

NC- RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS

Fecha	2021-12-17	
Revisión	1	
Naturaleza del cambio	Creación de norma	
Elaboró		Área Proyectos – CET ¹
		Área Proyectos – CET ²
		Área Gestión Operativa – CET ³
		Área Proyectos – CET ⁴
		Unidad CET Normalización y Laboratorios ⁵
Revisó	Unidad CET Normalización y Laboratorios ⁶	
Aprobó	Gerencia Centros de Excelencia Técnica ⁷	
<p>1: José Narces Orozco Galeano, 2: Lady Johana Ortiz Lizcano, 3: Orlando Iván Ramírez Morales, 4: Fredy Antonio Pico Sánchez, 5: Gabriel Jaime Romero Choperena, Sergio Andres Otalvaro, 6: Ramón Héctor Ortiz Tamayo – Jefe de Unidad, 7: Luis Fernando Aristizábal Gil – Gerente CET.</p>		

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
		NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 1 de 46

Contenido

1	OBJETIVO	5
2	ALCANCE	5
3	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	5
4	DEFINICIONES	5
5	ANTECEDENTES	5
6	REQUISITOS TÉCNICOS	6
6.1	CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA RETENIDA	6
7	MATERIALES Y COMPONENTES DE LA RETENIDAS	8
7.1	Cable:	8
7.2	AISLADOR TENSOR:	8
7.3	VARILLA	10
7.4	BLOQUE DE ANCLAJE	11
7.5	GRAPAS Y CONEXIONES	13
7.6	CAMISA SEÑALIZACIÓN DE RETENIDA	14
8	TIPOS Y FORMAS DE RETENIDAS	15
8.1	RETENIDA CONVENCIONAL A SUELO	15
8.2	RETENIDA CONVENCIONAL A POSTE AUXILIAR	16
8.3	RETENIDA EN Y A SUELO	17
8.4	RETENIDA EN Y A POSTE AUXILIAR	18
8.5	CANTIDADES APROXIMADAS PARA CADA TIPO DE RETENIDA	20
9	VERIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL POSTE Y LA RETENIDA	21
9.1	ESTABILIDAD DEL POSTE	21
9.2	ESTABILIDAD CONSIDERANDO RETENIDA EN EL POSTE	24
9.3	VERIFICACIÓN DEL ANCLAJE DE LA RETENIDA	25
9.4	VERIFICACIÓN DEL CABLE DE LA RETENIDA	28
9.5	VERIFICACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO	29
10	ANEXOS	30
	ANEXO 1: CUERVAS VERIFICACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO ..	31
	ANEXO 2: DISTANCIA HORIZONTAL ENTRE EL POSTE Y EL PUNTO DE ANCLAJE DE LA RETENIDA	41

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
		NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 2 de 46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Formación de cuñas de suelo en función del tipo de suelo	6
Figura 2. Aislador tensor de porcelana	9
Figura 3. Aislador tensor polimérico	10
Figura 4. Varilla de anclaje	11
Figura 5. Bloque de anclaje de concreto	12
Figura 6. Bloque de anclaje polimérico.....	12
Figura 7. Grapa preformada de acero	13
Figura 8. Detalle conexión cable – Grapa preformada - Varilla de anclaje	14
Figura 9. Camisa protectora	15
Figura 10. Retenida convencional a suelo.....	16
Figura 11. Retenida en Y a suelo	17
Figura 12 . Retenida convencional y en Y a poste auxiliar	18
Figura 13. Esquema de las fuerzas que actúan sobre un poste.....	22
Figura 14. Diagrama de cuerpo libre de una retenida para un poste.....	24
Figura 15. Esquema de las reacciones en la base y en la cima de la retenida	25
Figura 16. Esquema e la instalación del bloque de anclaje y la varilla de la retenida	27
Figura 17. Esquema del cierre del cable de la retenida usando grapas	29
Figura 18. Verificación del factor de seguridad al volcamiento, poste 8m – 510kgf	31
Figura 19. Verificación del factor de seguridad al volcamiento, poste 10m – 510kgf	32
Figura 20. Verificación del factor de seguridad al volcamiento, poste 12m – 510kgf	33
Figura 21. Verificación del factor de seguridad al volcamiento, poste 12m – 750kgf	34
Figura 22. Verificación del factor de seguridad al volcamiento, poste 14m – 750kgf	35
Figura 23. Verificación del factor de seguridad al volcamiento, poste 12m – 1050kgf	36
Figura 24. Verificación del factor de seguridad al volcamiento, poste 14m – 1050kgf	37
Figura 25. Verificación del factor de seguridad al volcamiento, poste 16m – 1050kgf	38
Figura 26. Verificación del factor de seguridad al volcamiento, poste 12m – 1350kgf	39
Figura 27. Verificación del factor de seguridad al volcamiento, poste 14m – 1350kgf	40

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
	NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 3 de 46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Normas aplicables	5
Tabla 2. Cable para retenidas	8
Tabla 3. Aisladores de porcelana tipo tensor.....	9
Tabla 4. Aisladores tipo tensor polimérico	10
Tabla 5. Varillas de anclaje.....	11
Tabla 6. Bloque de anclaje de concreto	12
Tabla 7. Bloque de anclaje polimérico.....	13
Tabla 8. Grapas preformadas de acero galvanizado	13
Tabla 9. Camisa protectora para retenida	14
Tabla 10. Poste auxiliar para estructuras con retenidas convencional o en Y a poste auxiliar...	19
Tabla 11. Tabla de materiales requeridos para cada tipo de retenida	20
Tabla 12. Coeficiente de compresibilidad y guía práctica para clasificar el tipo de suelo.....	23
Tabla 13. Resistencia de la cuña de suelo, reacciones horizontales y verticales para diferentes profundidades de anclaje y densidades del suelo	26
Tabla 14. Dimensiones de la excavación para la instalación del bloque de anclaje de la retenida	28
Tabla 15. Distancia horizontal de anclaje para retenidas convencionales ancladas directamente al suelo.	41

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
	NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 4 de 46

1 OBJETIVO

Presentar las características técnicas principales para el montaje e instalación de vientos o retenidas asociadas a las redes de distribución aéreas en media y baja tensión.

2 ALCANCE

Esta norma técnica cubre la instalación de retenidas, templetes o vientos, los componentes que lo integran y las verificaciones mecánicas requeridas.

3 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Los reglamentos, las normas técnicas nacionales e internacionales, las guías técnicas y demás documentos empleados como referencia, deben ser considerados en su última versión.

Tabla 1. Normas aplicables

Código del documento	Descripción
GM-12 (GRUPO EPM)	GUIA METODOLOGICA CALCULO ELECTROMECHANICO Y ELEMENTOS DE SUJECION

4 DEFINICIONES

Retenida: La retenida es un elemento mecánico que sirve para contrarrestar las tensiones mecánicas de los conductores en las estructuras y así eliminar los esfuerzos de flexión en el poste. El término retenida se unifica con los términos templete y viento, por lo cual, para efecto de las normas técnicas se hace referencia únicamente al término retenida.

5 ANTECEDENTES

El proceso de homologación de normas de construcción para redes de distribución energía entre las filiales de Grupo EPM en Colombia, requiere la unificación de los montajes complementarios asociados a las redes, entre estos la instalación de retenidas y sus verificaciones mecánicas.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1		
	NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 5 de 46

6 REQUISITOS TÉCNICOS

6.1 Consideraciones generales para la instalación de la retenida

Las retenidas se usan para equilibrar las fuerzas longitudinales originadas por el desequilibrio de tensiones en un vano o vanos adyacentes de un circuito de distribución red aérea, por operaciones de tendido de conductor, rotura de conductores, fuerzas transversales debidas al viento y, ángulos de deflexión de la red. Por lo tanto, la función de la retenida es transmitir los esfuerzos longitudinales de la estructura al suelo.

Es importante tener en cuenta que la resistencia final de la retenida no está relacionada con la resistencia del cable, sino con la resistencia del suelo y de la cuña de suelo que se forma a partir de la geometría de los componentes de la retenida bloque de anclaje y varilla.

Por ejemplo, en la siguiente figura se observa dos cuñas de suelo con volúmenes diferentes pero construidas con los mismos componentes (varilla y bloque de anclaje) la diferencia es el tipo de suelo.

Figura 1. Formación de cuñas de suelo en función del tipo de suelo



Las retenidas están conformadas por cable, aislador tensor, varilla de anclaje, bloque de anclaje, grapas o conectores y, cuña de suelo. En el numeral 7 de esta norma se detalla información de cada uno de estos componentes.

En el extremo donde el cable se conecta con el poste se deben instalar en el punto más cercano a punto donde son concentrados los esfuerzos que se pretenden contrarrestar. En este punto el ángulo que se forma entre el cable y el eje del poste está entre 30° y 40°, en el anexo 1, tabla 1, se presenta las distancias horizontales para la ubicación del punto de anclaje en el suelo y la

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
	NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 6 de 46

longitud aproximada del cable en función del ángulo, la longitud del poste y la ubicación de la retenida sobre el poste.

Las normas técnicas de construcción para cada estructura de la red incluyen detalles específicos para la instalación de la retenida cuando estos son requeridos en especial en las estructuras terminales. Las retenidas se instalan en las estructuras con configuración en ángulo, referencia y terminal:

Estructuras en configuración en ángulo:

La retenida se debe ubicar en la bisectriz del ángulo formado con los ejes de la línea.

Estructuras en configuración en referencia:

La retenida se puede instalar de dos formas, teniendo en cuenta si en ese punto la estructura tiene la función de amarre o no.

- a. Cuando la estructura no es amarre: la retenida se ubica en la bisectriz del ángulo que describa la red o la línea.
- b. Cuando la estructura es amarre: esta funcionalidad está relacionado con la condición de rotura de uno de los conductores de fase, por lo cual es necesario instalar 2 retenidas, alineadas con el eje de la línea, se debe tener en cuenta que esta funcionalidad o propiedad de la estructura solo puede ser cuando la línea tenga un ángulo de deflexión de 0°. En cada norma de construcción se presentan detalles constructivos y de materiales para la instalación de estas retenidas.

Estructuras en configuración terminal:

Generalmente requiere de 2 o 3 retenidas ubicadas en el sentido de la línea, dado que en esta estructura se tiene un desequilibrio de tensión completo. Las retenidas se instalan a al nivel de las fases y al nivel del cable de guarda/neutro cuando se requiera.

Cuando se presentan varias retenidas en una misma estructura estas pueden anclarse en el mismo punto del suelo, teniendo como consideración principal el ángulo formado entre el cable y el eje del poste de la retenida con ubicación más alta, es decir, más cercana a la cima del poste.

Tipos de retenidas

- a. Retenida convencional
- b. Retenida convencional a poste auxiliar
- c. Retenida en Y
- d. Retenida en Y a poste auxiliar

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
	NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 7 de 46

En el numeral 8 de esta norma se presenta el detalle, modelo gráfico y, listado de materiales para cada tipo de retenida.

7 MATERIALES Y COMPONENTES DE LA RETENIDAS

7.1 Cable:

- Material: Cable de acero galvanizado extra resistente calibres 1/4 o 3/8
- Ubicación: inicia en la estructura o poste y finaliza en la varilla de anclaje.
- Función: transmitir las tensiones horizontales a la cuña de suelo
- Otras características: en cada estructura se definen las condiciones de uso de cada calibre de acuerdo con las condiciones mecánicas requeridas.

Tabla 2. Cable para retenidas

Código	Descripción técnica	Referencia
200527	CABLE ACERO GALVANIZADO 1/4" EXTRA ALTA RESISTENCIA	ET-TD-ME01-41
200529	CABLE ACERO GALVANIZADO 3/8" EXTRA ALTA RESISTENCIA	

7.2 Aislador tensor:

- Material: porcelana o poliéster reforzado con fibra de vidrio.
- Ubicación: se ubican sobre el cable a una altura vertical 2.45 m (8 ft), desde el nivel de suelo. Cuando por los requerimientos mecánicos de las estructuras, las retenidas deban ubicarse entre los conductores activos del circuito, se debe utilizar aislador tensor de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
		NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 8 de 46

- Función: evitar que el tramo de cable que se encuentra en zona de fácil acceso o contacto se energice o tome el potencial de la línea debido a contactos con la red

Figura 2. Aislador tensor de porcelana



Grupo **epm**®

Tabla 3. Aisladores de porcelana tipo tensor

Código	Descripción técnica	Referencia
200155	AISLADOR TENSOR PORCELANA 0.6kV 3 1/2" ANSI C29.4 CLASE 54-1	ET-TD-ME02-01
200156	AISLADOR TENSOR PORCELANA 15kV 4 1/4" ANSI C29.4 CLASE 54-2	
200157	AISLADOR TENSOR PORCELANA 38-48kV 6 3/4" ANSI C29.4 CLASE 54-4	

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
Grupo·epm®	NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 9 de 46

Figura 3. Aislador tensor polimérico



Tabla 4. Aisladores tipo tensor polimérico

Código	Descripción técnica	Referencia
257141	AISLADOR TENSOR POLIMERICO 15KV 12" ANSI C29.14B CLASE GI-30 RODILLO-RODILLO	ET-TD-ME02-04
257142	AISLADOR TENSOR POLIMERICO 48KV 24" ANSI C29.14B CLASE GI-60 RODILLO-RODILLO	

7.3 Varilla

- Material: Acero galvanizado
- Función: conectar el cable y el bloque de anclaje en el suelo.
- Ubicación: transición entre el cable y bloque de anclaje en suelo, la varilla se entierra dejando 20cm aproximadamente sobre la superficie.
- Angulo de enterramiento: 60° o 50° de acuerdo la distancia horizontal disponible y el ángulo formado entre el cable y el eje del poste.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
		NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 10 de 46

Figura 4. Varilla de anclaje

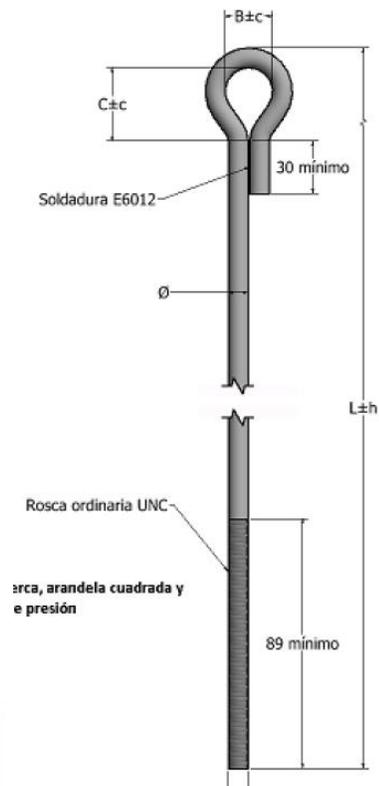


Tabla 5. Varillas de anclaje

Código	Descripción técnica	Referencia
211350	VARILLA DE ANCLAJE 5/8" X 1500 mm	ET-TD-ME03-14
211351	VARILLA DE ANCLAJE 5/8" X 1800 mm	
211352	VARILLA DE ANCLAJE 5/8" X 2000 mm	

7.4 Bloque de anclaje

- Material: concreto o polimérico (polipropileno/polietileno)
- Ubicación: en el suelo, en el fondo de la excavación, debe acoplarse al mismo ángulo de enterramiento requerido por la varilla de anclaje
- Función: transferencia de presión al suelo y generación de cuña de suelo.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
		NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 11 de 46

Figura 5. Bloque de anclaje de concreto

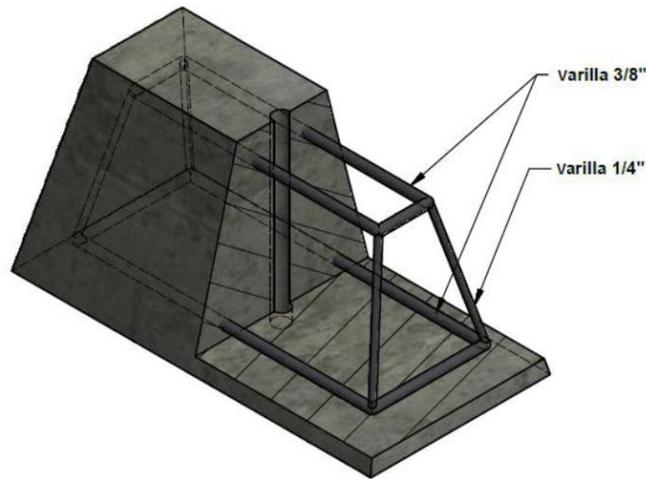
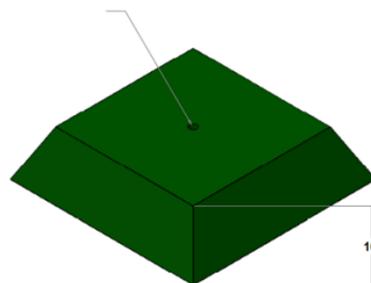


Tabla 6. Bloque de anclaje de concreto

Código	Descripción técnica	Referencia
218528	BLOQUE ANCLAJE CONCRETO 40x20x20CM	CTG-TD-ME03-31

Figura 6. Bloque de anclaje polimérico



ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
Grupo·epm [®]	NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 12 de 46

Tabla 7. Bloque de anclaje polimérico

Código	Descripción técnica	Referencia
218523	BLOQUE DE ANCLAJE POLIMERICO DE 400mm X 300mm X 100mm	ET-TD-ME03-32

7.5 Grapas y conexiones

- Material: acero galvanizado
- Ubicación: extremos del cable, superior en la estructura e inferior a la varilla de anclaje
- Dimensiones:
- Función: conexión entre cable – poste/cruceta y cable – varilla, transmitir esfuerzos mecánicos
- Otras características: compatible con cables de acero galvanizado de calibres 3/8" y 1/4"

Figura 7. Grapa preformada de acero

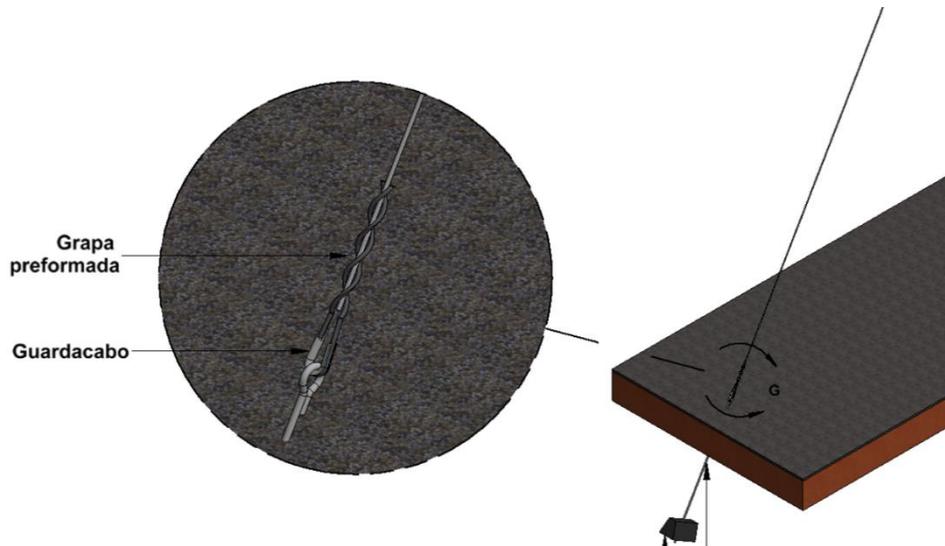


Tabla 8. Grapas preformadas de acero galvanizado

Código	Descripción técnica	Referencia
222477	GRAPA PREFORMADA ACERO GALVANIZADO 3/8" CABLE DE ACERO GALVANIZADO	RT-02234
302365	GRAPA PREFORMADA ACERO GALVANIZADO 1/4" CABLE DE ACERO GALVANIZADO	

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
	NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 13 de 46

Figura 8. Detalle conexión cable – Grapa preformada - Varilla de anclaje



7.6 Camisa señalización de retenida

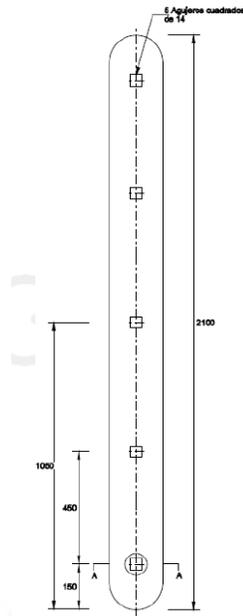
- Material: polietileno o poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) con accesorios en acero galvanizado o inoxidable.
- Ubicación: parte inferior del cable.
- Dimensiones: longitud 2100mm espesor 1.5mm
- Función: elemento que se instala en el cable de retenida de los postes, con el objetivo de señalarlo con una marcación visible para prevenir accidentes en zonas de circulación de personas, animales o vehículos.

Tabla 9. Camisa protectora para retenida

Código	Descripción técnica	Referencia
226144	CAMISA PROTECTORA PARA VIENTO O RETENIDA	ET-TD-ME03-16

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
		NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 14 de 46

Figura 9. Camisa protectora



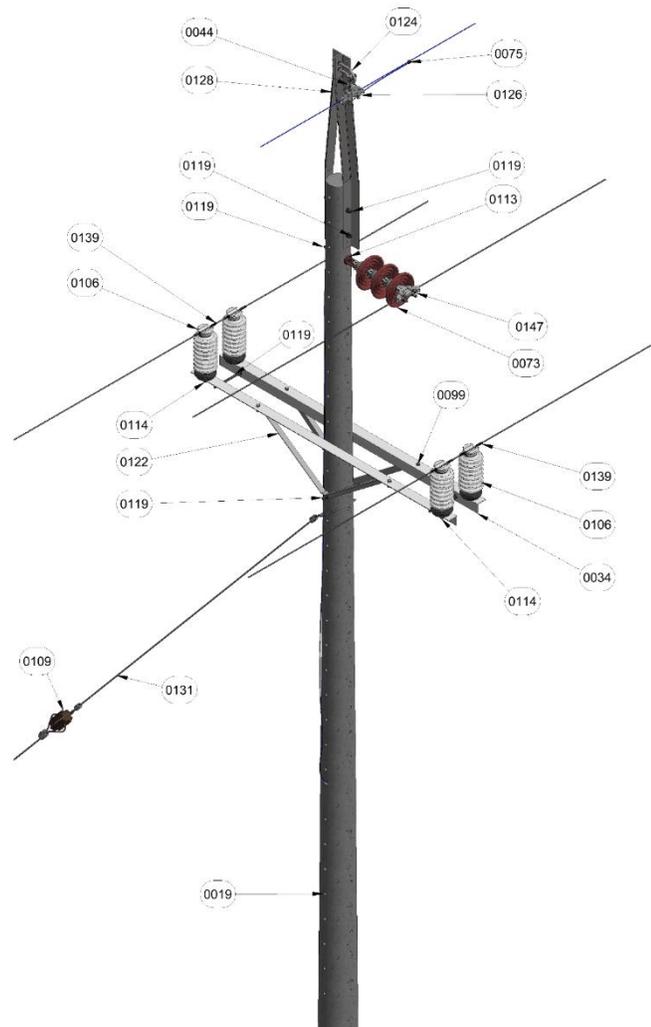
8 TIPOS Y FORMAS DE RETENIDAS

8.1 Retenida convencional a suelo

Su recorrido inicia en el poste y termina en el anclaje en el suelo, está compuesto por un solo cable. Se presenta en las estructuras como ángulo, referencia, terminal.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
Grupo·epm®	NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 15 de 46

Figura 10. Retenida convencional a suelo



8.2 Retenida convencional a poste auxiliar

Es una aplicación particular de la retenida convencional a suelo, esta aplicación pretende superar restricciones de espacio para el anclaje de la retenida en el suelo.

La retenida viaja desde la estructura principal a un poste auxiliar que sirve de puente y, luego a través retenidas convencionales desde el poste auxiliar al suelo.

La distancia horizontal entre la estructura principal y el poste auxiliar generalmente está entre 6m y 10m, sin embargo, para este tipo de retenida esa distancia es especificada en la norma técnica de la estructura. Este tipo de retenidas se encuentra en estructuras con configuración terminal.

La figura 12 ilustra este tipo de retenida.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
		NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
UNIDAD DE MEDIDA: mm		PÁGINA: 16 de 46	

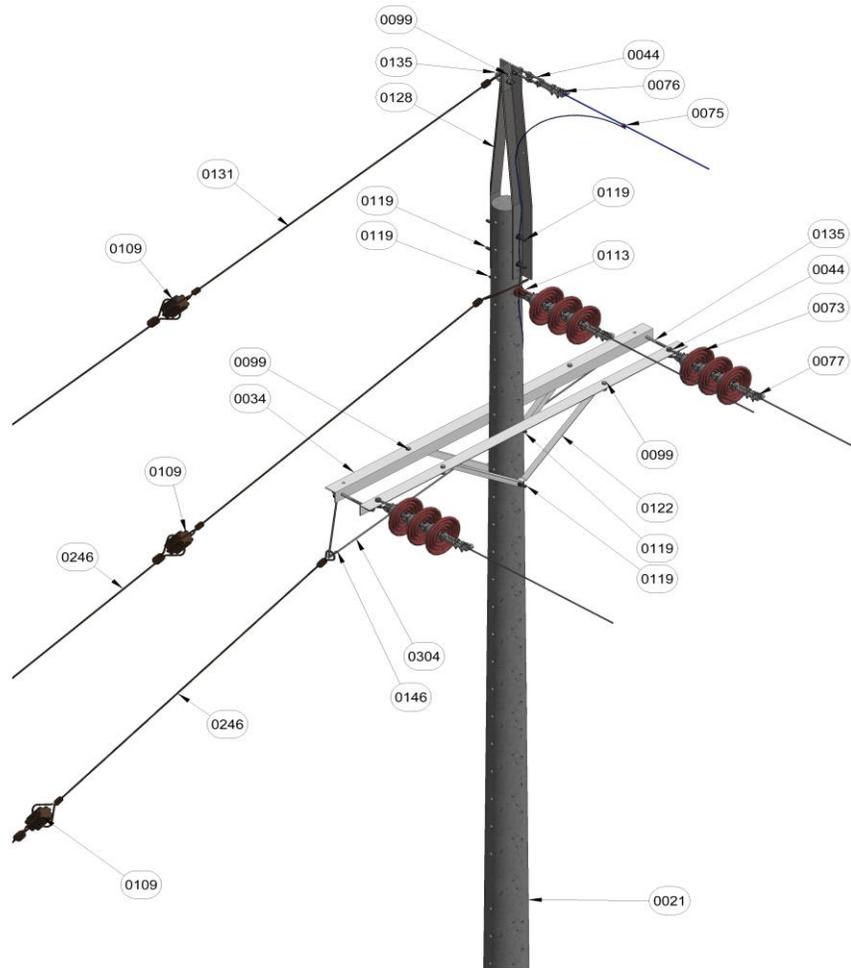
8.3 Retenida en Y a suelo

Esta retenida tiene dos brazos que se unen en un punto central y, desde este punto viaja hacia el anclaje en el suelo formando una "Y". Los brazos esta conectados al extremo de una cruceta y al poste o en ambos extremos de la cruceta.

La longitud de los brazos de la "Y" es 3000mm generalmente, sin embargo, para este tipo de retenida esa distancia es especificada en la norma técnica de la estructura

Generalmente se encuentra en los montajes en configuración terminal con crucetas 2400mm.

Figura 11. Retenida en Y a suelo



ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1		
	NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS				
	CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm

8.4 Retenida en Y a poste auxiliar

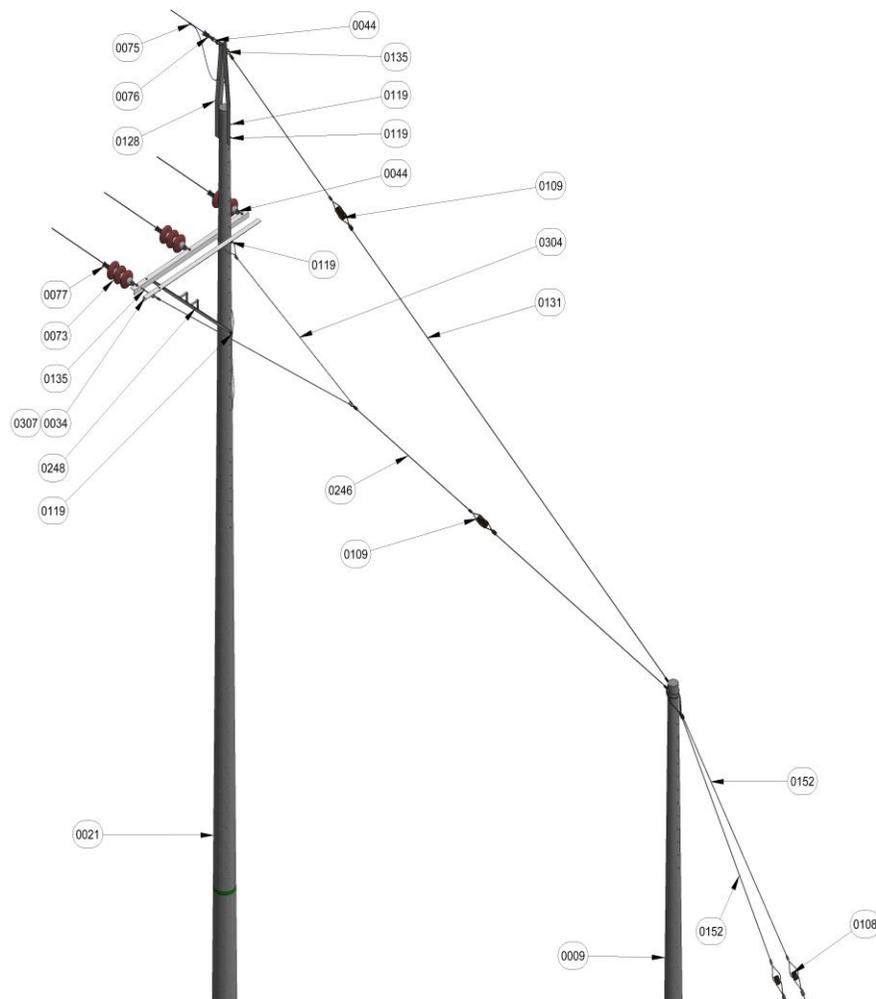
Es una aplicación particular de la retenida en Y al suelo, esta aplicación pretende superar restricciones de espacio para el anclaje de la retenida en el suelo.

La retenida viaja desde la estructura principal a un poste auxiliar que sirve de puente y, luego a través retenidas convencionales desde el poste auxiliar al suelo.

La distancia horizontal entre la estructura principal y el poste auxiliar generalmente está entre 6m y 10m, sin embargo, para este tipo de retenida esa distancia es especificada en la norma técnica de la estructura.

Este tipo de retenidas usa en estructuras terminales con crucetas de 2400mm

Figura 12 . Retenida convencional y en Y a poste auxiliar



ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1		
	NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 18 de 46

Tabla 10. Poste auxiliar para estructuras con retenidas convencional o en Y a poste auxiliar.

CÓDIGO IDENTIFIC.	CÓDIGO JDE	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	NC-RA2-204	NC-RA2-304	NC-RA2-308	NC-RA2-711	NC-RA1-204	NC-RA1-304	NC-RA1-710
0001	200002	Poste de concreto de 8m y 510kgf monolítico	-	-	-	X	-	-	-
0002	200003	Poste de concreto de 8m y 750kgf monolítico	-	-	X	-	-	-	-
0003	200004	Poste de concreto de 8m y 1050kgf monolítico	X	X	-	-	-	-	-
0013	200016	Poste de concreto de 12 m y 750 kgf monolítico	-	-	-	-	-	-	X
0009	200011	Poste de concreto de 10m y 1050kgf monolítico	-	-	-	-	X	-	-
0013	200016	Poste de concreto de 12 m y 1050 kgf monolítico	-	-	-	-	-	X	-

ENERGÍA		NORMA TÉCNICAS		NC – RA6 - 001		REV 1	
		<p align="center">NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS</p>					
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 19 de 46	

8.5 Cantidades aproximadas para cada tipo de retenida

Tabla 11. Tabla de materiales requeridos para cada tipo de retenida

Código	Descripción técnica	Referencia	A	B	C	D
200156 (1)	AISLADOR TENSOR PORCELANA 15kV 4 1/4" ANSI C29.4 CLASE 54-2	ET-TD-ME02-01	1	1	1	1
200529 (2)(3)	CABLE ACERO GALVANIZADO 3/8" EXTRA ALTA RESISTENCIA	ET-TD-ME01-41	-	-	-	-
211351(4)	VARILLA DE ANCLAJE 5/8" X 1800 mm	ET-TD-ME03-14	1	1	1	1
218523(5)	BLOQUE DE ANCLAJE POLIMERICO DE 400mm X 300mm X 100mm	ET-TD-ME03-32	1	1	1	1
222477(6)	GRAPA PREFORMADA ACERO GALVANIZADO 3/8" CABLE DE ACERO GALVANIZADO	RT-02234	2	2	3	3
213700(7)	GUARDACABO ACERO GALVANIZADO 3/8"	ET-TD-ME03-12	2	2	3	3
226144	CAMISA PROTECTORA PARA VIENTO O RETENIDA	ET-TD-ME03-16	1	1	1	1
211392 (7)	ESPARRAGO 5/8" X 12"	ET-TD-ME03-19	1	1	1	1
211356 (7)	TUERCA DE OJO ALARGADA 5/8"	ET-TD-ME03-09	1	1	1	1
(8)	POSTE AUXILIAR	ET-TD-ME04-01		1		1
268390 (9)	TORNILLO CÁNCAMO 11/16" X 5/16" ACERO FORJADO C15	ET-TD-ME03-37	-	-	1	1

Donde:

- A: retenida convencional a suelo
- B: retenida convencional a poste auxiliar
- C: retenida en Y a suelo
- D: retenida en Y a poste auxiliar.

Notas:

1. El tipo de aislador debe seleccionarse de acuerdo con el nivel de tensión, ver tablas 3 y 4.
2. El calibre del cable puede variar de acuerdo con los requerimientos mecánicos de la estructura, lo cual se define en cada norma técnica, ver tabla 2.
3. La longitud del cable varía en función de la longitud del poste, el tipo de retenida y el ángulo con el plano del suelo en el punto de anclaje, en la tabla 15 se presenta una longitud aproximada de cable.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
		NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 20 de 46

4. La longitud de la varilla de anclaje puede variar, de acuerdo con los requerimientos de resistencia de la cuña de suelo, ver tablas 5 y 13.
5. El bloque de anclaje puede variar de material de acuerdo con los requerimientos de desplazamiento y disponibilidad, ver tablas 6 y 7.
6. El calibre la grapa preformada pueda varía en función del calibre del cable, ver tabla 8.
7. El conjunto esparrago, tuerca de ojo y guardacabo se usan para la fijación del cable al poste por medio del ensamble de la grapa preformada.
8. El poste auxiliar varia en longitud y capacidad mecánica de acuerdo con los requerimientos de la estructura principal, en la tabla 10 se indica el poste utilizado en cada norma que plantea la construcción de la retenida con poste auxiliar.
9. El conjunto tornillo cáncamo y guardacabo se utiliza se usan para la fijación del cable a la cruceta por medio del ensamble de la grapa preformada.

9 VERIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL POSTE Y LA RETENIDA

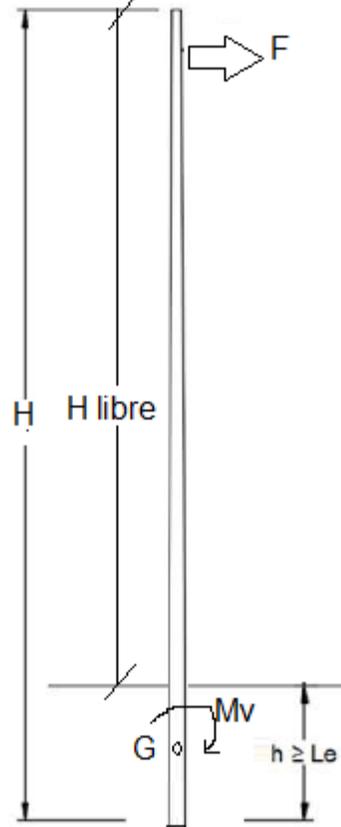
En este numeral se presenta los criterios para verificar la estabilidad de un poste ante cargas laterales causadas por el tensionado de los conductores que éste soporta.

9.1 Estabilidad del poste

Sobre un poste actúan fuerzas externas (F) que tienden a volcarlo. Dichas fuerzas producen un momento de vuelco (Mv) que tiende a rotar el poste sobre un punto de giro (G) que se considera situado según la posición mostrada en la siguiente figura.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
	NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 21 de 46

Figura 13. Esquema de las fuerzas que actúan sobre un poste



Según el procedimiento descrito en la *Guía GM-12 Guía técnica: Cálculo mecánico de estructuras y elementos de sujeción de EPM*, el factor de seguridad al volcamiento está determinado por la relación entre el momento de vuelco (M_v) y el momento estabilizador (M_e) que se genera en el empotramiento del poste con el suelo.

$$F.S.Volcamiento = M_e / M_v$$

$$M_v = F \left(H_{libre} + \frac{2}{3} h \right)$$

El factor de seguridad al volcamiento como mínimo debe ser de 1.50.

El momento estabilizador (M_e) puede calcularse según la teoría de Sulzberger, en el cual se tienen en cuenta el diámetro del poste en su base, el tipo de suelo y la profundidad de empotramiento del poste:

$$M_e = \phi_{postes} \cdot \frac{h^3}{52.8} \cdot C_h \cdot \tan(\alpha)$$

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA6 - 001	REV 1
Grupo·epm®	NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 22 de 46

Dónde:

Φ_{poste} : Diámetro de la base del poste (m)

h: Profundidad de empotramiento del poste (m)

Ch: Coeficiente de compresibilidad del suelo. (Ver valores típicos) (kgf/cm³)

α : Angulo admisible de rotación vertical del poste. El valor máximo de tan(α) debe ser igual a 0.01.

Tabla 12. Coeficiente de compresibilidad y guía práctica para clasificar el tipo de suelo

Tipo de suelo	Guía auxiliar práctica para determinar "Ch"	Coeficiente de compresibilidad Ch (kgf/cm ³)
Laguna pantano	Visual	0.5 - 1
Arena fina muy blanda	Apretándola a puño cerrado se escurre entre los dedos	1 - 2
Arcilla blanda húmeda		2 - 4
Arcilla semidura seca	Visual	5 - 8
Arcilla fina seca	Visual	6 - 9
Tierra vegetal (compactado)	Visual	8 - 12
Arcilla rígida	Se deja amasar con dificultad, pero se pueden formar en la mano rollos de 3mm de diámetro sin desgrane	10
Arena gruesa y pedregosa		11 - 13
Arcilla gruesa dura	Se desgrana y se corta cuando se pretenden formar rollos de 3 mm de diámetro en la mano. Está húmeda y por ello su color es oscuro	13 - 16
Pedregullo y canto rodado	Visualmente está seco, la tierra es de color claro, cuyos terrones se quiebran con la mano	13 - 16

Para efectos prácticos y de aplicación de esta norma, se presenta la siguiente clasificación del suelo:

- Suelo blando: Coeficiente de compresibilidad de 5 kgf/cm³
- Suelo medio: Coeficiente de compresibilidad de 10 kgf/cm³
- Suelo duro: Coeficiente de compresibilidad de 15 kgf/cm³

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
		NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 23 de 46

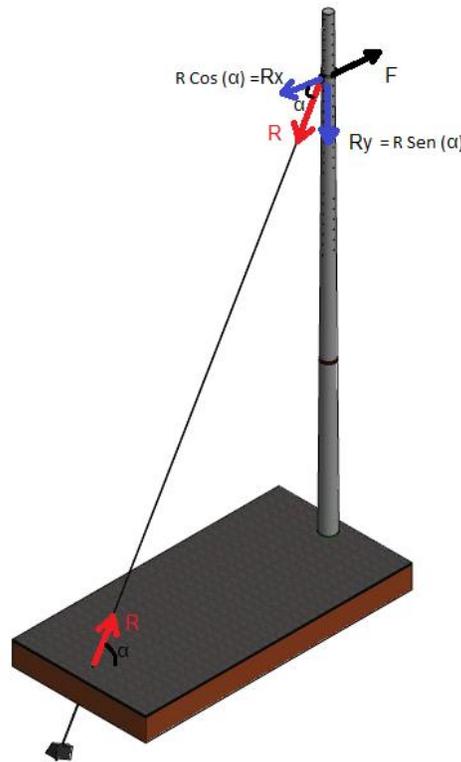
Teniendo en cuenta lo anterior es posible verificar el factor de seguridad de un poste directamente empotrado en el terreno, teniendo en cuenta que cuando el valor del factor de seguridad sea menor o igual a 1.50 se deberá emplear una retenida.

9.2 Estabilidad considerando retenida en el poste

Cuando se verifica el factor de seguridad al volcamiento y no se cumple con un valor mínimo de 1.50, se debe utilizar una retenida para absorber la fuerza horizontal de los conductores.

En la siguiente figura se presenta un esquema de las fuerzas involucradas en el análisis estático de un poste con retenida. “Rx” y “Ry” son las componentes horizontal y vertical de la tensión que se le da al cable de la retenida “R”.

Figura 14. Diagrama de cuerpo libre de una retenida para un poste



Para contrarrestar la fuerza “F” del tensionado de los conductores, la reacción “Rx” debe ser equivalente a “F” para que se anule la carga horizontal en la cima del poste y la estructura permanezca estable. Hay que tener en cuenta que cuando se da un tensionado a la retenida “R” se genera también una carga vertical sobre el poste “Ry” que debe ser soportada por éste sin

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
Grupo·epm®	NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 24 de 46

presentar falla por pandeo (esta validación debe ser revisada con el fabricante del poste, verificando que la resistencia al pandeo por carga axial del poste sea superior al valor de la reacción vertical “Ry”, considerando el factor de seguridad que aplique para esta condición de falla).

Otro parámetro que se debe tener en cuenta para la verificación de la estabilidad de la retenida es el ángulo “α” el cual afecta el valor de las componentes horizontal y vertical que se generan al realizar el tensionado “R” de la retenida.

Como recomendación el ángulo “α” debe estar entre 45° a 60° y se debe evitar que el ángulo sea mayor a 80°.

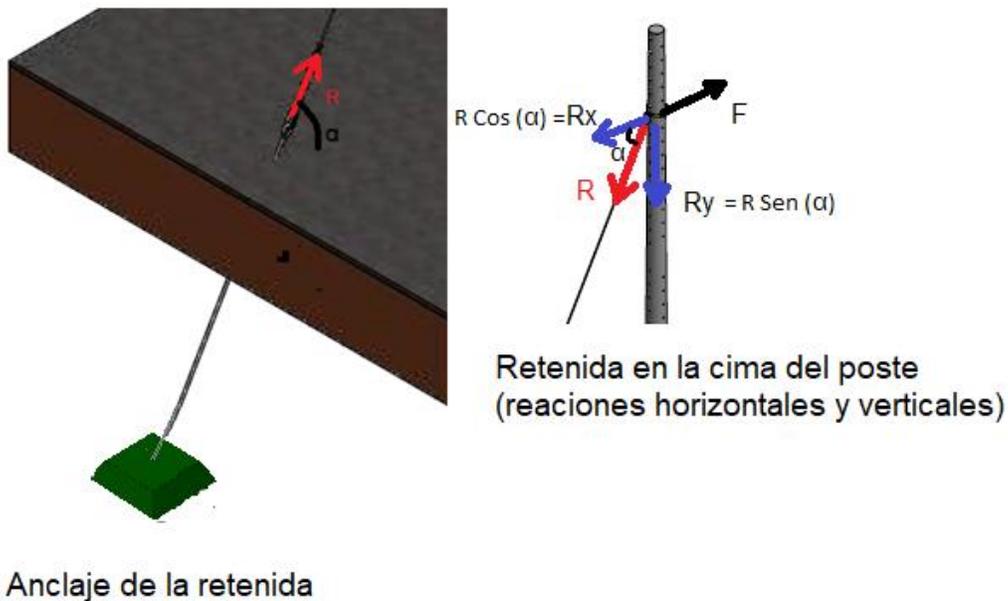
Al instalar la retenida en el poste se asume que las cargas horizontales (F) que generan que el factor de seguridad al volcamiento sea inferior al mínimo, serán asumidas por la reacción horizontal “Rx”, sin exceder un valor máximo dado por la resistencia del ancla en el terreno.

9.3 Verificación del anclaje de la retenida

La guía GM-12 de EPM, establece la metodología del cálculo de la resistencia máxima de un ancla enterrada en el suelo.

A continuación, se presenta de manera esquemática las reacciones generadas por el tensionado de la retenida “R”:

Figura 15. Esquema de las reacciones en la base y en la cima de la retenida



ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
Grupo·epm®	NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 25 de 46

El bloque de anclaje transfiere una presión en el suelo que se encuentra encima de él, dicha presión no debe superar la capacidad última a extracción del suelo.

A continuación, se presenta una tabla con valores de referencia para suelo duro, medio y blando, con el fin de poder verificar para un ángulo “ α ” y la profundidad del anclaje, los valores máximos que no deben superarse cuando se realice la instalación de la retenida.

Tabla 13. Resistencia de la cuña de suelo, reacciones horizontales y verticales para diferentes profundidades de anclaje y densidades del suelo

Ángulo de la retenida	Profundidad del anclaje (longitud de la varilla)	Densidad del suelo	Resistencia última a extracción del suelo del ancla	Reacción horizontal	Reacción Vertical
α (°)	L (m)		R (kgf)	Rx (kgf)	Ry (kgf)
60°	2.40	Duro	3696	1848	3201
		Medio	2851	1426	2469
		Blando	1742	871	1509
	2.00	Duro	2772	1386	2401
		Medio	2112	1056	1829
		Blando	1320	660	1143
	1.80	Duro	2328	1164	2016
		Medio	1758	879	1522
		Blando	1109	555	960
	1.50	Duro	1617	809	1400
		Medio	1188	594	1029
		Blando	825	413	714
45°	2.40	Duro	4365	2183	3780
		Medio	3743	1872	3242
		Blando	3121	1561	2703
	2.00	Duro	2889	1445	2502
		Medio	2478	1239	2146
		Blando	2076	1038	1798
	1.80	Duro	2294	1147	1987
		Medio	1968	984	1704
		Blando	1642	821	1422
	1.50	Duro	1561	781	1352
		Medio	1339	670	1160
		Blando	1118	559	968

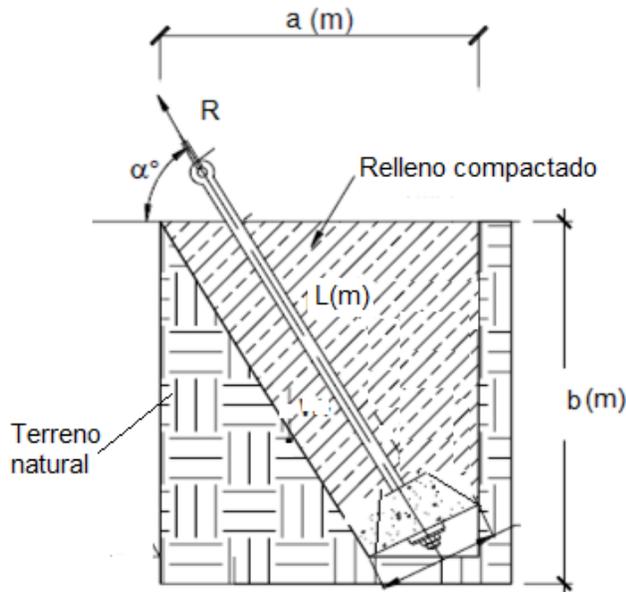
ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
		NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 26 de 46

Notas:

- Se asumieron tres tipos de densidades de suelo para la elaboración de la tabla anterior (suelo duro con densidad de 1400 kg/m^3 , suelo medio con densidad de 1200 kg/m^3 y suelo blando con densidad de 1000 kg/m^3).
- Para efectos de aplicación de esta norma, se utilizará un bloque de anclaje con geometría tronco piramidal de concreto o de material polimérico según los requisitos de las especificaciones técnicas de EPM: ET-TD-ME03-31 y ET-TD-ME03-32. En caso de utilizar otro tipo de anclaje con una geometría y material diferente, los valores de la tabla anterior no son aplicables.
- La longitud de la varilla de anclaje depende de las condiciones del suelo que se encuentren en la zona, además de la reacción "Rx" que se necesite para contrarrestar la fuerza "F". Por lo tanto, se debe seleccionar la longitud de varilla que se adapte a la necesidad.

El procedimiento de instalación del bloque de anclaje y la varilla debe realizarse en lo posible conservando el ángulo del cable y de la retenida (ver figura), se debe evitar instalarlo de forma vertical.

Figura 16. Esquema e la instalación del bloque de anclaje y la varilla de la retenida



ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
Grupo·epm®	NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 27 de 46

Las dimensiones a y b de la figura anterior varían de acuerdo con la longitud (L) de la varilla seleccionada y del ángulo del cable de la retenida (α). A continuación, se presentan las dimensiones recomendadas para la excavación:

Tabla 14. Dimensiones de la excavación para la instalación del bloque de anclaje de la retenida

α (°)	L(m)	a(m)	b(m)
60°	2.40	1.60	2.20
	2.00	1.40	1.85
	1.80	1.30	1.65
	1.50	1.15	1.40
45°	2.40	2.35	1.90
	2.00	2.05	1.65
	1.80	1.90	1.50
	1.50	1.70	1.30

Notas:

- El material para lleno de la excavación debe compactarse con pisón manual, ejecutando capas de máximo 15 cm de espesor y compactándolas hasta alcanzar el nivel del requerido.
- En los casos en los que el material de la excavación presente una humedad excesiva (zona pantanosa) se recomienda realizar el lleno utilizando concreto ciclópeo, con el fin de densificar el lleno y lograr la resistencia necesaria para el ancla de la retenida. También es posible usar una mezcla de suelo-cemento para lograr una densidad adecuada para el lleno.

9.4 Verificación del cable de la retenida

La capacidad del cable de la retenida se debe verificar cumpliendo las dos condiciones siguientes:

$$T_u < TN * \varphi$$

y

$$T_u < R$$

Donde:

Tu: Tracción que se le da al cable en la instalación.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
	NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 28 de 46

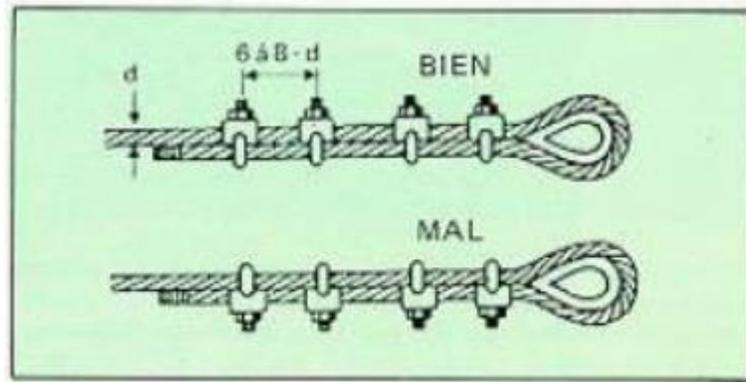
TN: Tracción nominal resistente del cable

ϕ : porcentaje de tracción última admisible, asumida por el diseñador (se recomienda 65%).

R: Resistencia última a extracción del suelo (leída de la tabla X)

El cierre de la retenida debe realizarse con grapas de acuerdo con la NTP 155.

Figura 17. Esquema del cierre del cable de la retenida usando grapas



Fuente: NTP 155

9.5 Verificación del factor de seguridad al volcamiento

A continuación, se presenta un procedimiento para verificar el factor de seguridad al volcamiento de un poste con retenida:

En el Anexo 1, se presentan las curvas del factor de seguridad al volcamiento para diferentes referencias de postes usados en EPM, considerando diferentes características del suelo.

Cabe mencionar que para facilitar la lectura de los gráficos se propone asumir tres calidades de suelo: Suelo blando, medio y duro.

- Suelo blando: Coeficiente de compresibilidad hasta 5 kg/cm^3
- Suelo medio: Coeficiente de compresibilidad hasta 10 kg/cm^3
- Suelo duro: Coeficiente de compresibilidad hasta 15 kg/cm^3

Procedimiento:

1. Seleccione la referencia de poste que se va a instalar (ejemplo: poste de concreto 8m-510kgf) y ubique el gráfico correspondiente.
2. Clasifique el tipo de suelo que tiene en la zona de instalación del poste (suelo blando, medio o duro), de acuerdo con la tabla 1.
3. Calcule el valor de la carga "F" (fuerza lateral ejercida en la cima del poste debida al tensionado de los conductores)

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA6 - 001	REV 1
	NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 29 de 46

4. Seleccione el ángulo de la retenida “ α ” y la longitud de la varilla de acuerdo con la tabla 2. Teniendo en cuenta el valor de “F” que requiere contrarrestar con la reacción “Rx” de la retenida.
5. Leer del gráfico el factor de seguridad al volcamiento obtenido.

Notas:

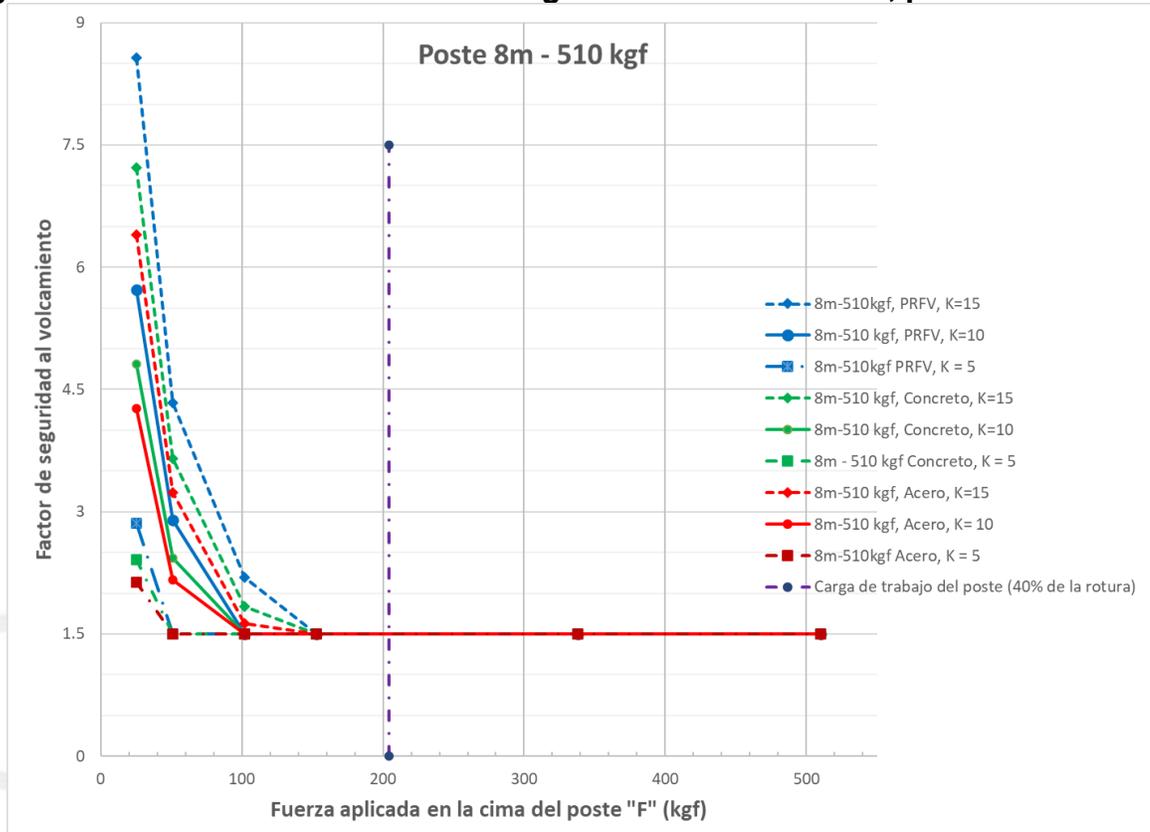
- Si el factor de seguridad es superior a 1.50 el poste es auto soportado (es decir, que su propio empotramiento puede resistir el momento de vuelco sin necesidad de instalar una retenida), de lo contrario se debe usar retenida.
- La fuerza “F” del tensionado de los conductores no debe exceder la resistencia de la retenida, esto es, la componente horizontal generada por la fuerza máxima que admite el terreno ($R_x = R \cos(\alpha)$).
- Si “F” es superior al 40% de la carga de rotura del poste se debe usar retenida.
- Si el factor de seguridad obtenido es de 1.50 se debe utilizar retenida.
- No se debe exceder el valor de “Rx” ni el valor correspondiente de “R” (resistencia última a la extracción del anclaje de la retenida), obtenido de la tabla 2.
- En caso de superar la deflexión máxima admisible en la cima del poste también se requiere retenida (ver requisitos de deflexiones máximas de acuerdo con el material del poste en GM-12).
- En el caso en el que no sea posible construir retenidas por falta de espacio en el terreno, se debe evaluar la posibilidad de construir una cimentación para el poste. El dimensionamiento de la cimentación no hace parte del alcance de esta norma.

10 ANEXOS

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
	NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 30 de 46

ANEXO 1: CUERVAS VERIFICACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO

Figura 18. Verificación del factor de seguridad al volcamiento, poste 8m – 510kgf



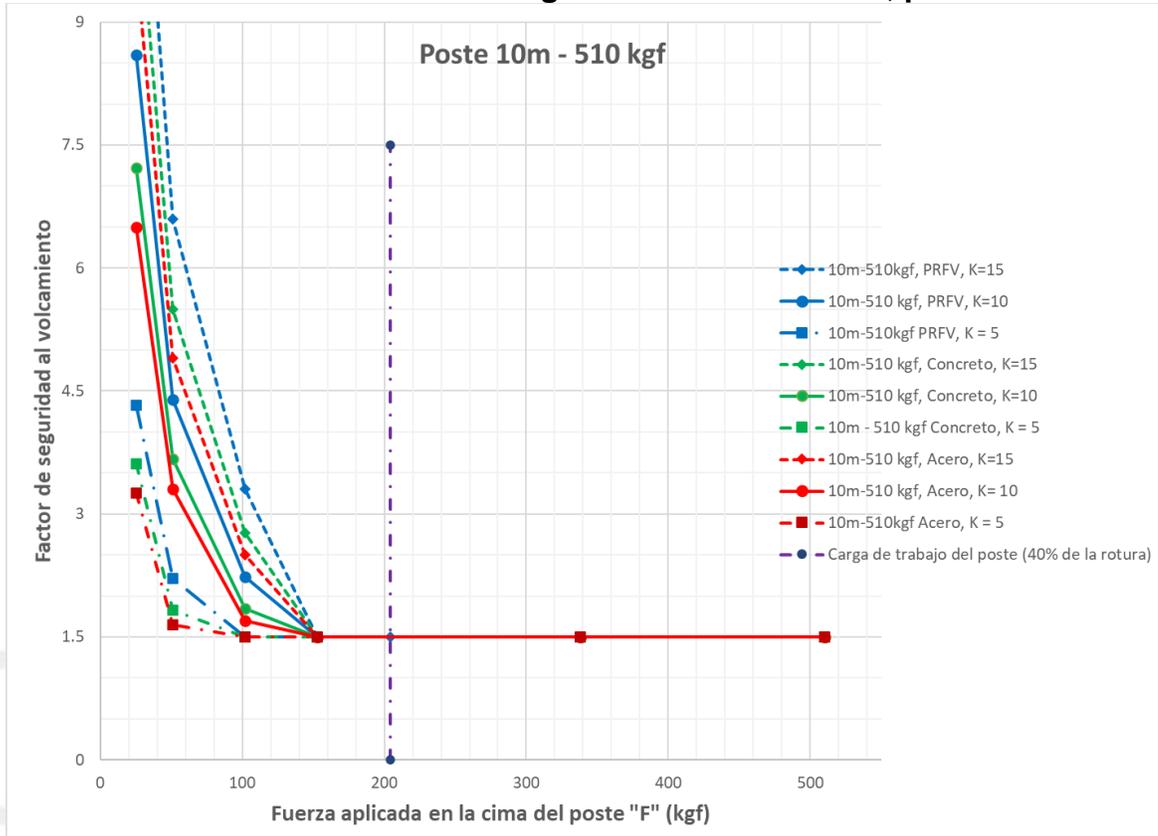
Nota:

K: Coeficiente de compresibilidad del suelo (kg/cm³)

Suelo blando: K=5 kg/cm³, Suelo medio: K=10 kg/cm³, Suelo duro: K=15 kg/cm³

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
		NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 31 de 46

Figura 19. Verificación del factor de seguridad al volcamiento, poste 10m – 510kgf



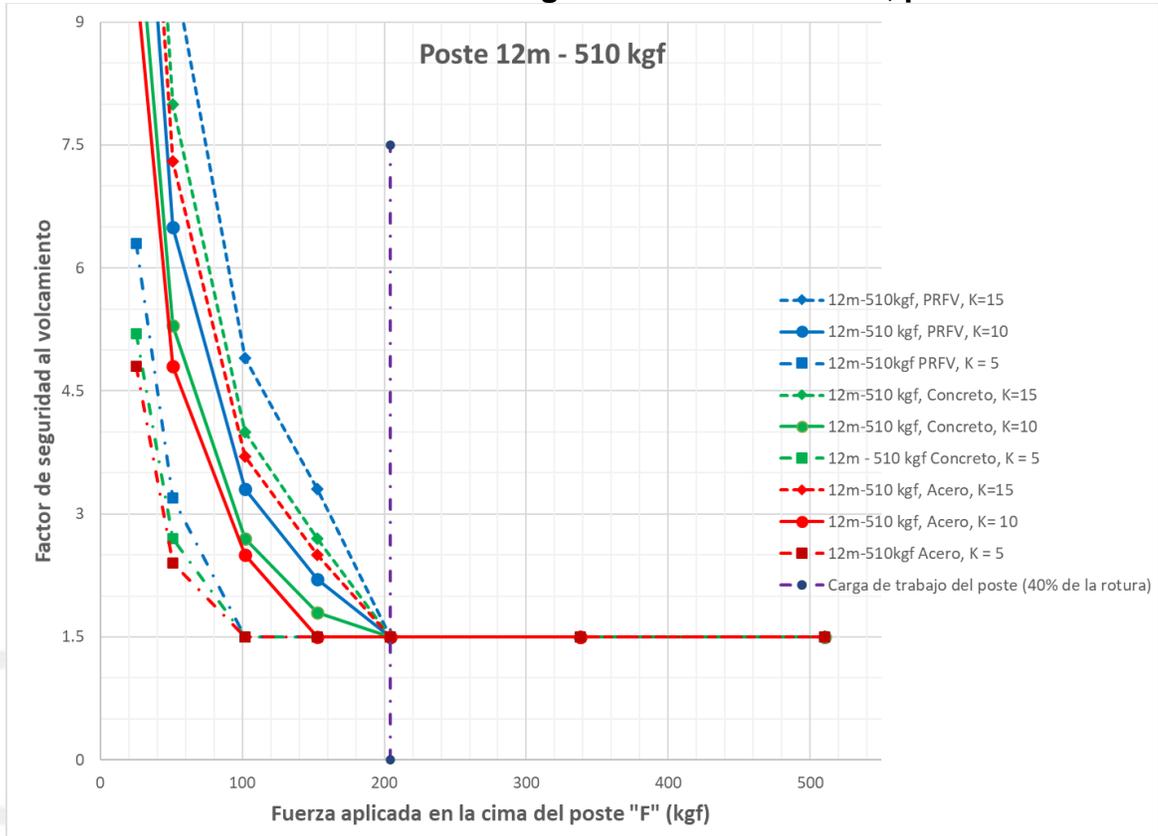
Nota:

K: Coeficiente de compresibilidad del suelo (kg/cm³)

Suelo blando: K=5 kg/cm³, Suelo medio: K=10 kg/cm³, Suelo duro: K=15 kg/cm³

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
		NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 32 de 46

Figura 20. Verificación del factor de seguridad al volcamiento, poste 12m – 510kgf



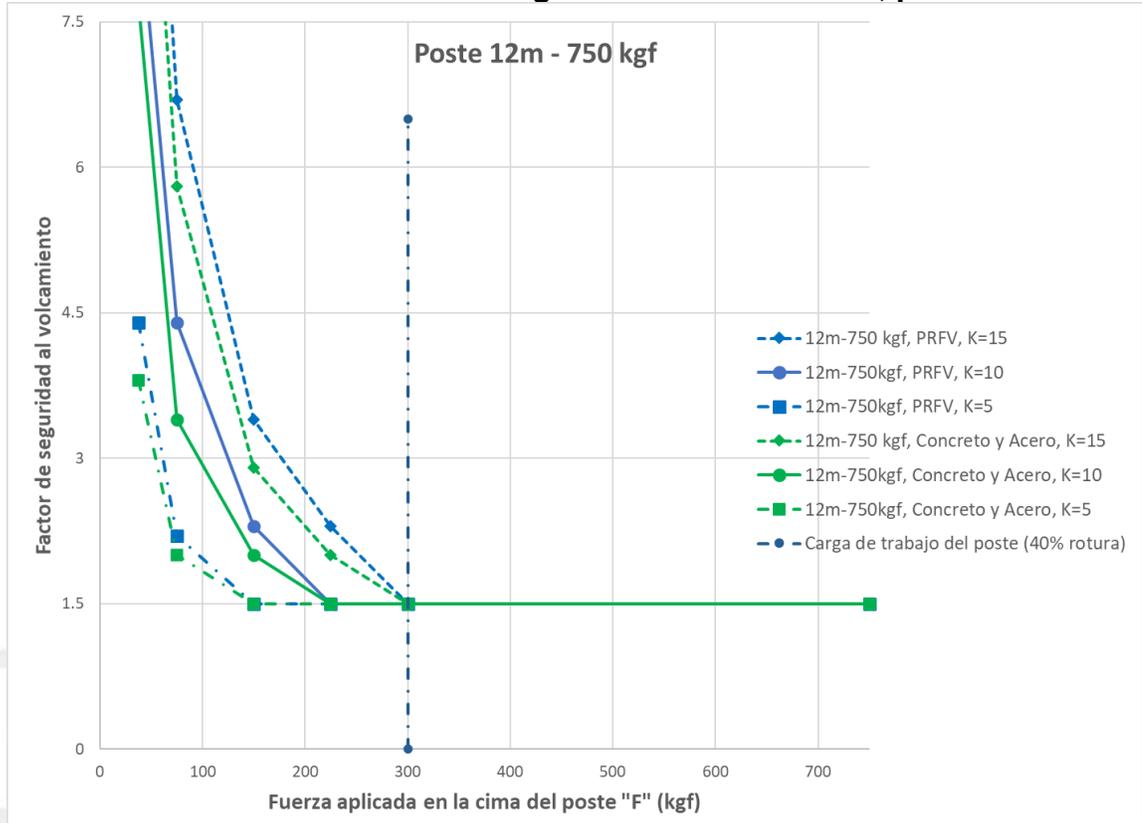
Nota:

K: Coeficiente de compresibilidad del suelo (kg/cm³)

Suelo blando: K=5 kg/cm³, Suelo medio: K=10 kg/cm³, Suelo duro: K=15 kg/cm³

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
		NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 33 de 46

Figura 21. Verificación del factor de seguridad al volcamiento, poste 12m – 750kgf



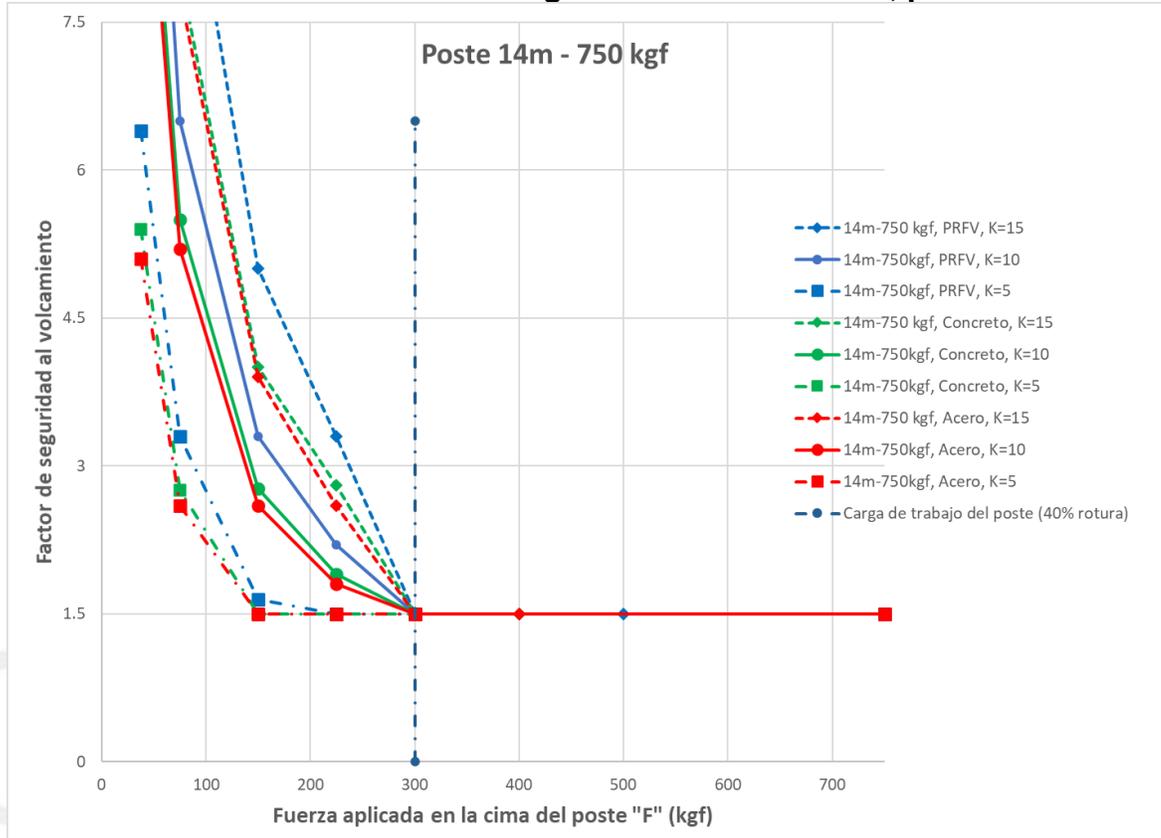
Nota:

K: Coeficiente de compresibilidad del suelo (kg/cm³)

Suelo blando: K=5 kg/cm³, Suelo medio: K=10 kg/cm³, Suelo duro: K=15 kg/cm³

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
		NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 34 de 46

Figura 22. Verificación del factor de seguridad al volcamiento, poste 14m – 750kgf



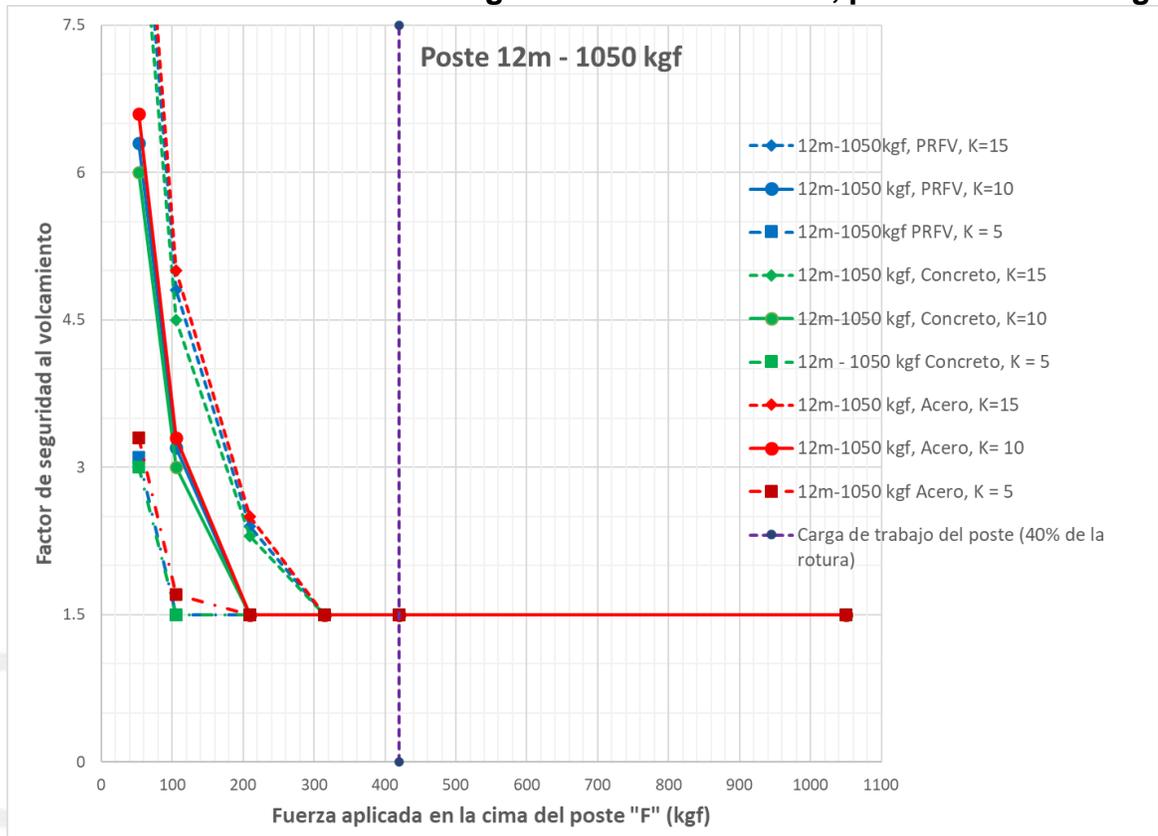
Nota:

K: Coeficiente de compresibilidad del suelo (kg/cm³)

Suelo blando: K=5 kg/cm³, Suelo medio: K=10 kg/cm³, Suelo duro: K=15 kg/cm³

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
		NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 35 de 46

Figura 23. Verificación del factor de seguridad al volcamiento, poste 12m – 1050kgf



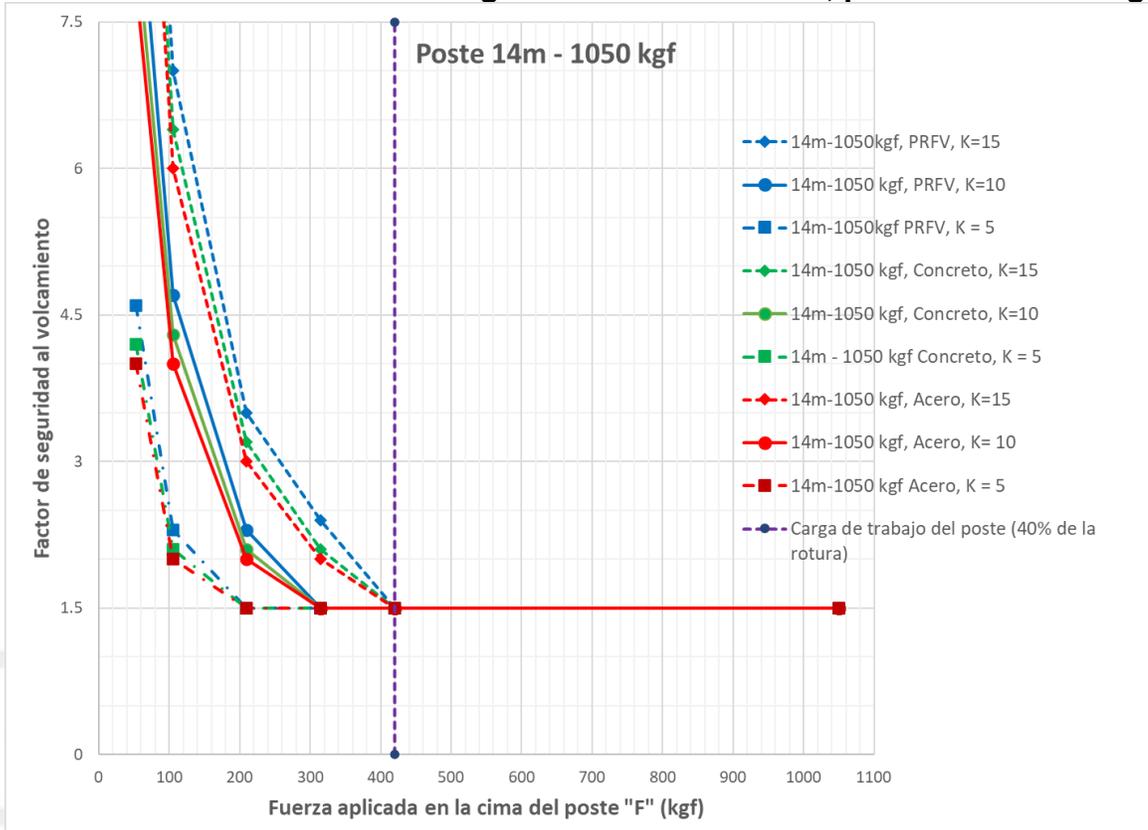
Nota:

K: Coeficiente de compresibilidad del suelo (kg/cm³)

Suelo blando: K=5 kg/cm³, Suelo medio: K=10 kg/cm³, Suelo duro: K=15 kg/cm³

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
		NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 36 de 46

Figura 24. Verificación del factor de seguridad al volcamiento, poste 14m – 1050kgf



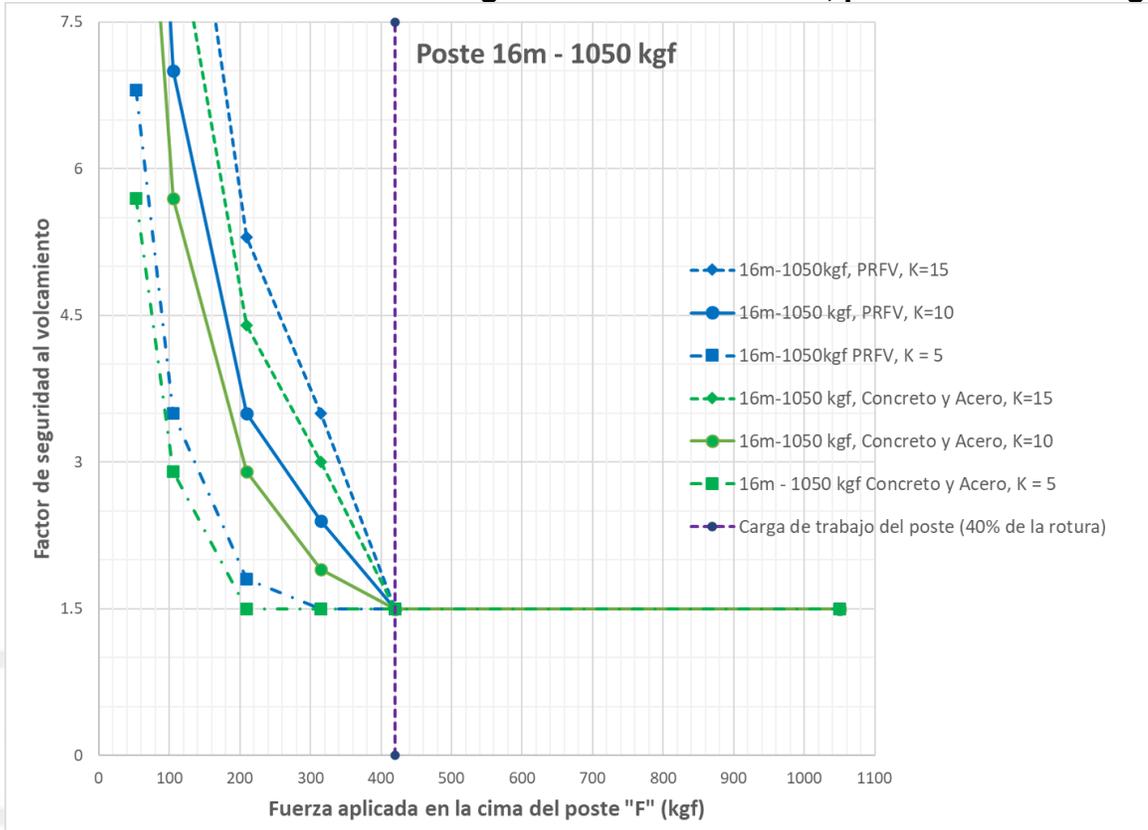
Nota:

K: Coeficiente de compresibilidad del suelo (kg/cm³)

Suelo blando: K=5 kg/cm³, Suelo medio: K=10 kg/cm³, Suelo duro: K=15 kg/cm³

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
		NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 37 de 46

Figura 25. Verificación del factor de seguridad al volcamiento, poste 16m – 1050kgf



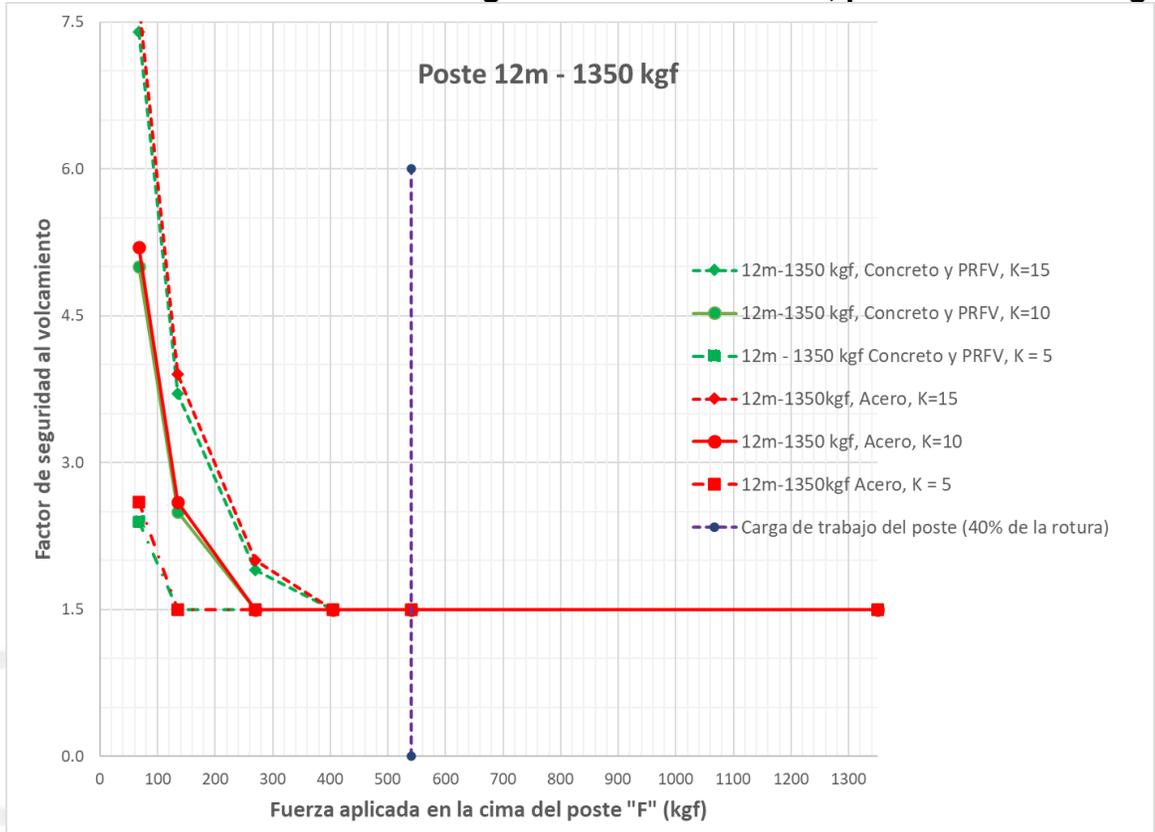
Nota:

K: Coeficiente de compresibilidad del suelo (kg/cm³)

Suelo blando: K=5 kg/cm³, Suelo medio: K=10 kg/cm³, Suelo duro: K=15 kg/cm³

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
		NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 38 de 46

Figura 26. Verificación del factor de seguridad al volcamiento, poste 12m – 1350kgf



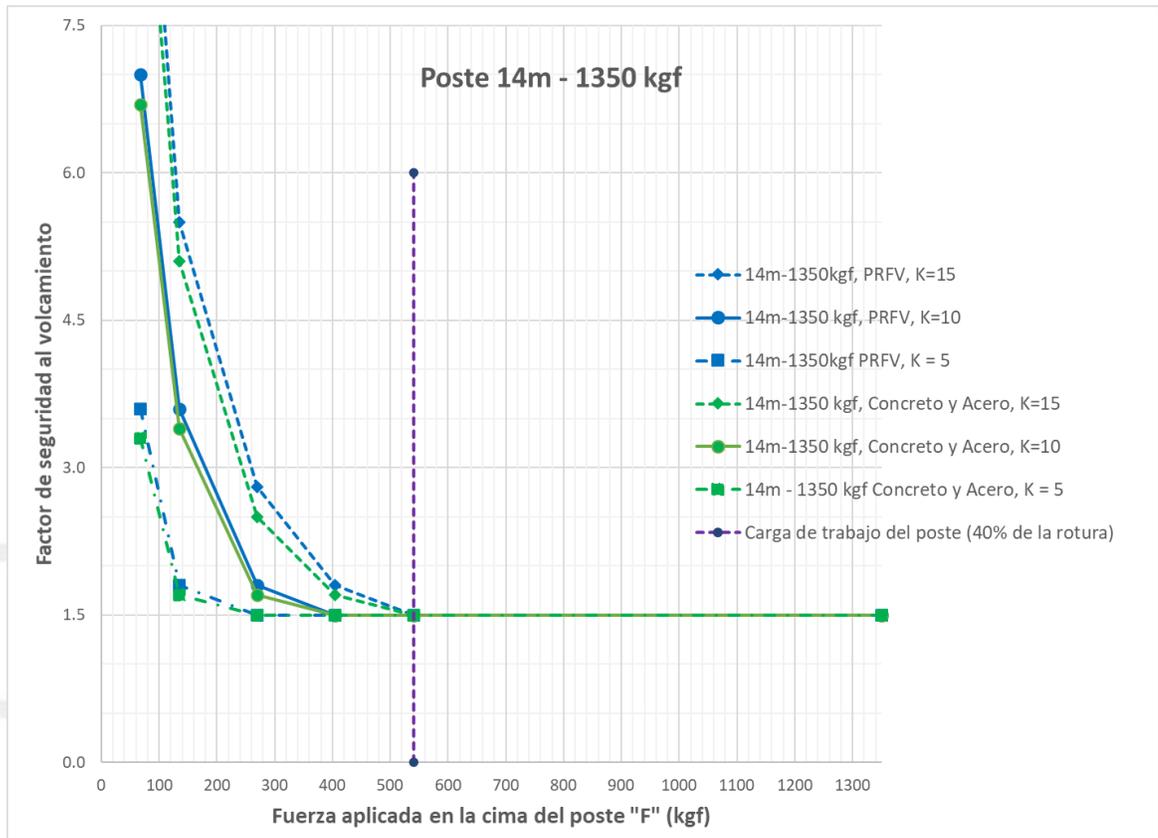
Nota:

K: Coeficiente de compresibilidad del suelo (kg/cm^3)

Suelo blando: $K=5 \text{ kg}/\text{cm}^3$, Suelo medio: $K=10 \text{ kg}/\text{cm}^3$, Suelo duro: $K=15 \text{ kg}/\text{cm}^3$

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
		NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 39 de 46

Figura 27. Verificación del factor de seguridad al volcamiento, poste 14m – 1350kgf



Nota:

K: Coeficiente de compresibilidad del suelo (kg/cm^3)

Suelo blando: $K=5 \text{ kg}/\text{cm}^3$, Suelo medio: $K=10 \text{ kg}/\text{cm}^3$, Suelo duro: $K=15 \text{ kg}/\text{cm}^3$

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
		NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 40 de 46

ANEXO 2: DISTANCIA HORIZONTAL ENTRE EL POSTE Y EL PUNTO DE ANCLAJE DE LA RETENIDA.

Tabla 15. Distancia horizontal de anclaje para retenidas convencionales ancladas directamente al suelo.

Longitud total poste [m]	Angulo eje del poste [°]	Distancia desde cima retenida [m]	Distancia vertical a retenida [m]	Distancia horizontal al anclaje [m]	Longitud aproximada de cable [m]
8	30	0,2	6,4	4	7
8	30	0,4	6,2	4	7
8	30	0,6	6	3	7
8	30	0,8	5,8	3	7
8	30	1	5,6	3	6
8	30	1,2	5,4	3	6
8	30	1,4	5,2	3	6
8	30	1,6	5	3	6
8	30	1,8	4,8	3	6
8	30	2	4,6	3	5
8	40	0,2	6,4	5	8
8	40	0,4	6,2	5	8
8	40	0,6	6	5	8
8	40	0,8	5,8	5	8
8	40	1	5,6	5	7
8	40	1,2	5,4	5	7
8	40	1,4	5,2	4	7
8	40	1,6	5	4	7
8	40	1,8	4,8	4	6
8	40	2	4,6	4	6
10	30	0,2	8,2	5	9
10	30	0,4	8	5	9
10	30	0,6	7,8	5	9
10	30	0,8	7,6	4	9
10	30	1	7,4	4	9
10	30	1,2	7,2	4	8
10	30	1,4	7	4	8
10	30	1,6	6,8	4	8
10	30	1,8	6,6	4	8
10	30	2	6,4	4	7
10	40	0,2	8,2	7	11
10	40	0,4	8	7	10
10	40	0,6	7,8	7	10

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
		NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 41 de 46

Longitud total poste [m]	Angulo eje del poste [°]	Distancia desde cima retenida [m]	Distancia vertical a retenida [m]	Distancia horizontal al anclaje [m]	Longitud aproximada de cable [m]
8	30	0,2	6,4	4	7
8	30	0,4	6,2	4	7
8	30	0,6	6	3	7
8	30	0,8	5,8	3	7
8	30	1	5,6	3	6
8	30	1,2	5,4	3	6
8	30	1,4	5,2	3	6
8	30	1,6	5	3	6
8	30	1,8	4,8	3	6
8	30	2	4,6	3	5
8	40	0,2	6,4	5	8
8	40	0,4	6,2	5	8
8	40	0,6	6	5	8
8	40	0,8	5,8	5	8
8	40	1	5,6	5	7
8	40	1,2	5,4	5	7
8	40	1,4	5,2	4	7
8	40	1,6	5	4	7
8	40	1,8	4,8	4	6
8	40	2	4,6	4	6
10	40	0,8	7,6	6	10
10	40	1	7,4	6	10
10	40	1,2	7,2	6	9
10	40	1,4	7	6	9
10	40	1,6	6,8	6	9
10	40	1,8	6,6	6	9
10	40	2	6,4	5	8
12	30	0,2	10	6	12
12	30	0,4	9,8	6	11
12	30	0,6	9,6	6	11
12	30	0,8	9,4	5	11
12	30	1	9,2	5	11
12	30	1,2	9	5	10
12	30	1,4	8,8	5	10
12	30	1,6	8,6	5	10
12	30	1,8	8,4	5	10
12	30	2	8,2	5	9
12	40	0,2	10	8	13
12	40	0,4	9,8	8	13

ENERGÍA

NORMA TÉCNICAS

NC – RA6 - 001

REV 1

Grupo·epm®

NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS



Longitud total poste [m]	Angulo eje del poste [°]	Distancia desde cima retenida [m]	Distancia vertical a retenida [m]	Distancia horizontal al anclaje [m]	Longitud aproximada de cable [m]
8	30	0,2	6,4	4	7
8	30	0,4	6,2	4	7
8	30	0,6	6	3	7
8	30	0,8	5,8	3	7
8	30	1	5,6	3	6
8	30	1,2	5,4	3	6
8	30	1,4	5,2	3	6
8	30	1,6	5	3	6
8	30	1,8	4,8	3	6
8	30	2	4,6	3	5
8	40	0,2	6,4	5	8
8	40	0,4	6,2	5	8
8	40	0,6	6	5	8
8	40	0,8	5,8	5	8
8	40	1	5,6	5	7
8	40	1,2	5,4	5	7
8	40	1,4	5,2	4	7
8	40	1,6	5	4	7
8	40	1,8	4,8	4	6
8	40	2	4,6	4	6
12	40	0,6	9,6	8	13
12	40	0,8	9,4	8	12
12	40	1	9,2	8	12
12	40	1,2	9	8	12
12	40	1,4	8,8	7	11
12	40	1,6	8,6	7	11
12	40	1,8	8,4	7	11
12	40	2	8,2	7	11
14	30	0,2	11,8	7	14
14	30	0,4	11,6	7	13
14	30	0,6	11,4	7	13
14	30	0,8	11,2	6	13
14	30	1	11	6	13
14	30	1,2	10,8	6	12
14	30	1,4	10,6	6	12
14	30	1,6	10,4	6	12
14	30	1,8	10,2	6	12
14	30	2	10	6	12
14	40	0,2	11,8	10	15

ENERGÍA

NORMA TÉCNICAS

NC – RA6 - 001

REV 1

Grupo·epm®

NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS



Longitud total poste [m]	Angulo eje del poste [°]	Distancia desde cima retenida [m]	Distancia vertical a retenida [m]	Distancia horizontal al anclaje [m]	Longitud aproximada de cable [m]
8	30	0,2	6,4	4	7
8	30	0,4	6,2	4	7
8	30	0,6	6	3	7
8	30	0,8	5,8	3	7
8	30	1	5,6	3	6
8	30	1,2	5,4	3	6
8	30	1,4	5,2	3	6
8	30	1,6	5	3	6
8	30	1,8	4,8	3	6
8	30	2	4,6	3	5
8	40	0,2	6,4	5	8
8	40	0,4	6,2	5	8
8	40	0,6	6	5	8
8	40	0,8	5,8	5	8
8	40	1	5,6	5	7
8	40	1,2	5,4	5	7
8	40	1,4	5,2	4	7
8	40	1,6	5	4	7
8	40	1,8	4,8	4	6
8	40	2	4,6	4	6
14	40	0,4	11,6	10	15
14	40	0,6	11,4	10	15
14	40	0,8	11,2	9	15
14	40	1	11	9	14
14	40	1,2	10,8	9	14
14	40	1,4	10,6	9	14
14	40	1,6	10,4	9	14
14	40	1,8	10,2	9	13
14	40	2	10	8	13
16	30	0,2	13,6	8	16
16	30	0,4	13,4	8	15
16	30	0,6	13,2	8	15
16	30	0,8	13	8	15
16	30	1	12,8	7	15
16	30	1,2	12,6	7	15
16	30	1,4	12,4	7	14
16	30	1,6	12,2	7	14
16	30	1,8	12	7	14
16	30	2	11,8	7	14

ENERGÍA

NORMA TÉCNICAS

NC – RA6 - 001

REV 1

Grupo·epm®

NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS

CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA
UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS

ANSI
A



ESCALA:
N/A

UNIDAD DE MEDIDA:
mm

PÁGINA:
44 de 46

Longitud total poste [m]	Angulo eje del poste [°]	Distancia desde cima retenida [m]	Distancia vertical a retenida [m]	Distancia horizontal al anclaje [m]	Longitud aproximada de cable [m]
8	30	0,2	6,4	4	7
8	30	0,4	6,2	4	7
8	30	0,6	6	3	7
8	30	0,8	5,8	3	7
8	30	1	5,6	3	6
8	30	1,2	5,4	3	6
8	30	1,4	5,2	3	6
8	30	1,6	5	3	6
8	30	1,8	4,8	3	6
8	30	2	4,6	3	5
8	40	0,2	6,4	5	8
8	40	0,4	6,2	5	8
8	40	0,6	6	5	8
8	40	0,8	5,8	5	8
8	40	1	5,6	5	7
8	40	1,2	5,4	5	7
8	40	1,4	5,2	4	7
8	40	1,6	5	4	7
8	40	1,8	4,8	4	6
8	40	2	4,6	4	6
16	40	0,2	13,6	11	18
16	40	0,4	13,4	11	17
16	40	0,6	13,2	11	17
16	40	0,8	13	11	17
16	40	1	12,8	11	17
16	40	1,2	12,6	11	16
16	40	1,4	12,4	10	16
16	40	1,6	12,2	10	16
16	40	1,8	12	10	16
16	40	2	11,8	10	15
18	30	0,2	15,4	9	18
18	30	0,4	15,2	9	18
18	30	0,6	15	9	17
18	30	0,8	14,8	9	17
18	30	1	14,6	8	17
18	30	1,2	14,4	8	17
18	30	1,4	14,2	8	16
18	30	1,6	14	8	16
18	30	1,8	13,8	8	16

ENERGÍA

NORMA TÉCNICAS

NC – RA6 - 001

REV 1

Grupo·epm®

NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS



Longitud total poste [m]	Angulo eje del poste [°]	Distancia desde cima retenida [m]	Distancia vertical a retenida [m]	Distancia horizontal al anclaje [m]	Longitud aproximada de cable [m]
8	30	0,2	6,4	4	7
8	30	0,4	6,2	4	7
8	30	0,6	6	3	7
8	30	0,8	5,8	3	7
8	30	1	5,6	3	6
8	30	1,2	5,4	3	6
8	30	1,4	5,2	3	6
8	30	1,6	5	3	6
8	30	1,8	4,8	3	6
8	30	2	4,6	3	5
8	40	0,2	6,4	5	8
8	40	0,4	6,2	5	8
8	40	0,6	6	5	8
8	40	0,8	5,8	5	8
8	40	1	5,6	5	7
8	40	1,2	5,4	5	7
8	40	1,4	5,2	4	7
8	40	1,6	5	4	7
8	40	1,8	4,8	4	6
8	40	2	4,6	4	6
18	30	2	13,6	8	16
18	40	0,2	15,4	13	20
18	40	0,4	15,2	13	20
18	40	0,6	15	13	20
18	40	0,8	14,8	12	19
18	40	1	14,6	12	19
18	40	1,2	14,4	12	19
18	40	1,4	14,2	12	19
18	40	1,6	14	12	18
18	40	1,8	13,8	12	18
18	40	2	13,6	11	18

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC – RA6 - 001	REV 1
		NC-RA6-001 INSTALACIÓN DE RETENIDAS	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 46 de 46