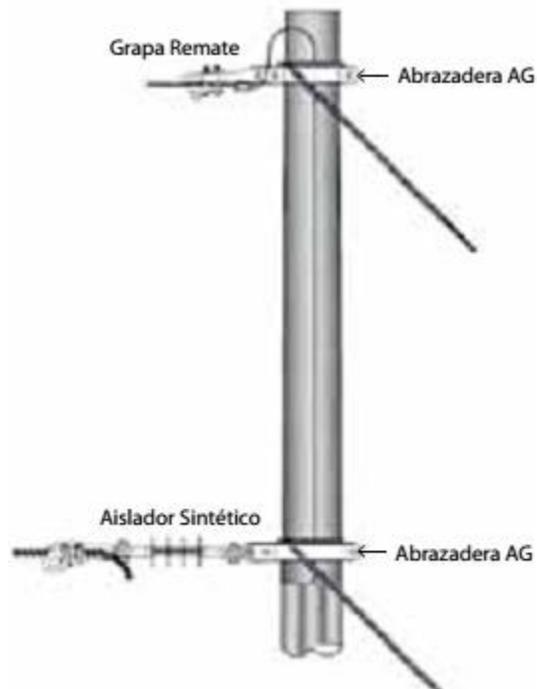
- Abrazadera UC o UL.
- Abrazadera AG

Las abrazaderas UC o UL se utilizan para fijar las crucetas a las estructuras de las líneas y redes aéreas.

Las abrazaderas AG se utilizan para fijar los aisladores de suspensión en estructuras de deflexión, con ángulos de 90° a 180° .



Abrazadera AG y UC.

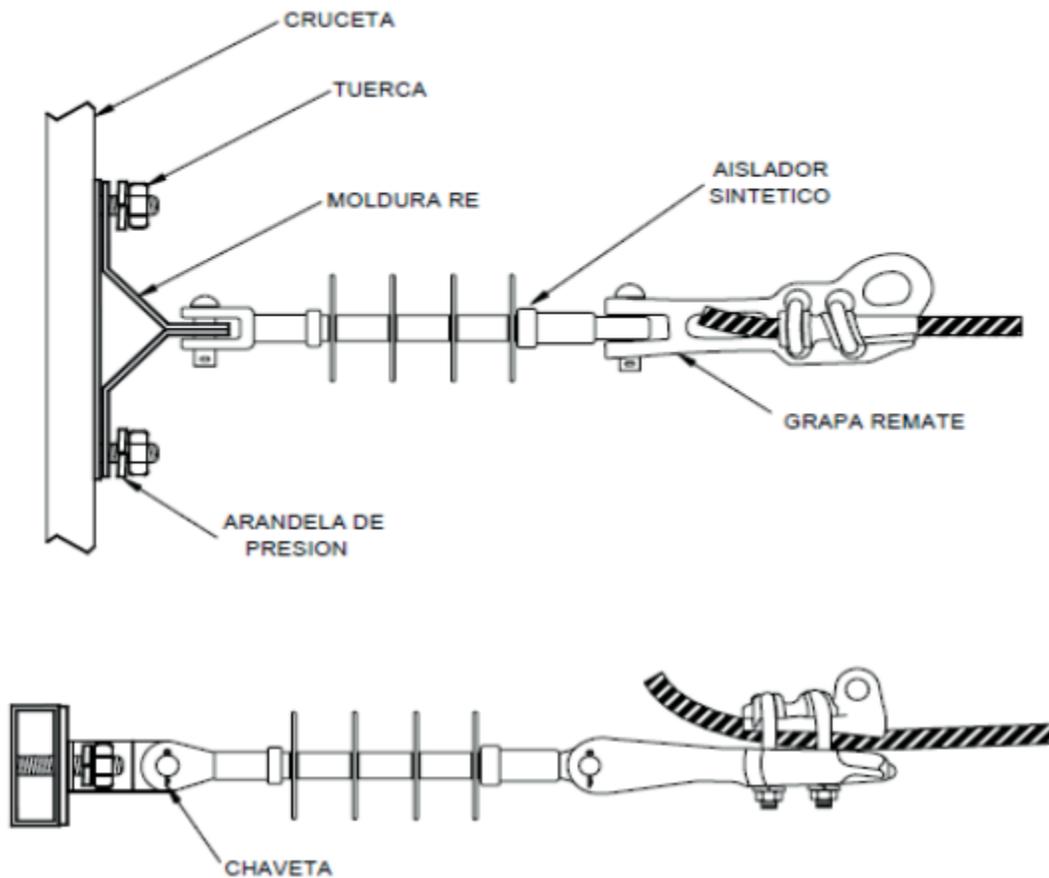


Molduras y ojos Re.

La moldura Re se usa para el remate de la fase central en las redes de distribución.



Moldura Re.

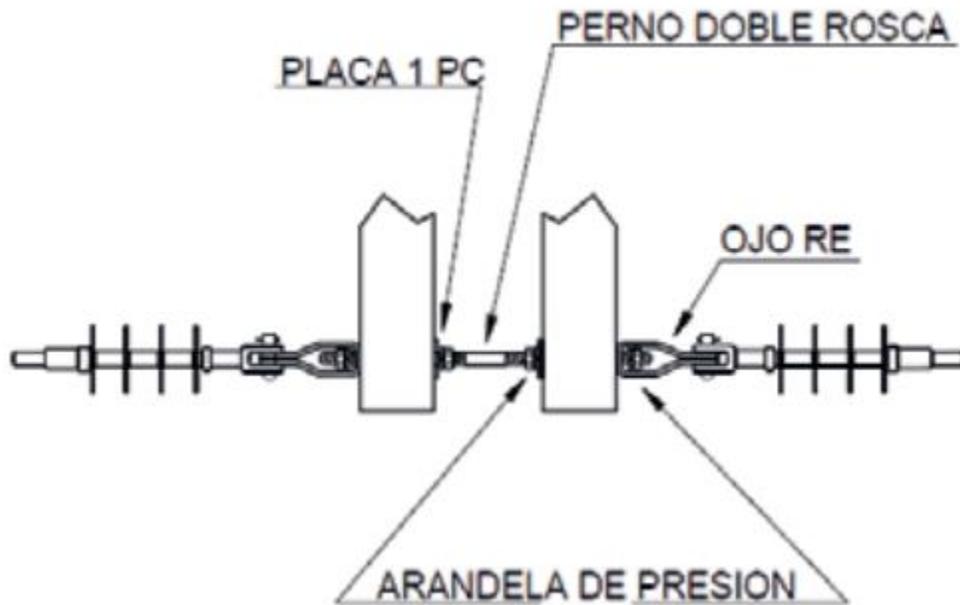


El ojo Re se utiliza para reforzar estructuras de remate y deflexión, así como para el remate de aislamientos en las redes de distribución.





Ojo Re.

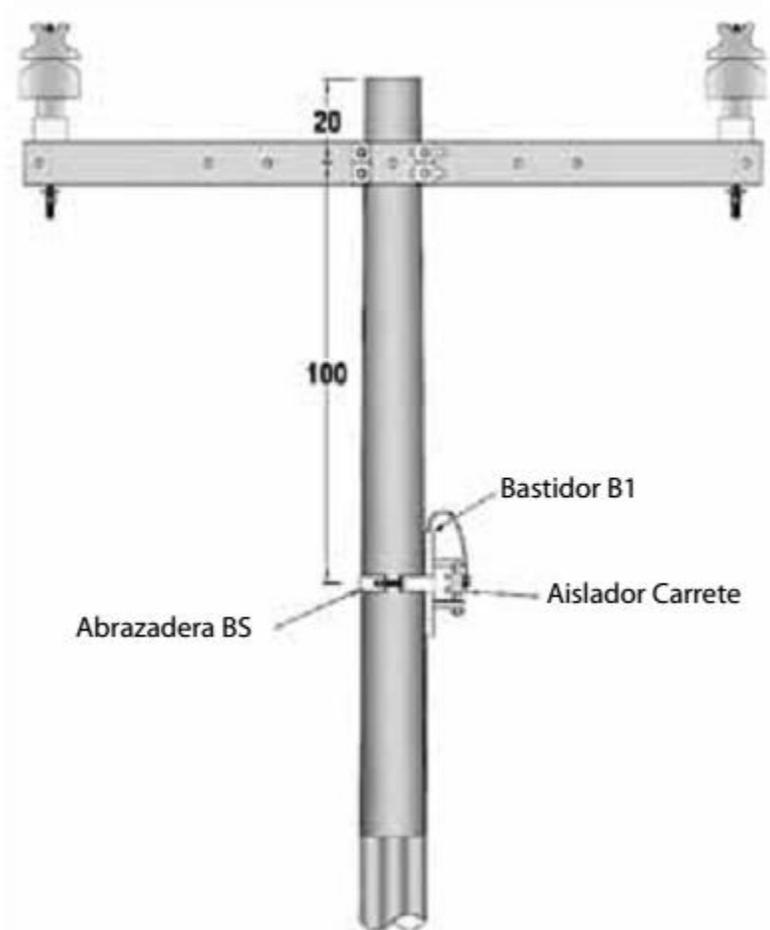


Bastidores tipo B.

Los bastidores tipo B se utilizan para dar soporte a los aisladores tipo carrete en las redes aéreas. Estos bastidores siempre van acompañados con abrazaderas para poder sujetarlos.



Bastidor tipo B1.

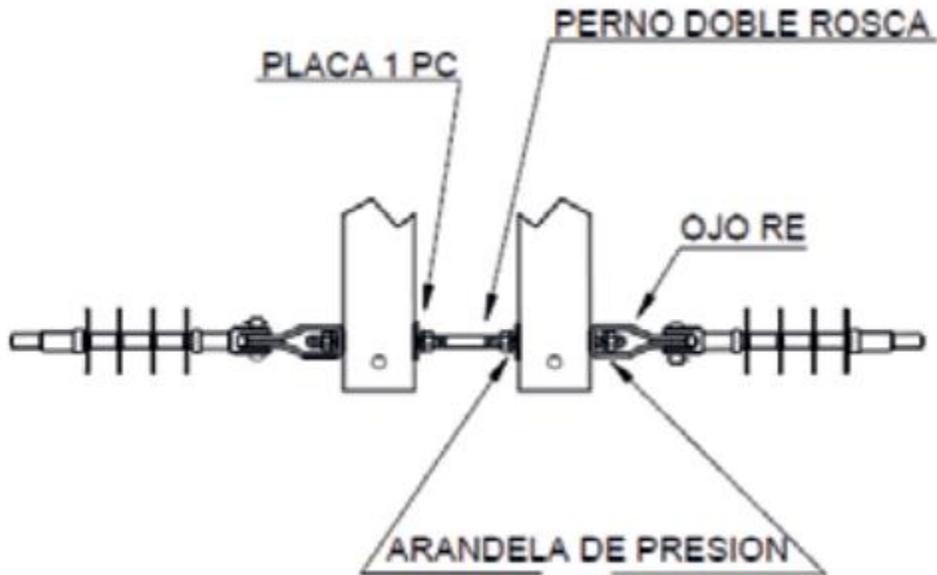


Tornillos y pernos doble rosca.

Los tornillos y los pernos doble rosca son los utilizados para sujetar todos los herrajes que van en la estructura. Dentro de los tornillos se tiene los de tipo M que es el tornillo tipo máquina y los de tipo E que son los de tipo estructural, mientras que el perno doble rosca brinda una mayor facilidad en el armado de los herrajes.



Perno doble rosca.



2.5 Transformador convencional

Tipo convencional de poste: Los transformadores de este tipo constan de núcleo y bobinas montados, de manera segura, en un tanque cargado con aceite; llevan hacia fuera las terminales necesarias que pasan a través de bujes apropiados. Los bujes de alto voltaje pueden ser dos, pero lo más común es usar un solo buje además de una terminal de tierra en la pared del tanque conectada al extremo de tierra del devanado de alto voltaje para usarse en circuitos de varias tierras.

El tipo convencional incluye solo la estructura básica del transformador sin equipo de protección alguna. La protección deseada por sobre voltaje, sobrecarga y cortocircuito se obtiene usando Apartarrayos e interrupciones primarias de fusibles montados separadamente en el poste o en la cruceta muy cerca del transformador. La interrupción primaria del fusible proporciona un medio para detectar a simple vista los fusibles quemados en el sistema primario.

Sirve también para sacar el transformador de la línea de alto voltaje, ya sea manual, cuando así se desee, o automáticamente en el caso de falla interna de las bobinas, los transformadores se instalan en los postes en la forma siguiente: los de 100KVA y menores se sujetan directamente con pernos al poste y los de tamaño de 167 a 500KVA tienen zapatas de soporte sujetas al transformador diseñadas para atornillarse a placas adaptadoras para su montaje directo en los postes.

O para colgarse de crucetas por medio de suspensores de acero que están sujetos con firmeza al propio transformador. Los bancos de tres transformadores monofásicos se cuelgan juntos de fuertes brazos dobles, por lo común ubicados en una posición baja en el poste o bien, de un soporte "agrupador" que los espacia entorno al poste.

Tres o más transformadores de 167KVA y mayores se instalan en una plataforma soportada por dos juegos de postes que se encuentran separados por una distancia



de 10 a 15 pies. A menudo la estructura de la plataforma de los transformadores se coloca sobre las propiedades de los consumidores, para reducir la distancia que deben recorrer los circuitos secundarios y evitar la congestión de postes en la vía pública.



Especificaciones de la NOM-001 SEDE 2012

Referencia para Transformadores: Artículo 450 Transformadores y Bóvedas para transformadores (incluidos los enlaces del Secundario).de la NOM-001 SEDE 2012.

Artículo 450-11. **Marcado.** Todos los transformadores deben tener una placa de características en la que conste el nombre del fabricante, el valor nominal en kilovoltamperes, la frecuencia, la tensión del primario y del secundario, la impedancia para los transformadores de 25 kilovoltamperes en adelante, las distancias necesarias para los transformadores con aberturas de ventilación y la cantidad y el tipo del líquido de aislamiento, cuando se use. Además, en la placa de características de todos los transformadores de tipo seco se debe incluir la clase de temperatura del sistema de aislamiento.

DATOS DE PLACA

GENERAL ELECTRIC														
S/N E424314-62P	CAUTION: BEFORE OPERATING READ INSTRUCTION QDI-1651													
KVA 5	85C RISE	ADDITVE POLARITY 2.4 % IMP 85C												
VOLTAGE RATING 2400/4160Y-120/240														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>% RATED VOLST</th> <th>TAPLANGER POSITION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>10.0</td><td>1</td></tr> <tr><td>9.7 1/2</td><td>2</td></tr> <tr><td>9.5</td><td>3</td></tr> <tr><td>9.2 1/2</td><td>4</td></tr> <tr><td>9.0</td><td>5</td></tr> </tbody> </table>			% RATED VOLST	TAPLANGER POSITION	10.0	1	9.7 1/2	2	9.5	3	9.2 1/2	4	9.0	5
% RATED VOLST	TAPLANGER POSITION													
10.0	1													
9.7 1/2	2													
9.5	3													
9.2 1/2	4													
9.0	5													
		10 CA OIL												
DISTRIBUTION TRANSFORMER														

Placa de un transformador de distribución, Línea de 4160 v. (Clesa).

FORMAS MÁS FRECUENTES DE CONEXIÓN DE LOS DEVANADOS

Transformadores trifásicos

Un transformador trifásico consta de tres transformadores monofásicos, bien sean separados (banco trifásico) o combinados sobre un mismo núcleo.

Conexión estrella

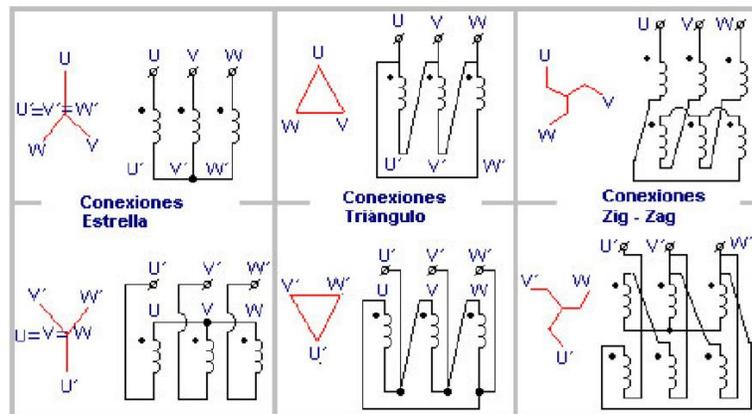
En la conexión estrella se unen en un mismo punto los tres extremos de los devanados que poseen la misma polaridad, existiendo dos formas básicas según se unan, (U, V, W) o bien (U', V', W').

Conexión triángulo

En la conexión en triángulo se unen sucesivamente los extremos de polaridad opuesta de cada dos devanados hasta cerrar el circuito. Según sea el orden de sucesión se obtienen dos configuraciones.

Conexión zigzag

La conexión zigzag en la práctica sólo se emplea en el lado de menor tensión. Consiste en subdividir en dos partes iguales los devanados secundarios, una parte se conecta en estrella y luego cada rama se une en serie con las bobinas invertidas de las fases adyacentes, siguiendo un determinado orden cíclico.



Grupo de conexiones

2.6 Equipos de protección.

Los equipos de protección serán los encargados de mantener una red de distribución sin fallas y si las hay se encargaran de componerlas lo más rápido posible.

Apartarrayos.

Son dispositivos destinados a absorber las sobretensiones producidas por descargas atmosféricas, por maniobras o por otras causas que, en otro caso, se

descargarían sobre aisladores o perforarían el aislamiento. Ocasionando interrupciones en el sistema eléctrico.

Para su correcto funcionamiento, los Apartarrayos siempre se encuentran conectados entre la línea y la tierra, y son elegidos con características tales que sean capaces de actuar antes de que el valor de la sobretensión alcance los valores de tensión del aislamiento de los elementos a proteger.

Entre las características más importantes de un Apartarrayos están:

- Tensión nominal: valor máximo de la tensión en condiciones normales.
- Frecuencia nominal: es la frecuencia nominal de la red.
- Corriente de descarga nominal: es la corriente de descarga utilizada para la selección de un Apartarrayos.
- Relación de protección: es la relación entre el nivel de aislamiento del material protegido y el nivel de protección del Apartarrayos.

El más utilizado hoy en día es el Apartarrayos de óxidos metálicos que tiene tres características muy importantes:

- Envoltorio exterior: puede ser de cerámico de porcelana de alta resistencia o polimérico para tener una mayor resistencia a los golpes.
- Resistencias no lineales de óxidos metálicos: las resistencias son encargos de conducir una corriente de fuga despreciable; y absorben perfectamente las corrientes de descargas.
- Conexión a tierra eyectable: se encarga de conectar el Apartarrayos con tierra y garantizar el paso de la corriente de descarga, así como la de evitar que una línea se quede fuera de servicio por una serie continua de descarga ya que este se desconecta de tierra poniendo el Apartarrayos fuera de servicio.



Apartarrayos de óxido metálico.

Corta circuito fusible

Los fusibles son los más viejos dispositivos de protección contra sobre corrientes y están constituidos por un solo elemento: Una pequeña cinta metálica hecha de una aleación con un punto de fusión bajo, y de una sección que llevara una corriente específica indefinidamente, pero que se fundirá cuando una corriente más grande fluye. Los fusibles, como los interruptores operan con una curva inversa de tiempo corriente diseñada para interrumpir rápidamente los corto circuitos, permitiendo por tiempos más largos las sobrecargas temporales o bien las corrientes de arranques de motores.

Para la selección del fusible es importante considerar la capacidad de corto circuito de este (no la corriente de operación), ya que si sucede un corto que sobrepase esta capacidad, aun cuando el fusible se funda el corto circuito persistirá en la instalación y el propósito de protección del fusible no será cumplido.

El corta circuito fusible protege a las líneas de los sistemas y los diferentes equipos de tales líneas como: Transformadores, bancos de capacitadores, líneas primarias y ramales, etc. Los cortacircuitos fusibles son usados en sistemas de distribución de 13,8, 23,0 y 34,5 kV, proporcionan protección confiable para interrumpir fallas o sobrecargas de corriente mediante la fusión del elemento fusible, dentro de su intervalo de capacidad interruptiva.

Diseñados para servicio en exteriores y se suministran junto con cuernos de arqueo para herramienta portátil de apertura bajo carga. El tubo porta fusible es fabricado con fibra de vidrio, resina epóxica y un revestimiento interno de fibra vulcanizada, lo que ayuda a la interrupción del arco durante fallas o condiciones excesivas de sobrecarga.

Tipos de Cortacircuitos

Cortocircuito tipo C de la familia APD áreas normales de contaminación tensión nominal de 15, 27 y 38 kV.

Cortocircuito tipo V de la familia CPV para áreas normales de Contaminación tensión nominal de 15, 27 y 38 kV.

Cortocircuito tipo V de la familia CPV-C para áreas de alta contaminación tensión nominal de 15,27 y 38 kV.

Interruptores

Un interruptor es un dispositivo que está diseñado para abrir o cerrar un circuito eléctrico por el cual está circulando una corriente. Puede utilizarse como medio de desconexión o conexión y, si está provisto de los dispositivos necesarios, también puede cubrir la función de protección contra sobrecargas y/o cortocircuitos.

- Interruptores termomagnético



El interruptor termomagnético se utiliza con mucha frecuencia debido a que es un dispositivo de construcción compacta que puede realizar funciones de conexión o desconexión, protección contra cortocircuito u contra sobrecarga en instalaciones de baja tensión (hasta 600V).

Está constituido por una caja moldeada con terminales y una palanca para su accionamiento. En el interior están los contactos (uno fijo y otro móvil) que tienen una cámara para extinción del arco. El sistema de disparo trabaja a base de energía almacenada: al operar la palanca para cerrar los contactos, se oprime un resorte donde se almacena la energía; al operar los dispositivos de protección se libera la energía, y la fuerza del resorte separa los contactos.

La protección contra sobrecarga está constituida por una barra bimetálica que, dependiendo del valor que tenga la corriente así como del tiempo que se mantenga, provoca el disparo que abre los contactos. Esta misma barra está colocada a cierta distancia de una pieza ferromagnética. Cuando la corriente se eleva a valores muy altos (corto circuito) se crean fuerzas electromagnéticas de atracción capaces de provocar que los contactos se abran en un tiempo muy corto, de esta manera se logra la protección contra cortocircuito. Estos interruptores tienen una calibración que en algunos casos solo el fabricante puede modificar.

Interruptores de circuito por falla de arco

Hoy en día existen también otro tipo de interruptores que protegen la instalación contra fallas de arco. Los interruptores contra falla de arco (AFCI) funcionan por supervisar la onda eléctrica y puntualmente abrir (interrumpir) el circuito que ellos atienden si ellos detectan cambios en el diseño de la onda que son características de un arco peligroso. Ellos también deben ser capaces de diferenciar los arcos seguros y normales, tal como aquellos creados cuando un interruptor es encendido o un enchufe es jalado de un receptáculo, de los arcos que pueden causar incendios, un AFCI puede detectar, reconocer, y responder a los cambios muy pequeños en un diseño de la onda.

Los cortacircuitos AFCI (a la derecha) tienen una apariencia similar a los GFCI (a la izquierda), pero funcionan de forma diferente. Los AFCI disparan cuando detectan una falla de chispa entre los cables fase y neutro. Los GFCI (ground fault circuit interrupter) es un interruptor de circuito de accionamiento rápido que se disparan cuando detectan sobrecargas en el circuito, cortacircuitos, o fallas entre los cables fase y tierra.

Tablero de distribución y centro de carga

Un tablero eléctrico es una caja o gabinete que contiene los dispositivos de conexión, maniobra, comando, medición, protección, alarma y señalización, con sus cubiertas y soportes correspondientes, para cumplir una función específica dentro de un sistema eléctrico.

La fabricación o ensamblaje de un tablero eléctrico debe cumplir criterios de diseño y normativas que permitan su funcionamiento correcto una vez energizado,



garantizando la seguridad de los operarios y de las instalaciones en las cuales se encuentran ubicados. Los equipos de protección y de control, así como los instrumentos de medición, se instalan por lo general en tableros eléctricos.

El centro de carga generalmente nos sirve para conectar circuitos independientes de alumbrado y/o de contactos, por lo que se utilizan cables de 14, 12 ó 10 A.W.G., y el espacio que se requiere entre el termomagnético y la pared del centro de carga puede ser reducido. A diferencia del tablero de alumbrado o de distribución, que lo mismo nos sirve para los circuitos de alumbrado y/o contactos, pero además se puede ocupar como alimentador a los centros de carga, en el cual se requiere un cableado de calibre mayor para alimentar esos centros de carga, pudiendo ser estos de calibre 8, 6, 4, 2 ó 1/0 A.W.G. y por lo mismo es necesario un mayor espacio entre el interruptor y el costado del tablero.

Tipos de tableros eléctricos

Según su ubicación en la instalación eléctrica, los tableros eléctricos se clasifican en:

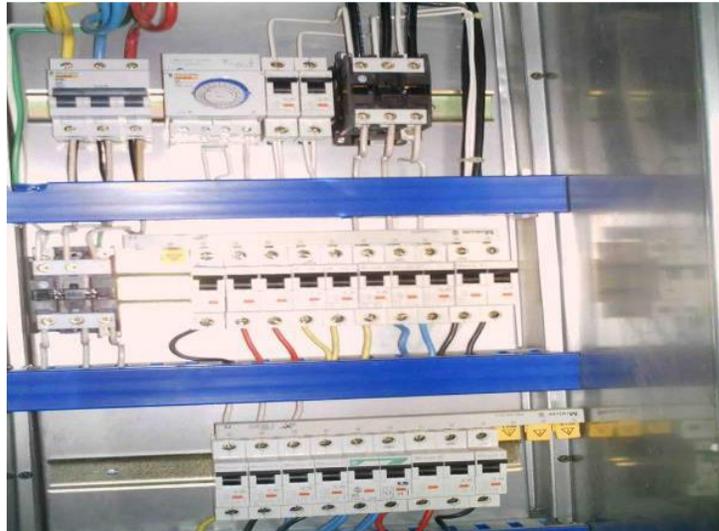
- Tablero principal de distribución: Este tablero está conectado a la línea eléctrica principal y de él se derivan los circuitos secundarios. Este tablero contiene el interruptor principal.
- Tableros secundarios de distribución: Son alimentados directamente por el tablero principal. Son auxiliares en la protección y operación de sub-alimentadores.
- Tableros de paso: Tienen la finalidad de proteger derivaciones que por su capacidad no pueden ser directamente conectadas a alimentadores o sub-alimentadores. Para llevar a cabo esta protección cuentan con fusibles.
- Gabinete individual del medidor: Este recibe directamente el circuito de alimentación y en él está el medidor de energía desde el cual se desprende el circuito principal.
- Tableros de comando: Contienen dispositivos de seguridad y maniobra.



Aplicaciones de los tableros eléctricos según el uso de la energía eléctrica

Como sabemos, la energía eléctrica tiene múltiples usos. Puede tener uso industrial, doméstico, también es posible utilizarla en grandes cantidades para alumbrado público, entre otros. Por otro lado, los tableros eléctricos tienen, según el uso de la energía eléctrica, las siguientes aplicaciones:

- Centro de Control de Motores
- Subestaciones
- Alumbrado
- Centros de carga o de uso residencial
- Tableros de distribución
- Celdas de seccionamiento
- Centro de distribución de potencia
- Centro de fuerza



2.7 Motores eléctricos

Los motores eléctricos son máquinas eléctricas que transforman en energía mecánica la energía eléctrica que absorben por sus bornes.

Atendiendo al tipo de corriente utilizada para su alimentación, se clasifican en:

- Motores de corriente continua
 - De excitación independiente.
 - De excitación serie.
 - De excitación (shunt) o derivación.
 - De excitación compuesta (compund)
- Motores de corriente alterna
 - motores síncronos
 - motores asíncronos o monofásicos



- Bobinado auxiliar
- De espira en cortocircuito
- Universal
- Trifásicos
- De rotor bobinado
- De rotor en cortocircuito (jaula de Ardila)

Todos los motores de corriente continua, así como los síncronos de corriente alterna incluidos en la clasificación anterior tienen una utilización y unas aplicaciones muy específicas.

El motor de corriente alterna asíncronos, tanto monofásicos como trifásicos, son los que tienen una aplicación más generalizada gracias a su facilidad de utilización, poco mantenimiento y bajo coste de fabricación. Por ello, tanto en esta unidad como en la siguiente nos centraremos en la constitución, el funcionamiento y la puesta en marcha de los motores asíncronos de inducción.

La velocidad de sincronismo de los motores eléctricos de corriente alterna viene definida por la expresión:

$$n = \frac{60 f}{p}$$

Donde:

n= número de revoluciones por minuto

f= frecuencia de la red

p= número de polos de la máquina.

Se da el nombre de motor asíncrono al motor de corriente alterna cuya parte móvil gira a una velocidad distinta a la de sincronismo.

Aunque a frecuencia industrial la velocidad es fija para un determinado motor, hoy día se recurre a variadores de frecuencia para regular la velocidad de estos motores.



Motor eléctrico



Como todas las máquinas eléctricas, un motor eléctrico está constituido por un circuito magnético y dos eléctricos, uno colocado en la parte fija (estator) y otro en la parte móvil (rotor). El circuito magnético está formado por chapas apiladas en forma de cilindro en el rotor y en forma de anillo en el estator.

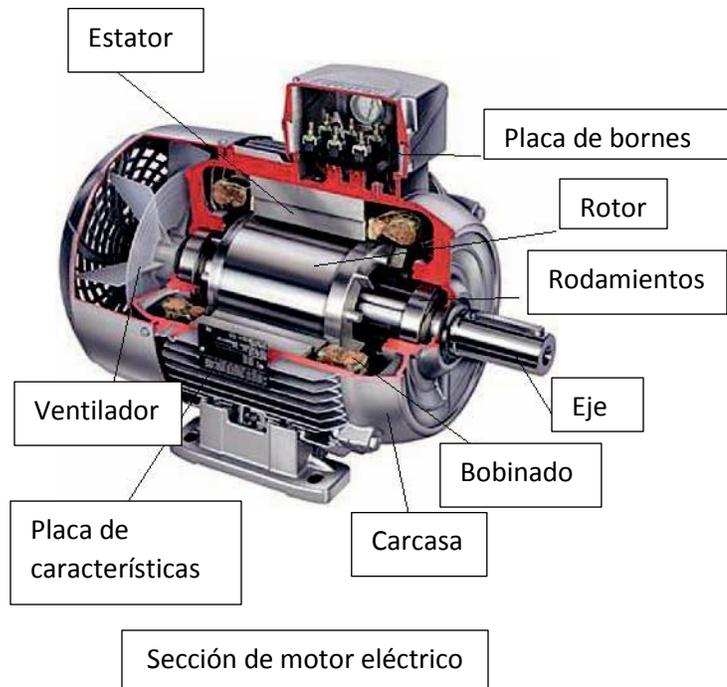


Estator y rotor de motor eléctrico

El cilindro se introduce en el interior del anillo y, para que pueda girar libremente, hay que dotarlo de un entrehierro constante. El anillo se dota de ranuras en su parte interior para colocar el bobinado inductor y se envuelve exteriormente por una pieza metálica con soporte llamada carcasa.

El cilindro se adosa al eje del motor y puede estar reanudado en su superficie para colocar el bobinado inducido (motores de rotor bobinado) o bien se le incorporan conductores de gran sección soldados a anillos del mismo material en los extremos del cilindro (motores de rotor en cortocircuito) similar a una jaula de ardilla, de ahí que reciban el nombre de rotor de jaula de ardilla.

El eje se apoya en unos rodamientos de acero para evitar rozamientos y se saca al exterior para transmitir el movimiento, y lleva acoplado un ventilador para refrigeración. Los extremos de los bobinados se sacan al exterior y se conectan a la placa de bornes.

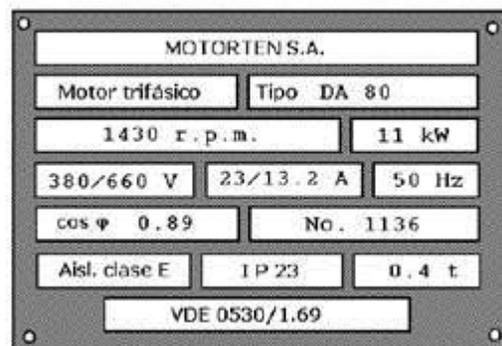


Según el artículo 430-6 de la NOM-001-SEDE-2012 determina las formas de calcular las ampacidades y el valor nominal de los motores. Y de esta manera poder seleccionar el calibre del conductor para el motor, interruptores, protecciones del circuito derivado, cortocircuito y falla a tierra.

Marcado de un motor

El artículo 430-7 de la NOM-001-SEDE-2012 la cual nos muestra las características mínimas que deben de estar en las placas características de los motores. Entre las más principales nos encontramos:

- Tensión y corriente nominal a plena carga
- Nombre del fabricante
- Frecuencia nominal y numero de fases
- Velocidad nominal a plena carga
- Temperatura nominal a plena carga
- Letra de diseño del motor
- Conexiones
- Factor de potencia
- Factor de servicio
- Grado de protección



3.1 Ubicación de la Plata Trituradora y Derivados

Nos trasladamos al municipio de villa flores Chiapas, en carretera villaflores-tuxtla en el km-45+500. Entre la colonia José Miguel Garza y la Colonia Guadalupe Victoria.



Ubicación geográfica de la planta trituradora y derivados

3.2 levantamiento de campo

En el lugar se encuentra las instalaciones donde será instalada la triturada de piedras, ahí se puede observar que la línea de CFE existente está a 120 mts del predio con una superficie de 700 metros cuadrados para la instalación de dicha plata. Se realizó en censado de cargas el cual arrojó los siguientes datos.

- Motor 1 muela primaria
- Motor 2 alimentador de muela
- Motor 3 banda primaria
- Motor 4 Molino secundario
- Motor 5 Zaranda



- Motor 6 Transportador zaranda (alimentador)
- Motor 7 Transformador retorno de finos
- Motor 8 Transportador final (finos)
- Motor 9 Transportador final (3/4)
- Motor 10 Transportador final (1 ½)
- Motor 11 Transportador inicial de polvos
- Alumbrado y contactos

Dando un total de 207 000 watt, basado en esta carga total se procedió a realizar el cálculo de la subestación.

Derivado del cálculo anterior encontramos que el transformador a utilizar deberá ser de capacidad igual a 225 KVA, para este transformador se requiere una protección de media tensión de acuerdo al apartado de la NOM01-2012, EN SU TABLA 450-3(a), indica que la protección para un transformador en cualquier lugar para un voltaje mayor a 600 volts deberá ser mayor a 300% del lado primario y 125% del lado secundario.

Fórmula de cálculo de corriente de potencia para sistemas trifásicos:

$$*****P=V*I$$

$$I=P/V*\sqrt{3} \quad =====> I= (225000 VA) / (13200V*1.73)$$

$$I=9.85 A$$

Con esta corriente de operación se considera al 300%, esto nos da la protección del lado primario de 29.52 conforma a la fórmula:

$$I_p*300%=29.52 \text{ amperes}$$

Calculando para el lado secundario del transformador:

$$*****P=V*I$$

$$I=P/V* \sqrt{3} \quad =====> I= (225000 VA) / (440V*1.73)$$

$$I=295.58 A$$

Sabiendo que la corriente es 295.58 amperes y multiplicando el lado secundario por un 125% nos quedaría de la siguiente manera:

$$I (=295.58) *(125%)= 369.47 A$$

Conforme al resultado obtenido se utilizaría un interruptor termomagnético de 400 Amperes a 440 volts.





Transformador tipo poste de 225 KVA



Cortocircuito fusible de 30 amperes

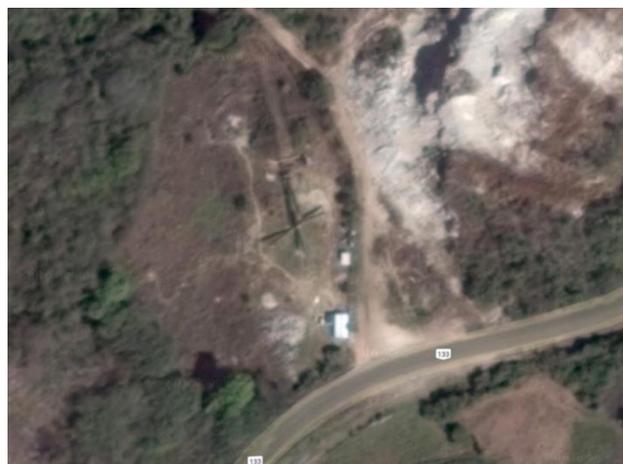


Interruptor termomagnético de 400 amperes LA400FMX



Apartarrayo rice pole de 15 amperes

La importancia del levantamiento de campo se debe a una recopilación de datos, cualquier situación no prevista que suceda en el trabajo de campo deberá ser reportada al supervisor de obra o coordinador de campo del proyecto a fin de establecer los correctivos pertinentes.



3.3 Punto de conexión de en líneas de CFE

después de haber realizado la memoria técnica de los cálculos eléctricos se dio al trabajo de ubicar nuestro punto de conexión para alimentar la planta trituradora y realizar los trámites correspondientes para la solicitud del punto de conexión ante CFE.



Fig. punto de conexión autorizado por CFE

Ya teniendo el punto de conexión de CFE nos dimos la tarea de realizar antes del inicio de las actividades y/o tareas, verificar que el personal, esté capacitado y conozca la naturaleza del trabajo, las herramientas a utilizar que se encuentren en buen estado, y que cuente con todo su equipo de seguridad para el trabajo a desarrollar y que el personal haya participado en una plática especificando todos los riesgos que existen desde la realización de las sepas en la que se puede ocasionar rebotes de herramienta hasta la prolongación de fragmentos de piedras hacia los ojos.

3.4 Colocación del transformador de 225 kva

La maniobra de la colocación del transformador de 225 KVA en una estructura tipo H con dos postes de 12 y 9 metros de concreto y un emparrillado el cual sujeta al transformador, se conectó un Apartarrayo rice pole de 15 amperes la cual protege al transformador de las descargas atmosféricas por ejemplo los rayos cuando hay tormenta eléctrica, también se puede observar que cuenta con un Cortocircuito fusible de 30 amperes la cual lo protege por sobre tensiones eléctricas.





3.5 Base de medición

La medición se realizó de forma indirecta, con una base de medición de 13 terminales, un cable multiconductos de 13 hilos, el cual viene de unas donas de medición y a través de ellas se puede realizar la medición del consumo eléctrico.

Como lo especifica la norma de CFE, en instalaciones construidas por terceros el transformador lleva instalado una garganta o gabinete para bloquear el acceso a usuarios en baja tensión. Esto a fin de evitar que los lugareños puedan colgarse de este y se realice el cobro al cliente.

El objetivo de la NOM-001 SEDE 2012, es el de establecer las disposiciones y especificaciones de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades: protección contra choque eléctrico, efectos térmicos, sobre corrientes, corrientes de falla, sobretensiones, fenómenos atmosféricos e incendios, entre otros.

El cumplimiento de las disposiciones indicadas en esta NOM garantizará el uso de la energía eléctrica en forma segura.



La Ley de servicio público de energía eléctrica, en su artículo 28, establece que “Corresponde al solicitante del servicio, realizar a su costa y bajo su responsabilidad, las obras e instalaciones destinadas al uso de la energía eléctrica, mismas que deberán satisfacer los requisitos técnicos y de seguridad que fijen las Normas Oficiales Mexicanas”.

Existen además normas para la fabricación de equipo eléctrico que también deben ser consideradas por el proyectista ya que proporcionan información relativa a las características del equipo, así como los requisitos en una instalación.

a) En México todo el equipo eléctrico debe cumplir con las normas NMX (Normas Mexicanas), como productos certificados.

b) Los equipos importados deben cumplir con las normas nacionales, pero conviene conocer las normas de país de origen. El equipo eléctrico importado de EUA está fabricado de acuerdo con las normas NEMA (National Electrical Manufacturers Association o Asociación Nacional de Fabricantes de Equipo Eléctrico de Estados Unidos de América).



3.6 Realización de registros y colocación de tubería galvanizada para alimentación de motores.

Todos los registros subterráneos fueron hechos en obra, a base de hormigón de acuerdo a las normas de CFE, además el zanjeado se realizó con una capa de arena y lleva una profundidad de 80 cms, la cual fue rellena con capas de 20 cms y apisonado manual, en esta zanja está alojada la tubería tipo PVC de acuerdo a normatividad vigente.



Fig. de realización de registros de hormigón

La canalización de tipo aparente fue tipo galvanizada pared gruesa cedula 30, Los accesorios para la sujeción debido a que están sujetas a vibración se colocó abrazaderas tipo omega y abrazaderas tipo clip, la unión entre el tubo rígido y el motor se realiza con tubo tipo conduit flexible, La alimentación del motor de la muela primaria de 100 HP, y al segundo motor de la muela secundaria, llevando una tubería de 2 ½ “por cada alimentador. De acuerdo al cálculo su cable fue 1/0 3F-4H, siendo la tierra de cal. 2.

Estas conexiones se basaron en la nom sede-001-2012, en su artículo 430-1 el cual indica las diferentes protecciones que debe llevar el motor eléctrico, en adelante se observara cada una de las protecciones de acuerdo a su potencia especifica. Dentro del cuadro de cargas podemos observar el diámetro de la tubería y el calibre del conductor de acuerdo al apartado 344-22 correspondiente al número de conductores alojados y su porcentaje de ocupación.

El apartado 344-30 nos indica el tipo soporte que deberá tener de acuerdo al tipo de tubo. en el apartado (b), nos indica en su párrafo 3, “se permitirá que los tramos verticales visibles desde maquinaria industrial o equipo fijo estén soportados en intervalos no mayores de 6 mts. Siempre y cuando el tubo conduit tenga coples roscados, este soportado firmemente en los extremos y no haya disponible otros medios de soporte intermedio”.

el párrafo 4, indica “se permitirán tramos horizontales de tubo conduit metálico pesado soportados en aberturas a través de miembros estructurales a intervalos no superiores a tres metros y asegurados firmemente a nomas de 90 cms, de los puntos de terminación”.



Fig. En esta imagen se puede observar la canalización rígida y los tubos flexibles con sus respectivos accesorios

3.7 Instalación y puesta a punto de motores eléctricos

Con la ayuda de los técnicos de las maquinas se colocaron los motores, los cuales varían de capacidades de acuerdo a su función. Cabe mencionar que esta maniobra no fue hecha por mi debido a que requería de cierta experiencia en las maquinas. Además, las conexiones y demás requerimientos del complejo la mayor parte fue hecha por técnicos de más de experiencia. Esto a fin de satisfacer las necesidades del cliente.

Mi trabajo consistió e revisar el calibre de los conductores de alienación, así como la canalización que requería de acuerdo a la memoria técnica. La memoria de cálculo fu supervisada por el asesor externo. Que de acuerdo a su experiencia y cocimiento fue la mejor opción en este tipo de instalaciones.

Mi asesor externo tiene una experiencia de más de 8 años como supervisor de mantenimiento de la planta procesadora de aves en la compañía BUENAVENTURA en villaflores, por lo anterior se puede asumir que está familiarizado con este tipo de trabajos donde se requiere especial atención a los puntos básico de cálculo de conductores y protecciones.



Después de colocar la tubería galvanizada se procedió a la colocación de los motores correspondientes en cada lugar de trabajo como se muestra en la figura y se realizaron los cierres de conexión en el registro.

Se revisó los motores eléctricos que estuvieran bien aislados con cinta de aislar scotch súper 33 ya que tiene los beneficios de Alta resistencia dieléctrica garantizando un correcto aislamiento de BT, es Apta para todo tipo de climas y ambientes, Elimina el reproceso disminuyendo las fallas debidas a la perdida de aislación. Extraordinaria flexibilidad, y memoria elástica, lo que permite obtener un mejor sello de la aplicación.

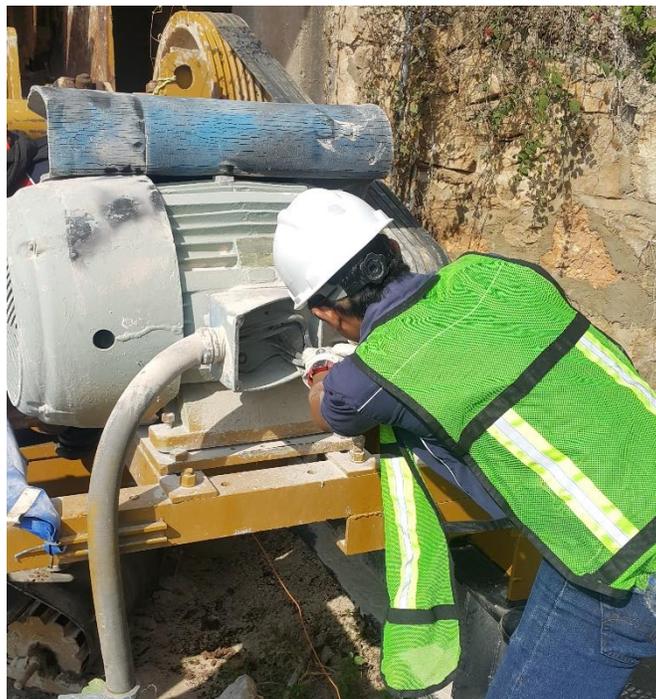


Fig. Revisión de conexiones y aislamiento en motor de 100 hp



Colocacion de tubo licuatite para absorber la vibracion de los motes y no trasmitirlo hacia el tubo conduit galvanizado rigido. A fin de evitar posibles daños en el motor de acuerdo a la NOM el Tubo conduit metálico flexible tipo FMC (NOM-001-SEDE-2012 Artículo 348) Este es un tubo hecho de cinta metálica engargolada (en forma helicoidal), sin recubrimiento.

Hay otro tubo metálico que tiene una cubierta exterior de un material no metálico para que sea hermético a los líquidos, este tipo de tubo conduit es útil cuando se hacen instalaciones en áreas donde se dificultan los dobleces con tubo conduit metálico, o bien, en lugares en donde existen vibraciones mecánicas que puedan afectar las uniones rígidas de las instalaciones.

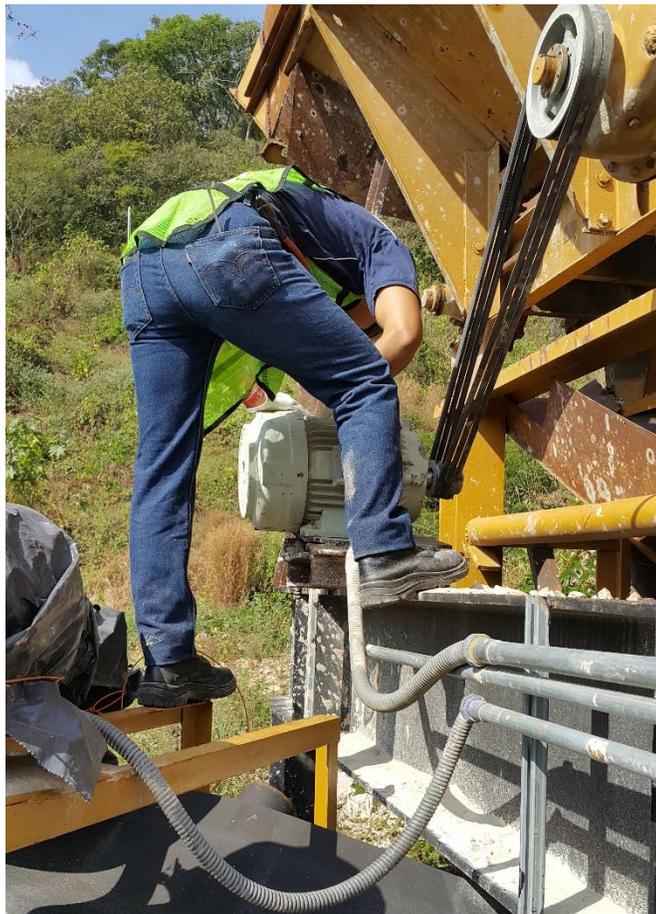


Fig. Observacion de conexcion de tubo licuatite



Fig. Armado de gabintes de protecciones de motores, sistema de control y conexionado de las mismas.



Colocación de arrancador suave para motor de 100 hp



montaje de contactor de operación de motores

Ranurado y colocación de gabinetes de control, este gabinete fue instalado por personal técnico especializado. Cumpliendo con la normalización vigente para canalizaciones y gabinetes



Interruptor principal marca square d con capacidad interruptiva de 400 amperes y gabinete de caja moldeada tipo LAL.



Conclusion

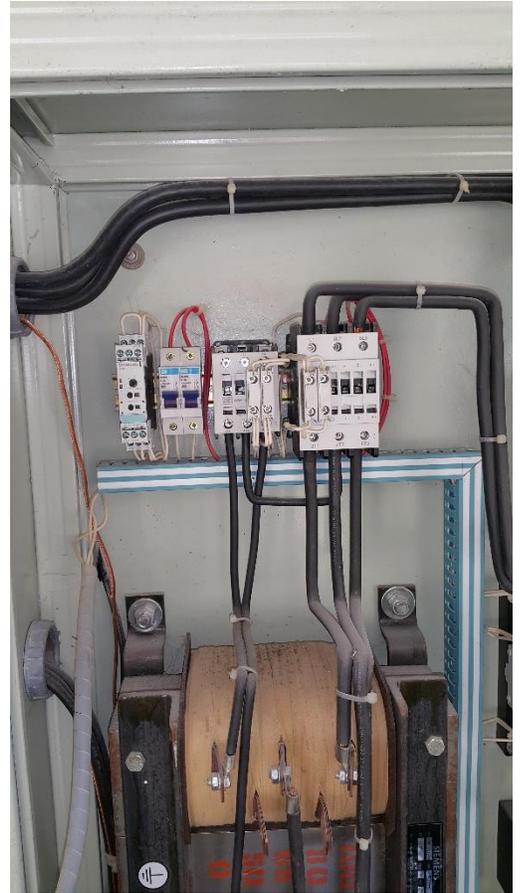
El conocimiento de instalaciones electricas se debe de obtener un conocimiento en la parte practica y tecnica ya que es necesario para la revision y la aplicación de la norma de instalaciones electricas mexicana vigente, Con base a los servicios realizados de instalacion electrica en la planta trituradora Y derivados de la sierra en el municipio de villaflores chiapas durate un lapso de tiempo y estadia, se obtuvieron resultados positivos para la empresa Mundo Industrial Constructor S.A de C.V, ya que el proyecto se realizo en tiempo y forma esto ayudo a dar un mejor servicio y mejor calidad de desempeño de las maquinas satisfaciendo las necesidades del cliente.

Teniendo en cuenta siempre que el trabajar con electricidad es muy peligroso y no se debe de confiar, y a la vez siempre procurar analizar antes de actuar, tratar de predecir de donde proviene la falla, como proceder y como evitar futuras complicaciones, para esto existen estos tipos de análisis para realizar correcciones futuras.



ANEXOS





Apéndice

[PRESUPUESTO TOTAL DE OBRA](#)

[ALIMENT. GENERAL](#)

[CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES](#)

[CARTA PODER](#)

[CCM-01](#)

[CROQUIS AUTORIZADO](#)

[MEMORIA TECNICA DE PLANTA TRITURADORA'](#)

[PRES PIEDRAS MEDIA TENSION](#)

SOL ENERG ELEC

Planos eléctricos

[ELECTRICO BT VERIF-1](#)

[ELECTRICO BT VERIF.2](#)

BIBLIOGRAFÍA

- 1) CFE, Normas subterráneas de Comisión Federal de Electricidad, 2008.
- 2) Norma Oficial Mexicana, (NOM 001) Sede 2012.
- 3) Prolec, Catálogo de Transformadores, 2008.
- 4) Viakon, Manual del Electricista, www.viakon.com.mx
- 5) Comisión Federal de Electricidad, www.cfe.gob.mx
- 6) ALEN 3D Comisión Federal de Electricidad “CFE”
- 7) Libro de Comisión Federal de Electricidad para corto circuito
- 8) CFE G0000-62 Esquemas normalizados de protecciones para transformadores de potencia.