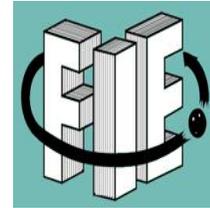




**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE  
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

---

Reporte de Experiencia Laboral

**ATENCIÓN A EMERGENCIAS COLAPSO DE TORRES DE TRANSMISIÓN**

Que presenta:

**ROBERTO ZAPIEN TAPIA**

Para obtener el Título de:

**INGENIERO ELECTRICISTA**

Asesor:

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**ING. IGNACIO FRANCO TORRES**

Morelia, Michoacán

Febrero 2017

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente le agradezco a Dios por la sabiduría que me dio, por la tenacidad para buscar siempre lo mejor, a lo largo de mi carrera por la vida llena de aprendizajes y experiencias; por toda la felicidad para culminar este gran proyecto.

Con enorme agradecimiento a mis padres ROBERTO Y OFELIA por haber sido siempre unos padres de buen corazón, les doy las gracias por el esfuerzo que hicieron a diario para que no me faltara nada, los amo

A la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y muy en especial al Ing. Ignacio Franco Torres, por su paciencia, amabilidad, buena disposición por su tiempo para culminar este trabajo con éxito.

A mi esposa Ma. TERESA

Gracias por los años de matrimonio, por tu comprensión por ser madre y esposa por estar ahí para compartir este gran logro, esperando que comprendas que mis logros son también los tuyos, te Amo.

A mis hijos ROBERTO, IRVIN RICARDO, NANCY TERESA

Doy gracias a Dios por darme el gran privilegio de ser su padre, hoy comparto con ustedes este logro, esperando compartan conmigo los suyos, gracias por su confianza, apoyo y amor.

A mis Hermanos YOLANDA, ALICIA, JAVIER, ARMANDO, RAMÓN, MARGARITA

Agradezco de todo corazón a mis hermanos por su apoyo para terminar este proyecto en especial a mi hermana OFELIA, hasta donde estés hermana siempre te recordaré.

## **DEDICATORIA**

Con todo mi cariño y mi amor para todas las personas que hicieron que pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, mi agradecimiento por siempre.

Papá y Mamá

A la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de San Nicolás de Hidalgo, a mis maestros que influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien, preparada para los retos que pone la vida a todos y a cada uno les dedico una de estas páginas.

A ti Ma. Teresa por apoyarme y alentarme para que me esforzara para culminar este gran proyecto.

A mis muy amados hijos Roberto, Irvin Ricardo, Nancy Teresa, siempre los amaré.

También quiero agradecerles a esas personas que de una u otra manera estuvieron pendientes a lo largo de este proceso, gracias por confiar y creer en mí.

# ÍNDICE

Agradecimientos .....	ii
Dedicatoria .....	iii
Índice .....	iv
Resumen .....	vi
Palabras Clave .....	vi
Abstract .....	vii
Keywords .....	vii
Lista de Figuras .....	viii
Lista de Tablas .....	x
Glosario de Términos .....	xi
Capitulo 1.- Introducción .....	1
1.1.- Formación Académica .....	1
1.2.- Experiencia Laboral .....	1
1.3.- Conocimientos Adquiridos .....	2
1.4.- Cursos Referentes a la Materia de Trabajo Internos y Externos .....	3
1.5.- Logros en la Empresa .....	5
Capitulo 2.- Atención A Emergencias Colapso De Torres De Transmisión .....	7
2.1.- Presentación .....	7
2.1.1.- Introducción .....	7
2.2.- Armado e Izaje de Estructuras de Emergencia .....	7
2.2.1.- Componentes y Accesorios .....	7
2.2.1.1.- Placa de Cimentación o Base .....	8
2.2.1.2.- Articulación Universal .....	9
2.2.1.3.- Sección de caja .....	10
2.2.1.4.- Placas o Platinas para Retenidas .....	11
2.2.1.5.- Sección de Columna .....	12
2.2.1.6.- Tornillos ERS (grado 5) .....	14
2.2.1.7.- Aisladores y Herrajes .....	14
2.3.- Arreglo General y Tipo de Estructuras .....	18
2.3.1.- Arreglos que se Pueden Construir .....	18

2.3.1.1.- Estructura tipo CHainette.....	20
2.3.1.2.- Estructura Tipo Delta.....	23
2.3.1.3.- Estructura Tipo Bandera .....	25
2.3.1.4.- Estructura de Tensión.....	27
2.4.- Tipos De Anclajes Para Retenidas .....	28
2.4.1.- Tipo Mantarraya .....	29
2.4.2.- Tipo Expansor (TAQUETE).....	30
2.4.3.- Tipo Helicoidal.....	31
2.4.4.- Tipo Pesos Muertos .....	32
2.5.- Tipos De Izaje De Estructuras De Emergencia .....	32
2.5.1.- Pivoteada Sobre Su Base Con Grúa .....	32
2.5.2.- Pivoteada Sobre Su Base Con Helicóptero .....	33
2.5.3.- Pivoteada Sobre Su Base Con Pluma En Piso .....	34
2.5.4.- Armada Con Pluma Flotante (Deslizante).....	35
Capitulo 3.- Conclusiones y Recomendaciones .....	41
3.1.- Conclusiones.....	41
3.2.- Recomendaciones .....	41
Bibliografía.....	43

# **RESUMEN**

En este reporte de experiencia profesional se describe en forma general el proceso de armado e izaje de estructuras de emergencia de líneas de transmisión de 115, 230, 400 Kv utilizando las estructuras modulares de emergencia

Esta descripción se basa en mi experiencia laboral que he obtenido en la comisión federal de electricidad desde el 14 de julio 1991 a la fecha

# **PALABRAS CLAVE**

Lindsey, estructura de emergencia, Prinex, Izaje, levantamiento de estructura, Colapso caída de estructura por vandalismo o fenómenos naturales, Pivoteado, anclado, Articulación universal, Chainette, módulos de emergencia, Mantarraya, expansor, anclaje Helicoidal.

# **ABSTRACT**

In this report of experience professional is described in form general the process of armed and lifting of structures of emergency of lines of transmission of 115, 230 and 400 kv using them structures modular of emergency. This description is based on my working experience I have obtained in the federal Comision of electricity since July 14, 1991 to date

# **KEYWORDS**

Lindsey, structure of emergency, Prinex, lifting, lifting of structure, collapse fall of structure by vandalism or phenomena natural, Pivoteado, anchored, joint universal, drapery, modules of emergency, stingray, Expander, anchor helical.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Placa de Cimentación o Base.....	8
Figura 2.- Diferencia entre ambas marcas .....	9
Figura 3.- Articulación Universal .....	9
Figura 4.- Las diferencias entre las dos marcas estriban en el perno.....	10
Figura 5.- Sección de caja marca linsey .....	10
Figura 6.- Fotografía de caja de conexión.....	11
Figura 7.- Platinas para retenidas o placas .....	11
Figura 8.- Dibujo de placas o platinas .....	12
Figura 9.- Diferencia entre módulos Lindsey y prinex.....	13
Figura 10.- Forma correcta de sujetar un modulo con eslingas.....	13
Figura 11.- Tornillos grado 5.....	14
Figura 12.- Diferentes grados de dureza de tornillos .....	14
Figura 13.- Aislador de hule de silicón de suspensión .....	15
Figura 14.- Guarda cabos 9/16” .....	15
Figura 15.- Yugo universal.....	15
Figura 16.- Aislador de hule silicón tipo poste o cantiliver.....	16
Figura 17.- Adaptador de aislador.....	16
Figura 18.- Remate preformado 9/16” .....	16
Figura 19.- Extensión machete.....	16
Figura 20.- Eslabón de acero galvanizado 3/8 .....	17
Figura 21.- Grillete de herraje de acero gal ¾ .....	17
Figura 22.- Tensor ojo-ojo.....	17
Figura 23.- Clema de suspensión .....	17
Figura 24.- Cable de acero para unir dos columnas .....	18
Figura 25.- Estructuras Comúnmente Usadas En Transmisión.....	20
Figura 26.- Arreglo tipo Chahinette .....	21
Figura 27.- Dibujo de las retenidas.....	22
Figura 28.- Diagrama básico de retenidas definitivas .....	22
Figura 29.- Estructura tipo chahinette 400 kv .....	23
Figura 30.- Arreglo tipo delta .....	24
Figura 31.- Estructura tipo delta 230 y 400 kv .....	24
Figura 32.- Calculo de fuerzas dominantes en aislador a compresión en estructuras bandera o delta.....	25
Figura 33.- Arreglo tipo bandera.....	26
Figura 34.- Estructura tipo bandera .....	26
Figura 35.- Estructura tipo bandera horizontal 230 kv.....	27
Figura 36.- Estructura tipo bandera remate 230 kv .....	28
Figura 37.- Vistas de retenidas.....	28
Figura 38.- Anclas tipo mantarraya.....	29
Figura 39.- Practica de instalación de ancla tipo mantarraya.....	30

Figura 40.- Taquete.....	30
Figura 41.- Forma de instalar anclaje tipo taquete.....	31
Figura 42.- Instalando anclaje tipo helicoidal.....	31
Figura 43.- Con una cruceta se gira el ancla y sola se va enterrando.....	32
Figura 44.- Pesos muertos de concreto .....	32
Figura 45.- Maneras de izar una columna con grúa .....	33
Figura 46.- Izaje con helicóptero.....	33
Figura 47.- Instalación de pluma de piso para izaje de columna .....	34
Figura 48.- Para esta maniobra se requiere trazar un área de seguridad.....	35
Figura 49.- Armado de estructura pieza por pieza cuando no es posible con grúa ni helicóptero .....	36
Figura 50.- Con pluma deslizante es más tardado .....	37
Figura 51.- Modulo lindsey .....	37
Figura 52.- Modulo prinex .....	37
Figura 53.- Instalación de la base de la pluma deslizante.....	38
Figura 54.- Pluma deslizante instalada en una de las esquinas de la base de la columna.....	38
Figura 55.- Izaje de pluma deslizante.....	39
Figura 56.- Izaje de los primeros módulos de la columna .....	39
Figura 57.- Para mantener los primeros módulos se requiere instalar gasas para retenidas provisionales .....	40
Figura 58.- Se sube el cañón de la pluma flotante para subir la pluma.....	40

## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1.- Formación Académica .....	1
Tabla 2.- Cursos Recibidos e Impartidos .....	3
Tabla 3.- Logros en la CFE.....	5
Tabla 4.- Comparativo entre las dos marcas .....	8

# GLOSARIO DE TÉRMINOS

adaptador	Herraje que se instala para facilitar la conexión entre diferentes materiales
calavera	Nombre que se le da a un herraje
Clema	Herraje de un conjunto de suspensión
Colapso	Caída de estructura por diferentes causas
flotante	Equipo que tiene la posibilidad de subir y bajar en una estructura
grillete	Herraje de un conjunto de suspensión o remate
helicoidal	Herraje para instalar retenidas
izaje	Acción de levantar una columna
lindsey	Marca de estructuras de emergencia
mantarraya	Herraje para instalar retenidas
modulo	Parte de una estructura de emergencia
Horquilla	Herraje de un conjunto de suspensión
pivoteada	Sujetada de un extremo para su izaje
platinas	Parte de una estructuras de emergencia la cual sirve para instalar retenidas
pluma	Equipo utilizado para izaje de estructura
preformado	Herraje para rematar conductores
prinex	Marca de estructuras de emergencia
Remate	Estructura diseñada
suspensión	Estructura diseñada para mantener conductores

# **CAPITULO 1.- INTRODUCCIÓN**

## **1.1.- FORMACIÓN ACADÉMICA**

**Tabla 1.- Formación Académica**

PRIMARIA	REVOLUCIÓN ZACAPU MICHOACÁN
SECUNDARIA	MELCHOR OCAMPO ZACAPU MICHOACÁN
PREPARATORIA	COLEGIO DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, MORELIA, MICH. ÁREA CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS
PROFESIONAL	UMSNH INGENIERÍA ELÉCTRICA 8003869-G
INSPECTORES DE TRANSMISIÓN	CENTRAL ESCUELA CELAYA GUANAJUATO
DIPLOMADO SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA	LAPEM

## **1.2.- EXPERIENCIA LABORAL COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD**

- Celaya Gto. Central Escuela Celaya  
Inspectores de Transmisión (última generación 1991)  
Tiempo 14 de julio 1991 al 15 de noviembre 1991
- CD. Camargo Chih.  
Sub área de Transmisión y Transformación Camargo  
Se cubren los siguientes puestos temporalmente:  
INSPECTOR DE TRANSMISIÓN  
JEFE DE OFICINA DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN  
JEFE DE OFICINA DE SUBESTACIONES  
JEFE DE DEPARTAMENTO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN  
JEFE DE DEPARTAMENTO SUBESTACIONES

## **Funciones del puesto**

Todos estos puestos se cubrieron, cuando los jefes inmediatos salían comisionados o de vacaciones, supervisa y controla la normativa de la especialidad en las actividades de mantenimiento, mejoras, puestas en servicio, proyectos y presupuestos, participa y coordina: capacitación, actividades con otros procesos y especialidades, elabora actualiza y evalúa : procedimientos de cálculos, análisis, reportes de trabajo de disturbios, difunde las políticas de trabajo y estimula el desempeño del personal de la especialidad para cumplir con las metas y objetivos establecidos por la especialidad en el ámbito del área.

## **1.3.- CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS**

- Instalación de hilo de guarda con fibras ópticas OPGW (500 Km supervisión)
- Instalación de hilo de guarda con fibras ópticas ADSS (57 Km.)
- Secado de transformadores
- Mantenimiento de líneas de transmisión
- Relaciones humanas
- Administración de mantenimientos
- Teoría en electricidad y magnetismo
- Técnicas de supervisión
- Básicos de informática y computación
- Medición de sistema de tierras
- Protección catódica
- Instalación de torres independencia en claros críticos
- Reglamento de operación del sistema eléctrico nacional
- Subestaciones eléctricas de potencia y líneas de transmisión
- Toma de decisiones
- Manejo de conflictos
- Organización de grupos de trabajo
- Trabajo en situaciones bajo presión
- Disponibilidad
- Logro de objetivos y metas
- Disposición para trabajo en equipo
- Creatividad
- Iniciativa
- Actitud positiva para el logro de metas y objetivos
- Conocimiento e interpretación de la red de 230 Kv de la Zona Juárez.
- Programación de mantenimiento anual a la red de 230 KV.
- Mantenimiento mayor, menor y patrullaje a la red y subestaciones eléctricas de 230 Kv de la Zona Juárez.
- Recepción de líneas nuevas y subestaciones eléctricas de 230 Kv de la zona Juárez.
- Realizar proyectos de mejoras a la red de 230 Kv.

- Mantenimiento a la red de tierras de las instalaciones de 230 Kv.
- Puesta en servicio de subestaciones y líneas zona Juárez.
- Supervisión de obras nuevas en instalaciones eléctricas en 230 kv y 115Kv de la zona Juárez.
- Manejo de equipo para pruebas resistencia de tierras, resistividad, potencial natural, etc.
- Mantenimiento mayor y menor a equipos primarios de subestaciones.
- Pruebas eléctricas a equipos primarios.
- Interpretación de pruebas eléctricas.
- Verificación con equipo de termografía.
- Conocimiento de equipo de cómputo.
- Patrullajes aéreos con helicóptero

## 1.4.- CURSOS REFERENTES A LA MATERIA DE TRABAJO INTERNOS Y EXTERNOS

(Solo se muestran los cursos del 2011 al 2014 faltan de 1991 al 2016 para disminuir espacios)

**Tabla 2.- Cursos Recibidos e Impartidos**

<b>Curso</b>	<b>Fecha</b>
Comunicación asertiva y trabajo en equipo	9 al 12 de octubre 2012
Protección catódica y aplicación de recubrimiento anticorrosivo a estructuras metálicas	13 al 17 junio 2012
Rescate y primeros auxilios en estructuras de transmisión	14 al 16 marzo 2012
Rescate en alturas	13 al 16 de marzo 2011
Protección catódica	13 al 17 de agosto 2012
El arte de hacer bien el trabajo	7 de febrero 2014
Fundamentos del desempeño humano	7 al 9 de mayo 2013
Izaje de estructuras con helicóptero (como instructor en Gómez Palacio Durango)	8 al 12 abril 2013
Manejo de conflictos	22 de mayo 2013
Mantenimiento a líneas de transmisión 400 KV	24 al 28 junio 2013
Sistema de protección civil	31 de enero al 3 de feb. 2006
Armado de estructuras auto soportadas de 230 Kv	25 al 29 de junio 2007
Trabajador vive seguro	1 al 3 de nov. 2010
Trabajos en subestaciones con líneas energizadas	15 al 17 de abril 2009

<b>Curso</b>	<b>Fecha</b>
Maniobras con estructuras de emergencia	1 al 5 de junio 2009
Administración para ingenieros central escuela occidente	13 al 17 de agosto 2007
Sistema digital de experiencia operacional SIDEO	22 al 23 de marzo 2007
Programación neurolingüística 11 en busca de la excelencia	25 al 25 de abril 2007
Armado e izaje de estructuras de emergencia con maniobras y helicóptero	24 al 28 de abril 2006
Armado de estructuras auto soportadas de 230 Kv	25 al 29 junio 2007
Ética y valores aplicada	4 dic. 2007
Operación mantenimiento de maquinas tensionadoras y traccionadoras para instalación de cables en líneas eléctrica	Octubre 2007
Mantenimiento en líneas de 400 kv en estructuras de tensión	5 al 9 nov. 2007
Izaje de estructuras de emergencia como instructor chihuahua	14 al 18 abril 2008
Maniobras con estructuras de emergencia utilizando helicóptero como instructor en la zona laguna	4 al 8 de junio 2007
Diseño electromagnético en líneas de transmisión	10 al 14 de dic. 2007
Maniobras con líneas energizadas en estructuras de doble circuito 400 Kv	21 al 25 de agosto 2006
Izaje de estructuras de emergencia con helicóptero	26 al 29 de abril 2005
Programación neurolingüística en busca de la excelencia	22 al 24 de nov. 2006
Control estadístico mantenimiento	10 y 11 abril 2008
Calculo de estructuras modulares para líneas para líneas de transmisión	3 al 5 de abril 2006
Técnicas de supervisión	24 al 28 de agosto 2009
Liderazgo efectivo	8 y 9 de dic. 2010
El arte de vivir en el presente e inteligencia emocional	30 Sep. 2005
Instalación de fibras ópticas ADSS como instructor en NCG	24 al 26 de nov. 2010
Izaje de estructuras de emergencia como instructor en NCG	11 al 15 de abril 2011
Administración de las emociones con enfoque a la seguridad	7 al 8 de dic. 2011
Protección de líneas de transmisión y distribución contra descargas atmosférica	4 y 5 de agosto 2011
Operación de la unidad UNIMOG	28 feb. al 2 de marzo 2012
Izaje de estructuras modulares de emergencia como instructor	21 al 25 abril 2014

Curso	Fecha
Trabajo en equipo y manejo de conflictos	17 al 18 de sep. 2013
Empalmes, reparación de cables y pértigas como instructor	2 al 6 de junio 2014

## 1.5.- LOGROS EN LA EMPRESA

- Disminución de Salidas de Líneas de Transmisión

### Salidas de líneas de la Subárea JUÁREZ (1531 Km)

Tabla 3.- Logros en la CFE

Año	Salidas de línea
1997	9
1998	6
1999	4
2000	6
2001	2 (Índice de 0.14 sin precedentes en la zona Juárez primer lugar nacional)
2002	2 (Se mantiene ese lugar)
2003	1 (Índice de 0.10 sin precedentes en la zona Juárez primer lugar nacional)
2004	2
2005	3
2006	2
2007	2
2008	2
2009	3
2010	7
2011	5
2012	1( Índice de 0.06 Sin precedentes en la zona Juárez primer lugar nacional )
2013	3
2014	3
2015	5

- Instalación de hilo de guarda con fibras ópticas a la línea de transmisión 93270 SAMALAYUCA – VALLE DE JUÁREZ. Fibra óptica que fue la primera instalada en la gerencia OPGW en el año 1995
- Instalación de 18 torres tipo independencia en claros críticos de las líneas de transmisión 93270 Y 93140 enclavadas dentro de Cd Juárez.
- Experiencia en izaje de torres de emergencia, con pluma, con grúa, con helicóptero, en cursos y emergencias.

- Instructor cursos de izaje y armado de estructuras de emergencia a nivel de Gerencia cursos impartidos en la zona laguna, Chihuahua, Camargo y Juárez
- Participación activa en emergencias por colapso de estructuras por huracanes en:
  - La Paz Baja California
  - Villa Ahumada Chihuahua
  - Cd Juárez Chihuahua
  - Rosales Chihuahua Chihuahua.
  - Camargo Chihuahua
  - Torreón Coahuila
  - Monterrey Nuevo León
  - Sabinas Coahuila
  - Culiacán Sinaloa
  
- En la emergencia de Culiacán se armo por primera vez una torre tipo de amarre o remate además de 10 estructuras de paso con módulos de emergencia y poste de madera
- En junio 1997 se obtiene el tercer lugar a nivel gerencia en inventiva y creatividad con el trabajo realizado en las torres de transmisión instalando de un diseño de un anti ave logrando con esto mejorar el indicador de salidas de líneas de líneas por contaminación por ave
- En el año 2009 se participo en el primer grupo para intervenir la compañía de luz y fuerza del centro como operador de la subestación Madero con turnos de hasta 8 días por la condición del conflicto durante 11 meses
- El organismo AICON INTERNACIONAL S.C. otorga la certificación con clave 014-07 acreditando el certificado de competencia laboral de unidad para impartir cursos de capacitación presenciales con código de sistema normalizado de competencia laboral NUGCH001.01 NIVEL 3 con fecha 29 de enero 2009
- 17 de marzo de 1999 la CFE expide constancia de aptitud para cubrir el puesto de jefe de departamento de subestaciones y líneas de transmisión así como de ser responsable del mantenimiento de las subestaciones y líneas de transmisión por experiencia laboral con clave 186X2-B1

# **CAPITULO 2.- ATENCIÓN A EMERGENCIAS COLAPSO DE TORRES DE TRANSMISIÓN**

## **2.1.- PRESENTACIÓN**

El presente tiene la finalidad de que el personal de Líneas de Transmisión adquiera los conocimientos de cada uno de los componentes y accesorios que forman las estructuras modulares de emergencia, los diferentes arreglos de estructuras, equipos y técnicas usadas en el armado e izaje, ya que su participación en los siniestros que se presenten será de vital importancia para restablecer el Sistema Interconectado Nacional.

### **2.1.1.- INTRODUCCIÓN**

Las líneas de transmisión son los elementos del sistema eléctrico de potencia más expuestos a fallas por diferentes causas.

En la red de Transmisión de Comisión Federal de Electricidad, en el periodo comprendido de 1975 a 1991 se presentaron el colapso de 522 estructuras por la acción de fenómenos naturales y por actos vandálicos, afectando con esto el suministro de energía eléctrica en nuestro país, por lo que la C.F.E. implemento un “Plan de Restablecimiento de Emergencia en Líneas de Transmisión”.

Las estructuras modulares no requieren cimentación especial, pueden ser usadas en cualquier nivel de voltaje y como estructuras de suspensión, deflexión y/o tensión; puesto que sus componentes están estandarizados, pueden ser usados combinados entre sí para los diferentes arreglos.

## **2.2.- ARMADO E IZAJE DE ESTRUCTURAS DE EMERGENCIA**

### **2.2.1.- COMPONENTES Y ACCESORIOS**

Comisión Federal de Electricidad cuenta con dos marcas de estructuras modulares (Lindsey y Prinex), compatibles entre sí en sus diferentes componentes pero con algunas variantes de acuerdo a la siguiente Tabla.

**Tabla 4.- Comparativo entre las dos marcas**

DESCRIPCIÓN	LINDSEY		PRINEX	
	Peso Kg.	Longitud (m)	Peso Kg.	Longitud (m)
Placa de cimentación o base	250	0.36	201	0.21
Base articulada	252	2.13	267	2.13
Modulo de 21 pies	257	6.40	322	6.40
Modulo de 14 pies	189	4.25	250	4.25
Modulo de 7 pies	122	2.13	170	2.13
Placa para retenidas 0°/45°	23	1.22 x 0.89	30	1.22 x 0.89
Placa para retenidas 45° /45°	23	1.22 x 0.89	30	1.22 x 0.89
Placa para retenidas 0°/0°	23	1.22 x 0.89	30	1.22 x 0.89
Caja para aisladores	120	0.45	115	0.58

### **2.2.1.1.- PLACA DE CIMENTACIÓN O BASE**

La base es el soporte de la estructura de emergencia, fabricada en aluminio de alta resistencia y diseñada para ser colocada sobre el terreno.

#### **Medidas de seguridad**

La base deberá ser asegurada con 4 puntillas de 1 ¼ (32 mm) de pulgada por 1.5 m de largo, colocada en los orificios existentes en el centro de cada cara de la base junto a las asas, siendo enterrada verticalmente hasta la altura de la caja. Se recomienda, nivelar el terreno que ocupará la base de cimentación para evitar su deslizamiento



**Figura 1.- Placa de Cimentación o Base**

Existe una variante de base de cimentación marca PRINEX, misma que se muestra en la Figura 2, para la cual se deberá de tener las mismas medidas de seguridad.



Figura 2.- Diferencia entre ambas marcas

### 2.2.1.2.- ARTICULACIÓN UNIVERSAL

Esta fabricada de aluminio estructural y cuenta con una rotula de acero galvanizado en su extremo inferior que le permite girar  $90^\circ$  en las cuatro direcciones indicadas por flechas en la base de cimentación, esto facilita el armado de la columna en piso. Además cuenta con dos discos unidos que permite girar los  $360^\circ$  sobre su propio eje, estos discos están separados por una junta de un material no metálico MICARTA (aislante) que evita la fricción entre los elementos.

#### Medidas de Seguridad

Para el traslado y almacenaje se utilizan cuatro pernos tensores que evitan su movimiento, cuando se instala se deberán quitar estos tensores para permitir que trabaje la rotula

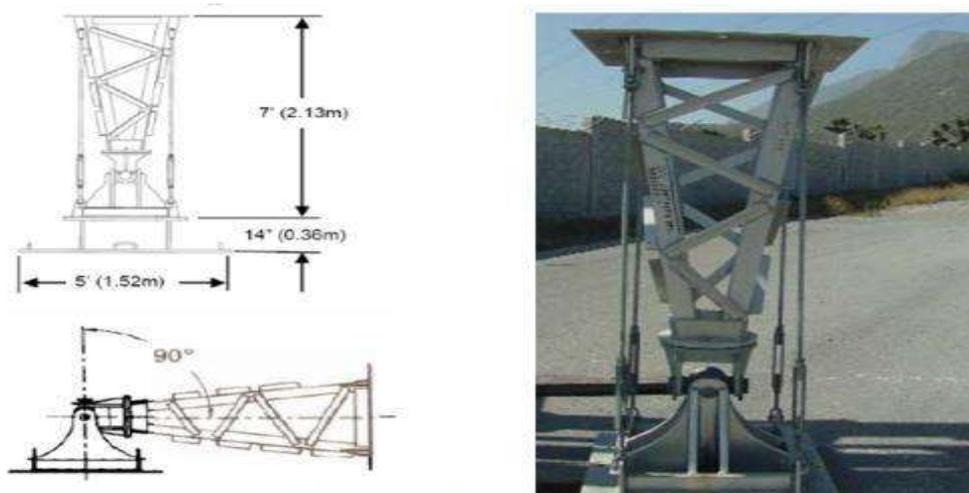


Figura 3.- Articulación Universal

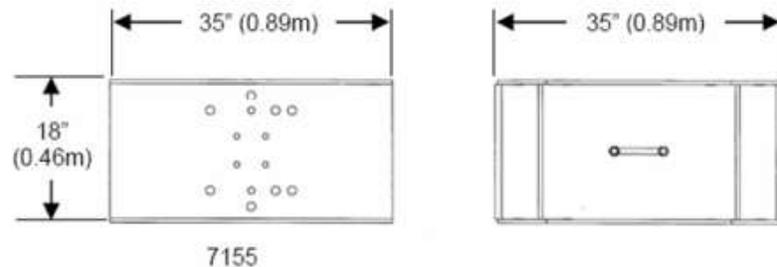


**Figura 4.- Las diferencias entre las dos marcas estriban en el perno**

### **2.2.1.3.- SECCIÓN DE CAJA**

La sección de caja está fabricada de aluminio estructural, tiene un peso de 120 kg. Para el caso de la marca Lindsey y 115 kg. Las de la marca Prinex cuentan con barrenos en dos de sus caras opuestas, dispuestos de tal manera que cualquier aislador del tipo pedestal puede ser utilizado en forma horizontal. Para la marca Prinex se deberá utilizar el accesorio adaptador para aislador tipo poste (cantiliever) incluido para este fin.

Las cajas se instalan entre dos secciones de columna o en la parte superior cuando no lleva hilo de guarda, siendo su función soportar el puente en una estructura de tensión y sostener los aisladores tipo pedestal que dan la separación entre conductor y columna en estructuras de suspensión (arreglos tipo bandera y delta).



**Figura 5.- Sección de caja marca linsey**



**Figura 6.- Fotografía de caja de conexión**

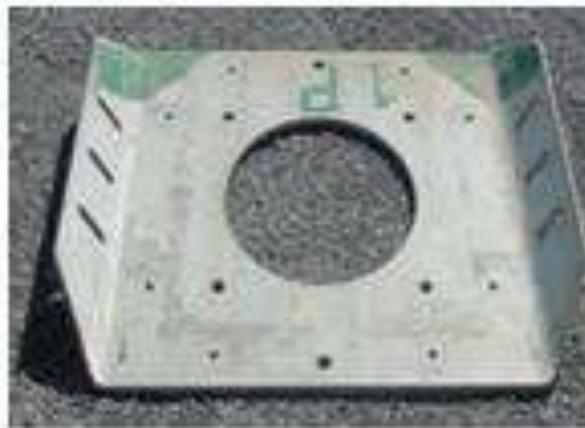
#### **2.2.1.4.- PLACAS O PLATINAS PARA RETENIDAS.**

Las placas para retenidas son fabricadas de aluminio estructural de 1 ½" de espesor y su función es alojar las retenidas, hilo de guarda, cadenas de aisladores a través de grilletes hasta ¾"; además de los barrenos para ensamble entre las secciones de columna y los de maniobra, cuenta con seis barrenos ovalados a 1 1/16" del borde (tres en dos de sus lados) que soporta cada uno de ellos una tensión de 13,920 kg (30,000 lb).

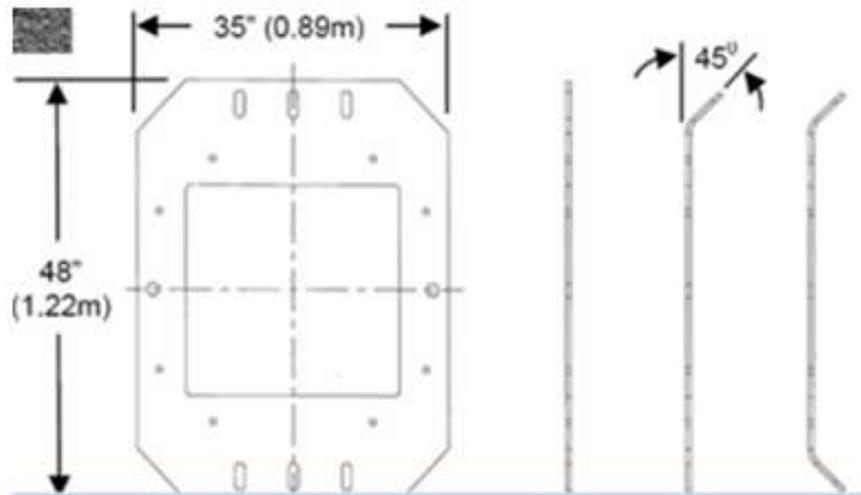
Cuando las tensiones en las retenidas rebasen este límite (30,000 lb), deberán utilizarse retenidas adicionales sujetas a diferente barreno de la placa (platina).

Existen tres tipos de platinas para retenidas: 0°/0°, 0°/45°, 45°/45°.

La platina de retenida 0°/0° es usada para tensiones horizontales, la platina de 0°/45° es usada en retenidas intermedias y superiores ó cuando hay tensión horizontal en un lado y vertical en el otro, la placa de 45°/45° se usa cuando hay tensiones verticales en ambos lados.



**Figura 7.- Platinas para retenidas o placas**



**Figura 8.- Dibujo de placas o platinas**

### **MEDIDAS DE SEGURIDAD.**

Utilizar siempre grilletes de  $\frac{3}{4}$  " en los barrenos ovalados, que cumplan con la norma de referencia NRF-043-CFE-2004.

Si en el cálculo de tensión se excede de 30,000 libras (13,600 kg.) la carga en uno de los barrenos ovalados, se deberá emplear dos retenidas usando dos o tres barrenos diferentes según sea el caso, ya que de lo contrario las perforaciones fallaran.

### **2.2.1.5.- SECCIÓN DE COLUMNA.**

Las secciones de columna son fabricadas de aluminio de alta resistencia con celosía soldada para darle rigidez en el caso de la marca Lindsey y por medio de tornillería tipo remache en el caso de la marca Prinex.

En el extremo de cada sección tiene una placa con ocho barrenos (2 por lado) de  $\frac{11}{16}$ " para su ensamblaje y cuatro barrenos (1 por lado) en el centro de  $\frac{13}{16}$ " para maniobras. En un extremo tiene un perno guía de 4" y en el lado contrario otro de 6 "que facilita su alineación en el montaje.

Existen tres tamaños de módulos 2.13 mts. (7 pies), 4.25 mts. (14 pies) y 6.40 mts. (21 pies).

Con los elementos anteriores se pueden armar columnas de la altura requerida así como la separación necesaria de conductores.

Cada sección resiste 29,510 kg (65,000 lb) de compresión y un momento de flexión de 19796 kg (140,000 lb-pie).



Figura 9.- Diferencia entre módulos Lindsey y prinex

#### MEDIDAS DE SEGURIDAD

Se deben de sujetar las retenidas (provisionales o permanentes) de las placas para retenidas únicamente, debiendo utilizarse siempre grilletes de  $\frac{3}{4}$ ". En ocasiones especiales, surge la necesidad de instalar retenidas fuera de estos puntos de sujeción, para lo cual se **deberá sujetar de los montantes principales de las secciones de columna y no de la celosía**. Esta última acción quedara bajo la responsabilidad del responsable de la maniobra.

Es recomendable emplear módulos de menor tamaño en la parte inferior de la columna con lo que tendrá un mejor comportamiento estructural.

Se recomienda que en el montaje, la cara plana de las celosías de aluminio quede hacia arriba, esto le dará mayor seguridad y facilidad al liniero para subir a la estructura.

#### NO UTILIZAR COLUMNAS DEFORMADAS O CON CELOSÍAS FALTANTES

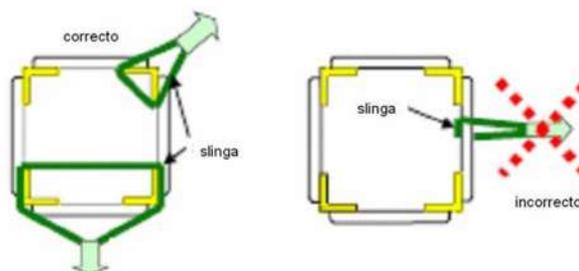


Figura 10.- Forma correcta de sujetar un modulo con eslingas

### 2.2.1.6.- TORNILLOS ERS (GRADO 5)

Los tornillos para la unión de los diferentes módulos estructurales tienen una característica especial, la cual reside en la resistencia que tienen al corte, pues están diseñados para que se rompan antes de que dichos módulos sufra algún daño.

Los tornillos tienen indicadas las letras ERS en la cabeza del mismo.

Los tornillos ERS de acero 5/8 x 3 1/2 con tuerca y arandela plana rompe a 30,000 libras. Se debe de apretar con un torque de 70 a 90 libra/pie.



Figura 11.- Tornillos grado 5

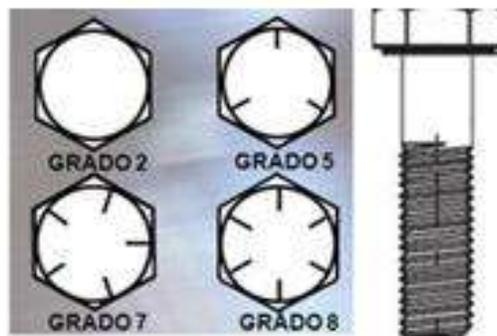


Figura 12.- Diferentes grados de dureza de tornillos

### 2.2.1.7.- AISLADORES Y HERRAJES.

De preferencia se utiliza aislamiento sintético, para evitar sobrepeso en la estructura.

Si no se cuenta con este tipo de aisladores, pueden emplearse aisladores de vidrio templado o porcelana (10SC25 ó 10SPC25) de una resistencia electromecánica combinada de 25,000 libras, para lo cual se deberán revisar las cargas a la que se somete la estructura.

#### MEDIDAS DE SEGURIDAD.

Verificar que los remates preformados nuevos a tensión plena para anclar las retenidas, cuenten con su abrasivo en la parte interior. Los remates preformados usados, van perdiendo sus características mecánicas y su abrasivo.

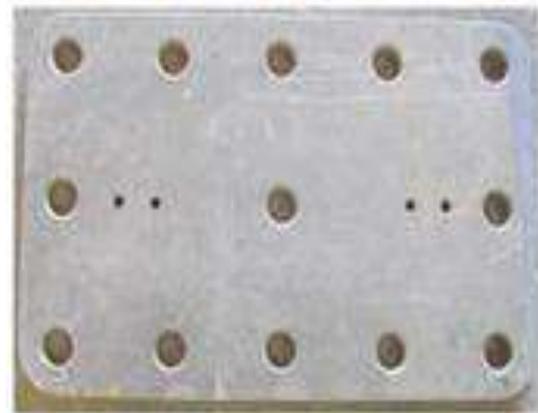
A continuación se muestran los aisladores y herrajes más comunes usados en el armado de estructuras modulares de emergencia, su requerimiento depende del tipo de estructura a armar y del número de conductores



**Figura 13.- Aislador de hule de silicón de suspensión**



**Figura 14.- Guarda cabos 9/16"**



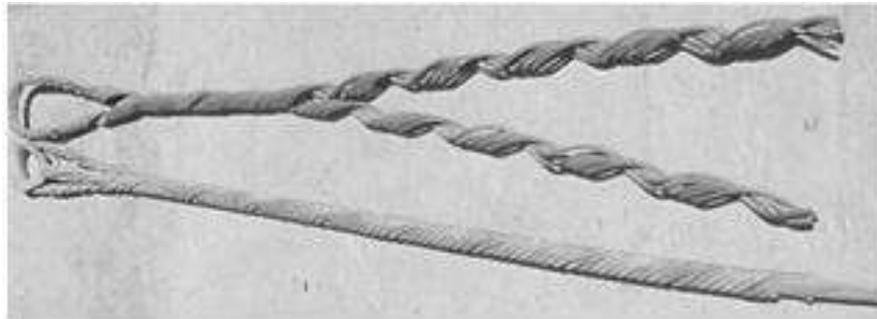
**Figura 15.- Yugo universal**



**Figura 16.- Aislador de hule silicón tipo poste o cantiliver**



**Figura 17.- Adaptador de aislador**



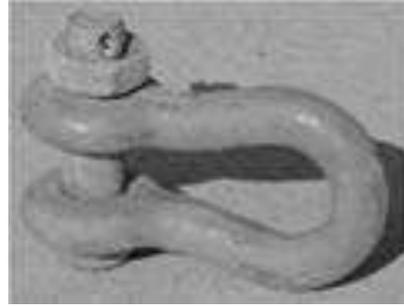
**Figura 18.- Remate preformado 9/16"**



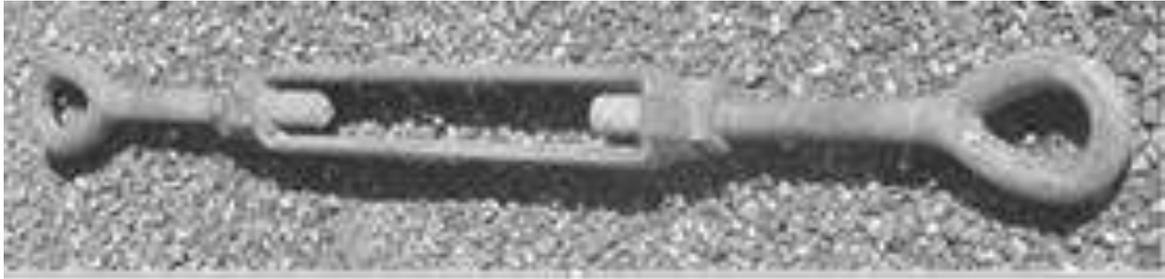
**Figura 19.- Extensión machete**



**Figura 20.- Eslabón de acero galvanizado 3/8**



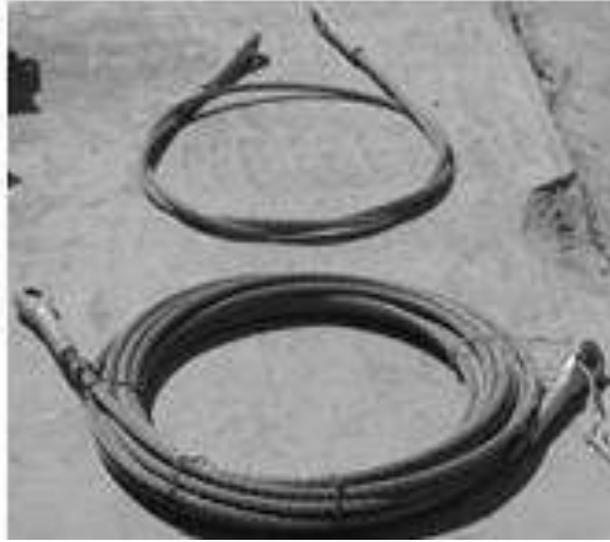
**Figura 21.- Grillete de herraje de acero gal 3/4**



**Figura 22.- Tensor ojo-ojo**



**Figura 23.- Clema de suspensión**



**Figura 24.- Cable de acero para unir dos columnas**

## **2.3.- ARREGLO GENERAL Y TIPO DE ESTRUCTURAS INTRODUCCIÓN**

Dada la importancia para Comisión Federal de Electricidad de mantener la operación de las diferentes líneas de transmisión de energía eléctrica del país, y que por sus condiciones topográficas y trayectorias se ven expuestas a fenómenos naturales o ataques directos; CFE cuenta con un “Plan de Restablecimiento de Emergencias en Líneas de Transmisión”, para lo cual se han buscado alternativas para hacer reparaciones provisionales en forma rápida y segura a dichas líneas que sufran colapsos. En 1993 se adquirieron las primeras estructuras modulares de emergencia que son ligeras de peso, resistentes, de fácil transporte y reutilizables con las que se puedan formar diferentes tipos de arreglos.

**Objetivo particular:** al finalizar el tema el participante conocerá los diferentes arreglos y tipos de estructuras que se pueden armar en diferentes situaciones de emergencia.

### **2.3.1.- ARREGLOS QUE SE PUEDEN CONSTRUIR**

Los componentes de las estructuras de emergencia pueden ser usados para construir los siguientes arreglos:

#### **Tipo suspensión (Tangente)**

- a) Chainette
- b) 4 Columnas
- c) H-Frame
- d) Delta horizontal vee

### **Tipo Bandera horizontal vee**

- e) Herringbone
- f) Doble circuito herringbone

### **Tipo deflexión (Angulo)**

- g) Chainette
- h) 4 Columnas

### **Tipo Bandera horizontal vee**

- i) Ángulo corrido (Running angle)

### **Tipo tensión/remate (Deadend)**

- j) 1 columna (una fase)
- k) 1 columna (tres fases con hilo de guarda)
- l) 1 columna (una fase con hilo de guarda)

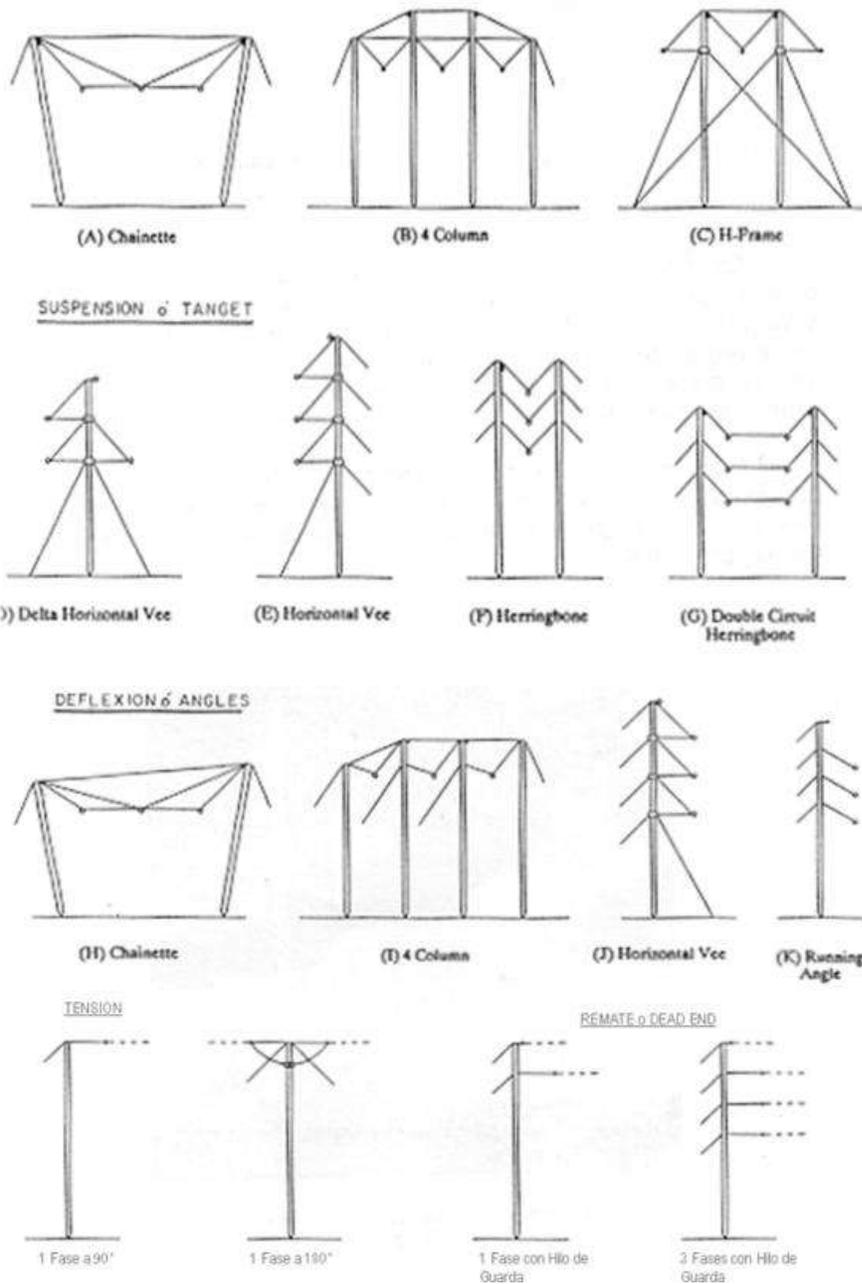
### **MEDIDAS DE SEGURIDAD**

Se deberá efectuar el análisis estructural de la columna escogida empleándose el programa en computadora Lindsey Emergency Restoration System Prospot 5.0.55, para asegurarse que la estructura soportara los esfuerzos a que será sometida y determinar las tensiones que serán aplicadas a las retenidas.

Se pueden construir otras configuraciones sumando otros componentes a estas estructuras, dependiendo de los requerimientos. Deberá consultarse el manual y el software del fabricante cuando una estructura diferente a las anteriores este siendo considerada.

Entre los tipos de estructuras mayormente empleados se encuentran: Chainette, Delta horizontal Vee, Bandera horizontal Vee, Angulo corrido o Deflexión, tensión y Remate (una columna con una fase y una columna con tres fases y un hilo de guarda).

## TIPOS DE ESTRUCTURAS



**Figura 25.- Estructuras Comúnmente Usadas En Transmisión**

### 2.3.1.1.- ESTRUCTURA TIPO CHAINETTE

Este arreglo se emplea normalmente en sitios donde se ubicara la estructura modular de emergencia sobre el mismo eje de la línea. Sera posible una pequeña deflexión (no mayor a 5°) de acuerdo a las características de las estructuras auto soportadas adyacentes a la(s) estructuras modulares de emergencia. Esta situación debe ser revisada y evaluada en sitio por el Coordinador Técnico.

Consiste en dos columnas independientemente, inclinadas cada una de ellas 5° grados como máximo y unidas entre sí a través de un cable de acero colocado en la parte superior de las columnas llamado (Violín). Entre las columnas en la parte superior se instala un arreglo de aisladores y herrajes llamado brasier donde se suspenden los cables conductores.

La separación entre columnas depende del voltaje. La instalación se retiene intermedias dependerá del claro medio vertical, número de conductores por fase y altura de estructura.

Es recomendable que para instalar la retenida intermedia se utilice preferentemente el cable de acero (violín) suministrado por el fabricante, a la mitad de las columnas o más arriba, esto con la finalidad de evitar su pandeo



**Figura 26.- Arreglo tipo Chahinette**

El diagrama básico de las retenidas definitivas es el siguiente.

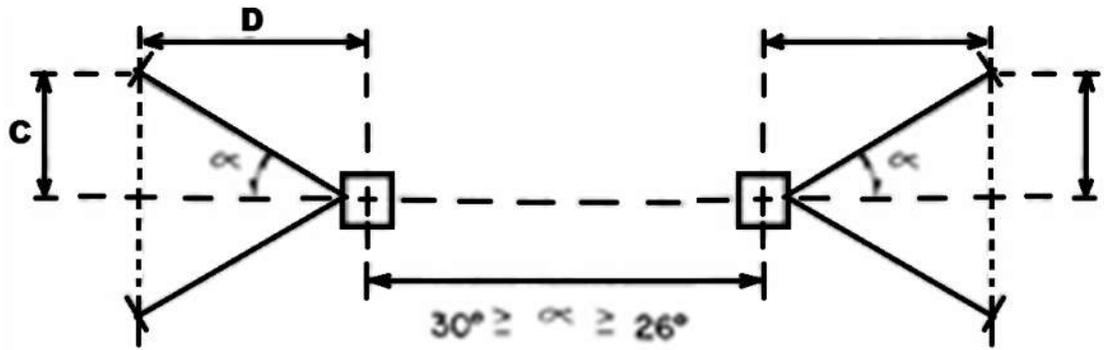
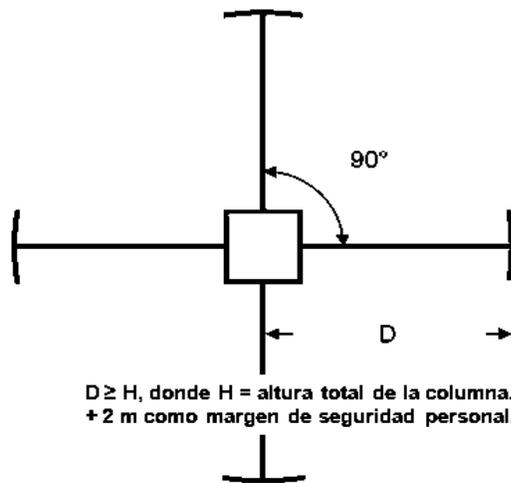


Figura 27.- Dibujo de las retenidas

El Angulo  $\alpha$  deberá ser mínimo de  $26^\circ$  y máximo de  $30^\circ$ . La distancia "D" se calculara multiplicando el valor de la altura máxima de la columna por 0.9,  $D=H*0.9$

La distancia "C" se calculara como sigue:  $C=D*0.45$



$D \geq H$ , donde H = altura total de la columna.  
+ 2 m como margen de seguridad personal.

Figura 28.- Diagrama básico de retenciónes definitivas

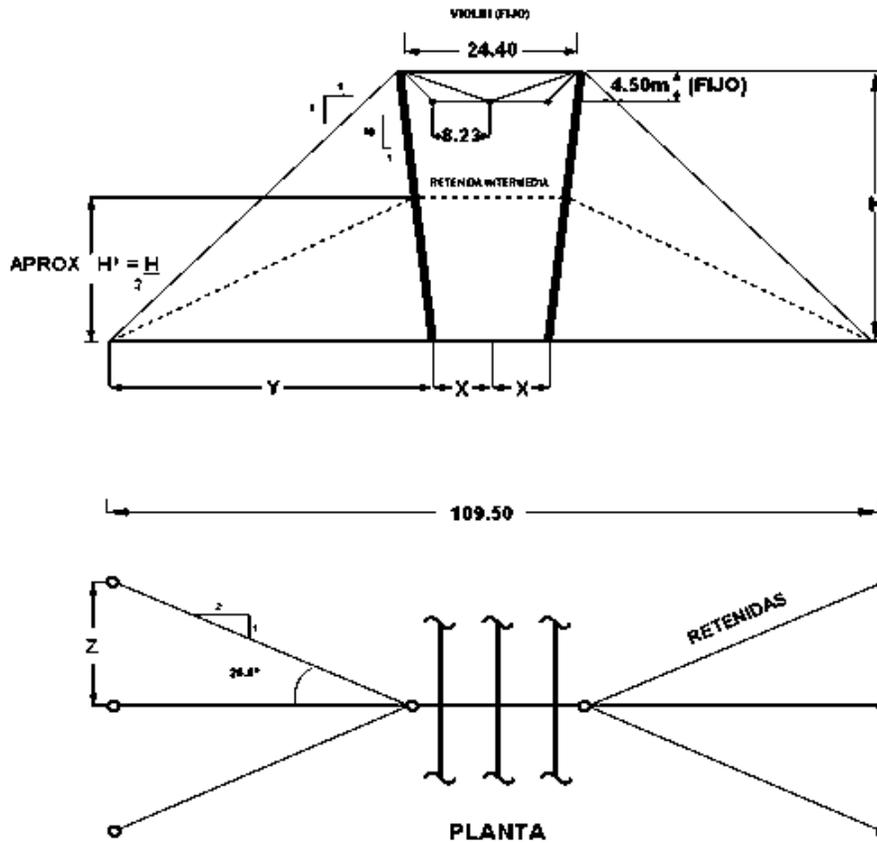


Figura 29.- Estructura tipo chahinette 400 kv

### 2.3.1.2.- ESTRUCTURA TIPO DELTA

Se recomienda utilizar este tipo de arreglo para líneas de transmisión de 115 y 230 kv de un conductor por fase. Con la finalidad de evitar el pandeo durante su izaje y elevadas cargas en las retenidas se recomienda construir estructuras con alturas no mayores a 35 metros. Este tipo se utiliza cuando se reemplazan estructuras auto soportadas de suspensión o tangente, ubicándose la estructura modular sobre el eje de la línea. Este arreglo consiste en una columna en la que se instala en la parte superior de la columna un aplaca de 45°/45°, abajo del modulo superior una sección de caja, en la parte inferior dos placas de 45°/45°, Bajo Del segundo modulo se instala otra sección de caja en la parte inferior dos placas 45°/45°, estas se utilizan para las retenidas y aisladores de tensión. En las secciones de caja se colocan aisladores en cantiliever que forman la disposición de conductores en delta



Figura 30.- Arreglo tipo delta

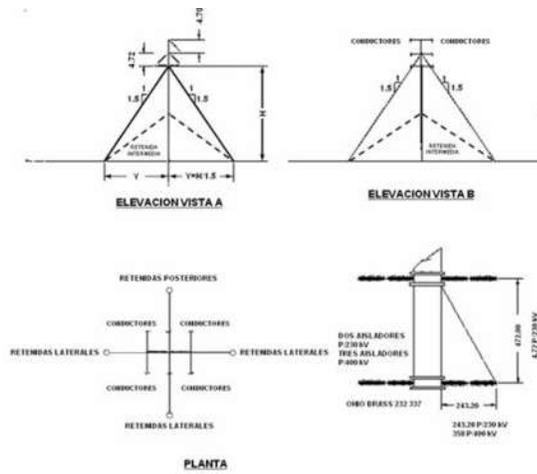


Figura 31.- Estructura tipo delta 230 y 400 kv

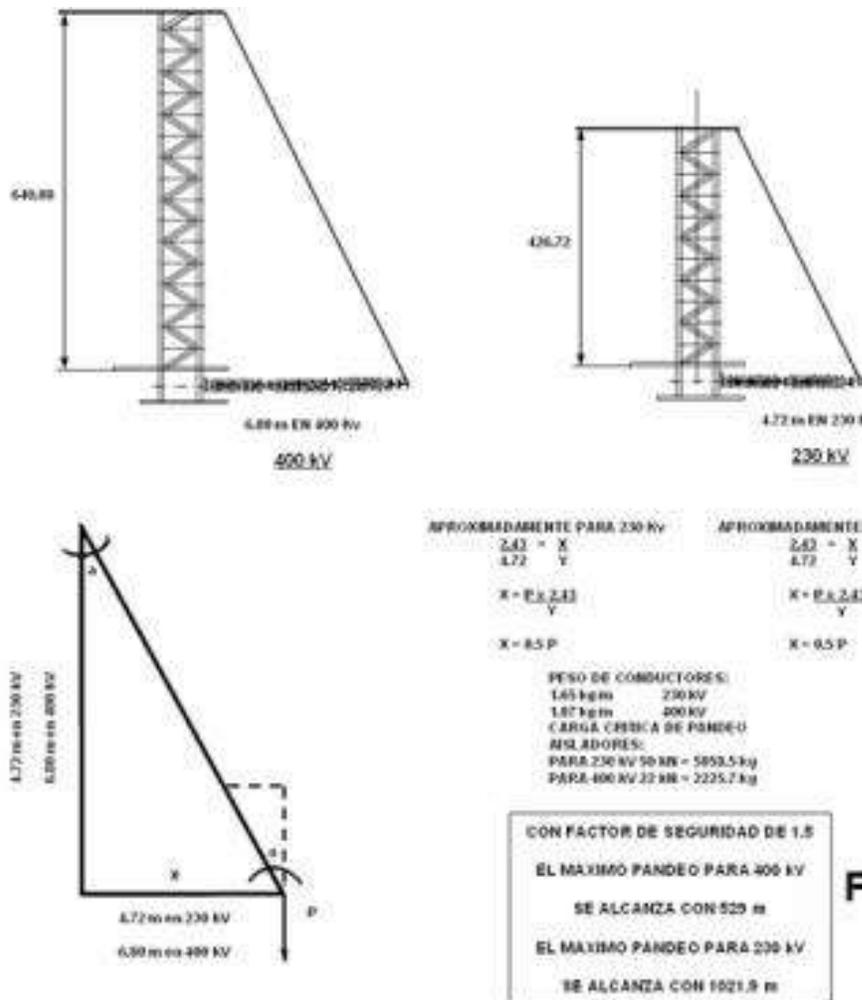


Figura 32.- Cálculo de fuerzas dominantes en aislador a compresión en estructuras bandera o delta

### 2.3.1.3.- ESTRUCTURA TIPO BANDERA

Este arreglo se emplea cuando se reemplaza una estructura de suspensión con conductores en disposición vertical, también se utiliza para salirse del eje de la línea **aceptando una deflexión de 25°** grados de su tangente. Al igual que la estructura DELTA, puede utilizarse para construir un bypass y para iniciar-terminar un bypass combinándolo con estructuras tipo delta.

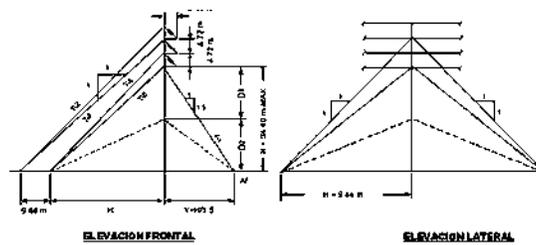
Este arreglo consta de una columna en la que se instala en la parte superior una placa de 45°/45° y en la parte inferior del módulo se instala una sección de caja, en la parte inferior una placa 45°/45°, posteriormente se repite el arreglo para el segundo y tercer módulo, contando de la parte superior hacia abajo.

**La limitación para el uso de este arreglo es el número de conductores por fase.**

Durante las maniobras de tendido y tensionado de conductores se deben instalar retenidas provisionales (laterales) que compensen los esfuerzos aplicados sobre la columna por ausencia de conductores.



Figura 33.- Arreglo tipo bandera



Las retenidas indicadas con la línea punteada son opcionales, en función de las tensiones de las T2-T3 y T4-T5, cuando se considere que se tiene mucha tensión para una sola ancla. Adicionalmente se requiere una retenida intermedia cuando la altura H de la columna sea mayor a 25 m.

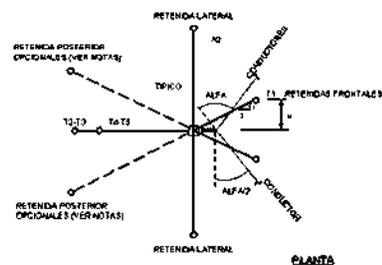


Figura 34.- Estructura tipo bandera

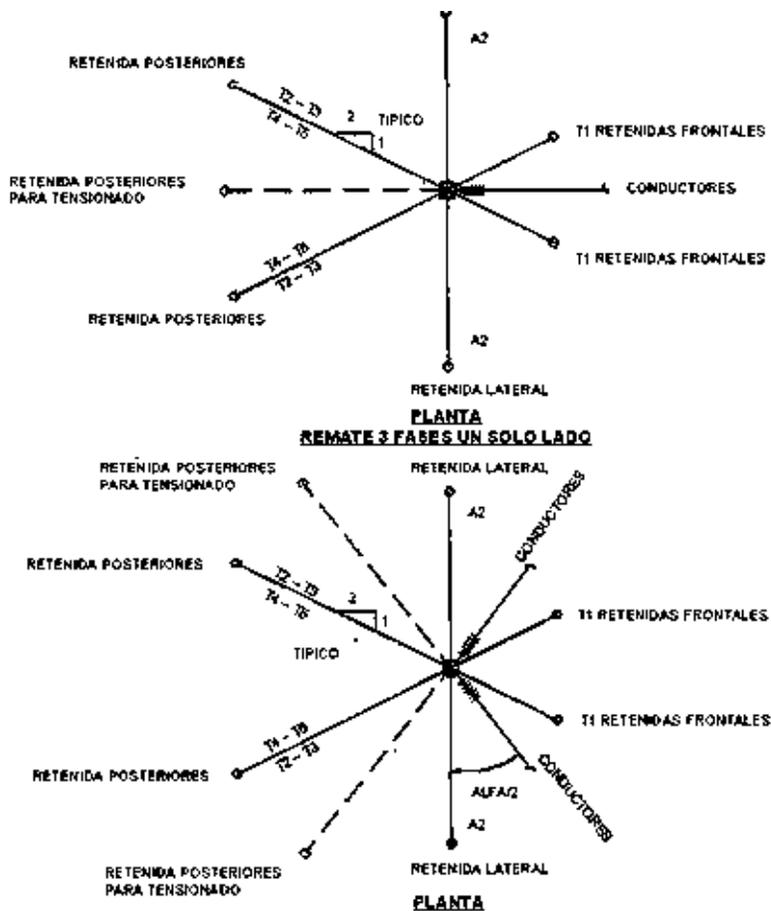


Figura 35.- Estructura tipo bandera horizontal 230 kv

### 2.3.1.4.- ESTRUCTURA DE TENSION

Para formar las estructuras de tensión, se utilizan las columnas que pueden alojar todos los conductores e hilos de guarda en una sola columna o en columnas independientes.

Estas estructuras se usan para rematar conductores en una sola de sus caras o en las 2, a manera de tangente ( $180^\circ$ ) o para deflexionar una línea hasta  $90^\circ$ . En función de la tensión aplicada, se utilizaran los distintos módulos, secciones de caja y aisladores sintéticos y tipo cantilever, estos últimos son empleados para dar separación de los puentes.

Durante las maniobras de tendido y tensionado de conductores se deben instalar retenidas provisionales que compensen los esfuerzos aplicados sobre la columna por ausencia de conductores.

La decisión de utilizar una o más columnas está en función de la tensión mecánica de los conductores y la altura requerida para los libramientos.



Figura 36.- Estructura tipo bandera remate 230 kv

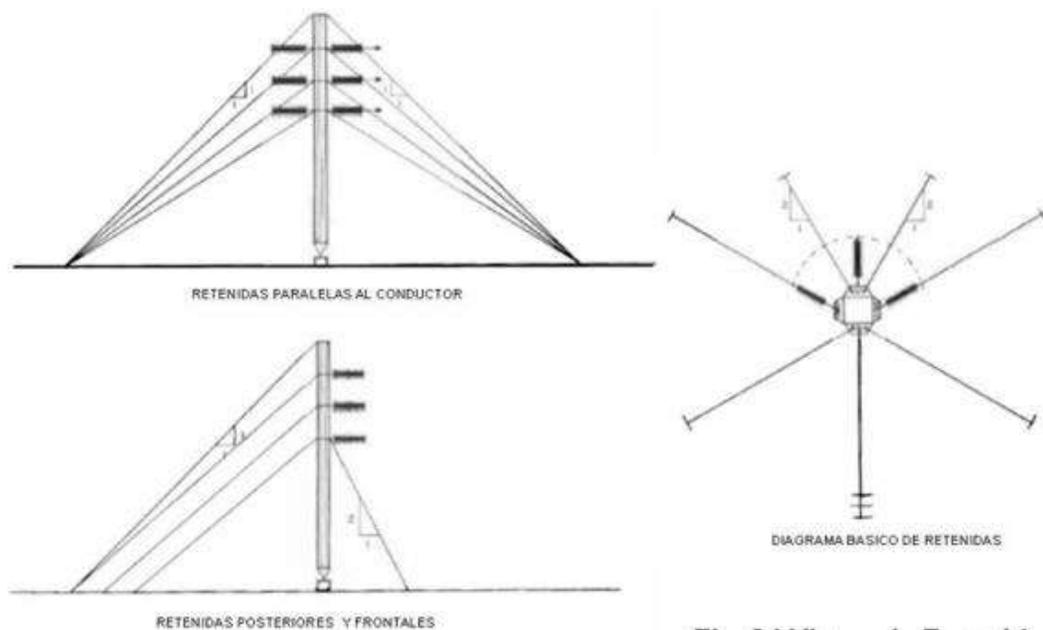


Figura 37.- Vistas de retenidas

## 2.4.- TIPOS DE ANCLAJES PARA RETENIDAS

## **ANCLAJES PARA RETENIDAS**

Deberá efectuarse un reconocimiento en la zona del problema donde se instalaran estructuras de emergencia, de los resultados de esta evaluación y de los recursos con que se cuente se determinara el tipo de anclaje a aplicar, mismo que puede ser de acuerdo a lo siguiente:

- Tipo Mantarraya ó Ancla
- Tipo Expansor ( taquete )
- Tipo Helicoidal
- Tipo Pesos Muertos

### **2.4.1.- TIPO MANTARRAYA**

Este tipo de anclaje se utiliza en suelos del tipo friccionantes y cohesivos (arcillosos) se colocan en secciones de 1.2 mts además se aplica una carga de 15 000 lbs.



**Figura 38.- Anclas tipo mantarraya**



**Figura 39.- Practica de instalación de ancla tipo mantarraya**

### **2.4.2.- TIPO EXPANSOR (TAQUETE)**

Este tipo de anclaje se utiliza en roca maciza únicamente, este tipo de anclaje toma el peso de la roca



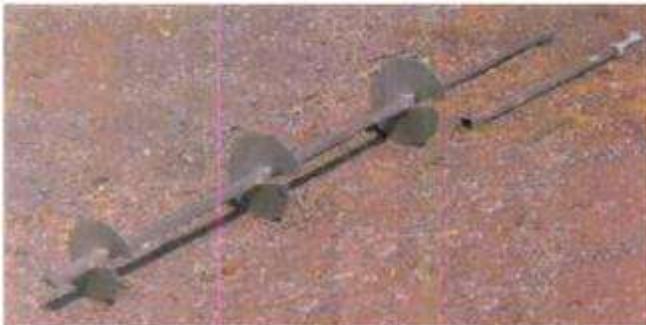
**Figura 40.- Taquete**



**Figura 41.- Forma de instalar anclaje tipo taquete**

### **2.4.3.- TIPO HELICOIDAL**

Este tipo de anclaje se utiliza en suelos del tipo friccionantes y cohesivos (arcillosos) este sistema de anclaje se puede realizar con un cabezal y una grúa o un adaptador para los linieros



**Figura 42.- Instalando anclaje tipo helicoidal**



Figura 43.- Con una cruceta se gira el ancla y sola se va enterrando

#### 2.4.4.- TIPO PESOS MUERTOS

Este tipo de anclaje se puede utilizar en casi todo tipo de suelo plano, en la mayoría de los casos se utiliza de 1 metro cubico de concreto teniendo un peso aproximado de 2500 kg

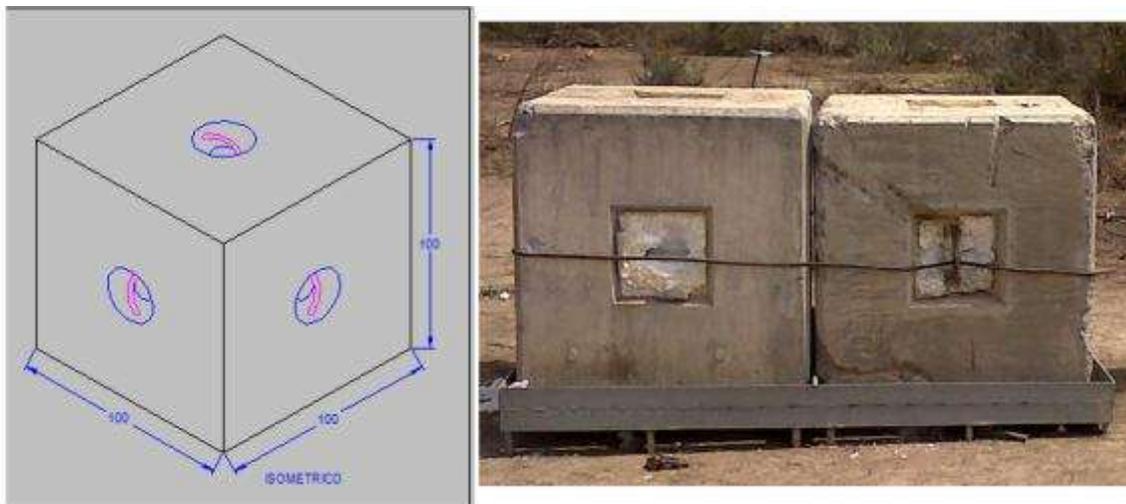


Figura 44.- Pesos muertos de concreto

### 2.5.- TIPOS DE IZAJE DE ESTRUCTURAS DE EMERGENCIA

#### 2.5.1.- PIVOTEADA SOBRE SU BASE CON GRÚA

Uno de los métodos usados para el montaje de las estructuras es la grúa, la estructura debe de ser armada con la base en el sitio donde se usara en posición horizontal, apoyándola preferentemente sobre polines de madera



Figura 45.- Maneras de izar una columna con grúa

### 2.5.2.- PIVOTEADA SOBRE SU BASE CON HELICÓPTERO

Una vez seleccionado el sitio y las características de la columna previamente establecidas por el cálculo, se procede al armado en piso



Figura 46.- Izaje con helicóptero

### 2.5.3.- PIVOTEADA SOBRE SU BASE CON PLUMA EN PISO

Una vez seleccionado el tipo y la altura de la estructura, así como el lugar donde va a instalarse, se procede a colocar las anclas que nos servirán para sujetar tanto las retenidas de montaje como los vientos de la pluma, estas anclas se harán utilizando puntilla de 1 ½ "a 2" y 1.50 m de longitud si lo permite el terreno.

A la vez que se está armando la columna en piso se instala la pluma auxiliar en piso perfectamente venteadada, utilizar cable de acero de 3/8 para este viento. Una vez izada la pluma, misma que cuenta con una polea abierta en el extremo superior, se procede a colocar la maniobra de izaje de la estructura, sujetándola a 2/3 de distancia de la base hacia la punta, para alojar el cable de acero que nos servirá para levantar la columna mediante un winch o tirfor de 3 toneladas. Cuando se tenga la columna a los 80° aproximadamente, se procederá a parar el movimiento de izaje para que se anclen las retenidas. Acto seguido se procederá a plomear la columna utilizando montacargas y posteriormente a retirar la pluma ayudándose de la columna ya izada.



Figura 47.- Instalación de pluma de piso para izaje de columna



**Figura 48.- Para esta maniobra se requiere trazar un área de seguridad**

#### **2.5.4.- ARMADA CON PLUMA FLOTANTE (DESLIZANTE)**

Esta maniobra se utilizara cuando el terreno y las condiciones de clima no permiten utilizar otra maniobra de izaje o cuando por razones de seguridad se levanta una columna hasta donde su flexión lo permite, continuando su armado con la pluma flotante.

Se ahorrará tiempo si se aprovecha a montar la pluma en el primer tercio de la columna en el momento que se encuentre en el piso. El izaje se hará preferentemente con el malacate, procediendo a poner en posición vertical la columna e instalar sus retenidas provisionales con cable de acero flexible de 3/8" de diámetro.

Las retenidas provisionales de la columna deberán ser tensadas adecuadamente y a partir de este momento deberán ser supervisadas permanentemente con 2 personas cada una.

La pluma también deberá tener vientos de cable de 3/8", lo cual asegurará su verticalidad al subir las secciones de la columna y a su vez, será asegurada en su base a través de dos aparejos que servirán para subir y bajar la pluma y en su momento sujetarla de la columna durante el levantamiento de los módulos.

El estrobo de las secciones de columna que se está levantando se hará a 2/3 de su longitud total, colocándole vientos en la parte inferior para guiarla y darle verticalidad durante el izaje y uno en la parte central de la sección de la columna, esto evitará que se golpeen con la estructura.

Al concluir el izamiento y conexión mecánica de la primera sección de columna (módulo), se procede a liberar la pluma para luego deslizarla hacia arriba. Las dos personas que se encuentran en la parte superior de la columna harán esta maniobra, auxiliados por el personal que se encuentra en el piso para sostener el peso de la pluma a través de poleas instaladas en la propia pluma y en la base de la columna. Una vez colocada y fijada la pluma flotante en su nueva posición, se procederá a equilibrarla con sus 4 vientos, que deberán ser tensados. A partir de este momento, será necesario que se supervisen permanentemente con un trabajador cada uno de los vientos de la pluma flotante. En ocasiones será necesario calzar la parte inferior de la pluma con un madero para evitar que quede ligeramente inclinada y haya flexión con la ceja de la columna que pueda dañarla. Las personas en la parte superior de la columna se asegurarán de: colocar la pluma en su posición, y preparar la maniobra de izaje del siguiente módulo.

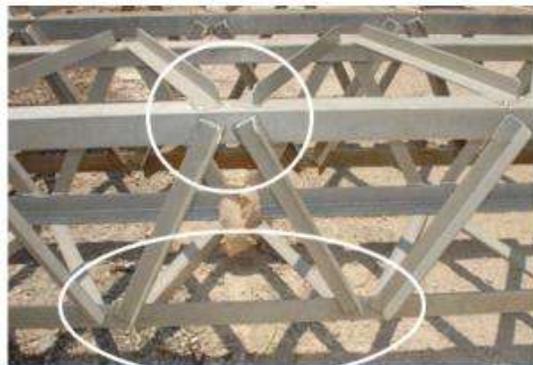


**Figura 49.- Armado de estructura pieza por pieza cuando no es posible con grúa ni helicóptero**



**Figura 50.- Con pluma deslizante es más tardado**

Existe una variante de pluma de maniobra de la marca lindsey, la cual tiene un dispositivo para sujetarla a los montantes principales de las secciones de la marca lindsey a los de la marca prinex no es posible fijarla.



**Figura 51.- Modulo lindsey**



**Figura 52.- Modulo prinex**

Esta pluma no requiere de instalación de vientos provisionales. Se muestra una secuencia de su instalación y su izaje sobre la columna a través de su elemento de sujeción, deslizando por medio de este.



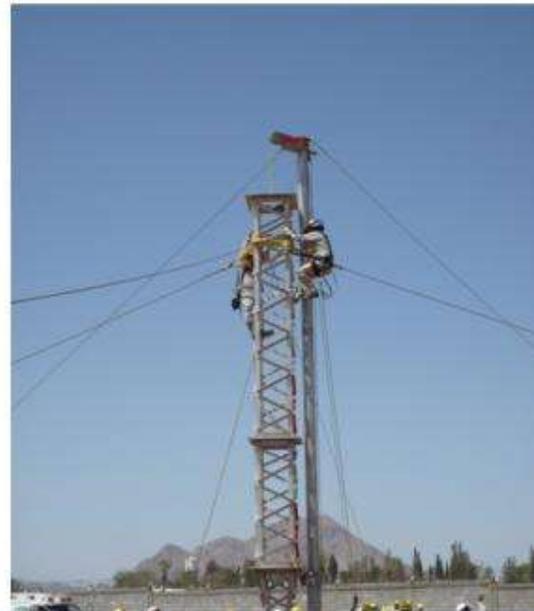
**Figura 53.- Instalación de la base de la pluma deslizante**



**Figura 54.- Pluma deslizante instalada en una de las esquinas de la base de la columna**



**Figura 55.- Izaje de pluma deslizante**



**Figura 56.- Izaje de los primeros módulos de la columna**



**Figura 57.- Para mantener los primeros módulos se requiere instalar gasas para retenidas provisionales**



**Figura 58.- Se sube el cañón de la pluma flotante para subir la pluma**

# **CAPITULO 3.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **3.1.- CONCLUSIONES**

En base a lo anteriormente expuesto se concluye lo siguiente:

La utilización de las estructuras modulares de emergencia ha sido una solución muy buena en cuanto a tiempo de restablecimiento de líneas de transmisión con estructuras colapsadas. En forma provisional

Las practicas y experiencia que tiene ya el personal de líneas de transmisión durante varios años ha permitido disminuir los tiempos de restablecimiento con menos accidentes

El uso de estas estructuras es muy seguro

## **3.2.- RECOMENDACIONES**

Cada trabajo en campo se realiza y planea de acuerdo a las condiciones del terreno y las características de la línea de transmisión por lo tanto dependerán de las habilidades del Ing. y los cabos de cuadrilla

Cuando ocurre la emergencia, el personal participante va con la clara idea de que van a ayudar por lo tanto llevan con su despensa para alimentarse mínimo 4 o 5 días mientras se normaliza la situación de logística

En las emergencias ocurren accidentes por las condiciones desconocidas, es importante la coordinación entre grupos de trabajo y sobre poner la seguridad en todo momento aun y cuando esto represente que se pierda tiempo vale más una vida que cualquier trabajo

Cada año se realizan cursos de capacitación y se debe llevar a las emergencias personales con los conocimientos necesarios

El personal de participante tendrá las habilidades y conocimientos además soportar condiciones de trabajo fuera de lo normal 12 hrs diarias sin importar sea sábado domingo o día festivo, comer poco y alimentos fríos

En base a las emergencias se tiene calculado que para cada torre colapsada se requiere un mínimo de 20 linieros capacitados

Se deberá realizar un plan de trabajo donde incluya un centro de acopio del tamaño proporcional a la emergencia

Se deberá de tener en el punto de trabajo servicios de emergencia con paramédicos y ambulancias

Además del personal de líneas se contara con personal dedicado a la logística que proveerá de alimentos materiales y equipos

Se requerirá tener una flota de vehículos todo terreno 4x4, camiones para el traslado de las estructuras, cuatrimotos, retroexcavadoras, tractores, helicópteros

Se deberá contar con personal de comunicaciones para que instale un sistema de comunicación en el punto de trabajo

Se debe instalar señalamientos en las carreteras más próximas al acceso al punto o puntos de la emergencia para el personal de apoyo externo

Que el personal este comprometido ayudar y que le guste lo que hace

# BIBLIOGRAFÍA

- [1] Procedimiento para el armado e izaje de estructuras de emergencia de CFE
- [2] Experiencia en campo y propia
- [3] No existe mucha información para este tema