

## **PROYECTO TIPO**

### **LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN A 30 kV**

**Doble circuito con conductor de aluminio-acero**

**LA 180 (147-AL1/34-ST1A)**

**PROYECTO TIPO - LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN A 30 kV**  
**Doble circuito con conductor de aluminio acero LA 180 (147-AL1/34-ST1A)**

**ÍNDICE**

		Página
1	OBJETO .....	3
2	CAMPO DE APLICACIÓN.....	3
3	UTILIZACIÓN.....	3
4	REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES.....	4
5	CARACTERÍSTICAS .....	4
5.1	Conductor .....	4
5.2	Apoyos.....	5
5.3	Crucetas .....	5
5.4	Señalización de los apoyos .....	5
5.5	Numeración de apoyos.....	5
6	CALCULO DE CONDUCTORES .....	6
6.1	Cálculo eléctrico .....	6
6.2	Cálculo mecánico.....	13
7	NIVEL DE AISLAMIENTO Y FORMACIÓN DE CADENAS .....	19
7.1	Niveles de aislamiento, para zonas de nivel de polución medio (II).....	20
7.2	Niveles de aislamiento, para zonas de nivel de polución muy fuerte (IV).....	20
7.3	Formación de cadenas.....	21
8	DISTANCIAS DE SEGURIDAD .....	22
8.1	Distancia de los conductores al terreno.....	22
8.2	Distancias entre conductores.....	22
8.3	Distancia mínima entre los conductores y partes puestas a tierra. ....	38
8.4	Paso por zonas. Servidumbres de vuelo.....	39
8.5	Prescripciones especiales.....	44
9	UTILIZACIÓN DE APOYOS Y CRUCETAS .....	44
9.1	Clasificación de los apoyos.....	44
9.2	Características resistentes y dimensiones de los apoyos.....	45
9.3	Características resistentes de las crucetas .....	49
9.4	Cargas permanentes .....	50
9.5	Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de suspensión .....	52
9.6	Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre.....	55
9.7	Apoyos de anclaje.....	56
9.8	Apoyos de principio o final de línea .....	57
9.9	Apoyos de derivación. Hipótesis de cálculo. ....	58
10	CIMENTACIONES.....	60
11	TOMAS DE TIERRA.....	61
12	CÁLCULO DE LA INCLINACIÓN DE CADENAS.....	61
13	CAMPOS ELECTROMAGNETICOS .....	64
14	REQUISITOS MEDIOAMBIENTALES .....	64
15	REDES INTELIGENTES. TELECOMUNICACIONES .....	64
	Anexo A –Documentación de cada proyecto .....	65
	Anexo B - Gráficos de Utilización de apoyos.....	69
	Anexo C - Tablas de tendido.....	147
	Anexo D - Planos .....	160
	Anexo E - Cimentaciones para apoyos y puestas a tierra.....	174
	Anexo F - Determinación de la intensidad máxima en el conductor por transferencia de calor .....	186

## **1 OBJETO**

Este documento constituye el Proyecto Tipo de i-DE Grupo Iberdrola (en adelante i-DE), y justifica todos los datos técnicos necesarios para el diseño, cálculo y construcción de líneas aéreas de Alta Tensión, de tensión nominal igual a 30 kV, realizadas con conductores de aluminio-acero, de 181,6 mm<sup>2</sup> de sección, para una disposición de los conductores en doble circuito con un conductor por fase

Al quedar justificados en este documento todos los aspectos técnicos para las diferentes situaciones, bastará la aportación de los detalles singulares de cada línea en proyecto, para que la misma quede totalmente definida, haciendo innecesaria la redacción en cada caso de un proyecto detallado.

Se pretende de esta forma facilitar la labor, tanto de los organismos oficiales como de los departamentos de proyectos de las empresas, en la tramitación oficial para la obtención de la Autorización Administrativa, Autorización de Ejecución y Declaración en concreto de Utilidad Pública.

## **2 CAMPO DE APLICACIÓN**

Este Manual Técnico (MT) se refiere a las líneas reseñadas en cuanto a tensión de servicio, número de circuitos, apoyos y conductor, en condiciones de sobrecarga y de terreno normales.

Aquellas líneas que discurren por zonas especiales como, terrenos pantanosos, marismas, etc., o que tengan alguna peculiaridad no contemplada en el presente manual, deberán disponer de un proyecto técnico especial.

Los documentos informativos recogidos en el Anexo B del MT 2.03.20 no han sido aprobados por la Administración y por tanto tienen únicamente carácter informativo. En todos estos casos podrán utilizarse bien las soluciones propuestas en dichos documentos, o bien otras especificaciones o referencias normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

## **3 UTILIZACIÓN**

Cada proyecto concreto, redactado de acuerdo con el presente Proyecto Tipo, se completará con las particularidades específicas del mismo que se describen en los anexos.

Por otro lado, servirá de base genérica para la tramitación oficial de cada obra, en cuanto a la Autorización Administrativa, aprobación del Proyecto de ejecución y Declaración en concreto de Utilidad Pública, sin más requisitos que la presentación, en proyecto simplificado, de las características particulares de la misma, haciendo constar que su diseño se ha realizado de acuerdo con el presente Proyecto Tipo.

## 4 REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES

En la redacción se han tenido en cuenta todas y cada una de las especificaciones contenidas en:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de Alta Tensión (en adelante RLAT) y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (Decreto 223/2008, de 15 de febrero).
- Real decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de Alta Tensión. Asimismo se ha tenido en cuenta lo establecido en las Normas UNE y documentos NI.

A los efectos de Autorizaciones Administrativas de Declaración en concreto de Utilidad Pública y ocupaciones de terreno, e imposición de servidumbre, se aplicará lo previsto en la Ley 54/1997 de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico (LSE) en todo aquello en que esté en vigor, y en aquellos puntos que no estén desarrollados, lo establecido en la Ley 40/1994, del Sistema Eléctrico Nacional sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas, y en el Reglamento para su aplicación, aprobado por Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

## 5 CARACTERÍSTICAS

### 5.1 Conductor

Los conductores que contempla este Proyecto Tipo son de aluminio-acero galvanizado de 181,6 mm<sup>2</sup> de sección, según Norma UNE-EN 50182, los cuales están en el documento NI 54.63.01 y cuyas características principales son:

Designación	147-AL1/34-ST1A Anterior LA 180
Sección de aluminio, mm <sup>2</sup>	147,3
Sección total, mm <sup>2</sup>	181,6
Equivalencia en cobre, mm <sup>2</sup>	93
Composición	30+7
Diámetro de los alambres, mm	2,5
Diámetro aparente, mm	17,5
Carga mínima de rotura, daN	6390
Módulo de elasticidad, daN/mm <sup>2</sup>	8000
Coefficiente de dilatación lineal, °C-1	0,0000178
Masa aproximada, kg/km	676
Resistencia eléctrica a 20°C, Ω/km	0,1962
Densidad de corriente, A/mm <sup>2</sup>	2,374

A efectos de cálculos mecánicos y de cálculos eléctricos si bien reglamentariamente la temperatura a considerar máxima es de 50°C, i-DE para el tipo de líneas que nos ocupa considera una temperatura máxima de explotación de 85°C, situándonos con ello siempre del lado de la seguridad en lo que afecta a distancias entre conductores, entre estos y el terreno, vías de comunicación, cruzamientos, etc.

La tracción máxima en el conductor, viene indicada en las tablas de tendido que se incluyen dentro de este Proyecto Tipo, y no sobrepasará, en ningún caso, el tercio de la carga de rotura del mismo. La tracción en el conductor a 15°C y sin sobrecarga, no sobrepasará el 15% de la carga de rotura del mismo.

El recubrimiento de zinc, de los hilos de acero, cumple con los requisitos especificados en la Norma UNE-EN 50189.

## **5.2 Apoyos**

Los apoyos a emplear serán de perfiles metálicos de celosía (UNE 207017) según documento NI 52.10.01.

## **5.3 Crucetas**

Con carácter general, las crucetas a utilizar serán metálicas, de 2,50 y 3,00 metros de envergadura, separadas verticalmente 1,80 metros, las primeras se emplearán para las fases superior e inferior y las segundas para la fase intermedia, se puede tomar como referencia para las mismas el documento informativo NI 52.31.02 u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

Su diseño responde a las nuevas exigencias de distancias entre conductores y accesorios en tensión a apoyos y elementos metálicos, y donde se requiera. Para la protección de la avifauna se tomarán como referencia informativa las soluciones indicadas en el MT 2.22.01 u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

En apoyos de fin de línea, la distancia vertical entre crucetas será de 1,80 m, en todos los casos.

Solo en casos muy excepcionales, se utilizarán apoyos con crucetas distanciadas verticalmente 3,00 m.

## **5.4 Señalización de los apoyos**

Todos los apoyos llevarán instalada una placa de señalización de riesgo eléctrico tipo CE 14, se puede tomar como referencia para los mismos el documento informativo NI 29.00.00 u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

## **5.5 Numeración de apoyos**

Todos los apoyos se numerarán, ajustándose dicha numeración a la dada en el proyecto, empleando para ello placas y números de señalización pudiéndose tomar como referencia para

los mismos el documento informativo NI 29.05.01 u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

## 6 CALCULO DE CONDUCTORES

En este capítulo se trata de los cálculos eléctricos y mecánicos de los conductores, cuyas características han quedado reflejadas en el apartado 5.1.

### 6.1 Cálculo eléctrico

#### 6.1.1 Densidad máxima de corriente admisible

##### a) Densidad máxima de corriente admisible según el RLAT

La densidad máxima de corriente admisible en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz se deduce del apartado 4.2 de la ITC-LAT 07 del RLAT.

De la tabla 11 del indicado apartado, e interpolando entre la sección inferior y superior a la del conductor en estudio, para conductores de aluminio la densidad de corriente tiene como valor:

$$\sigma_{Al} = 2,592 \quad A/mm^2$$

Teniendo presente la composición del cable, que es 30+7, el coeficiente de reducción (CR) a aplicar será de 0,916, con lo que densidad admisible de corriente en el conductor será:

$$\sigma_{Al-ac} = \sigma_{Al} \cdot CR = 2,592 \cdot 0,916 = 2,374 \quad A/mm^2$$

Por lo tanto la intensidad máxima admisible es:

$$I_{Máx.} = \sigma_{Al-ac} \cdot S = 2,374 \cdot 181,6 = 431,17 \quad A$$

##### b) Densidad máxima de corriente admisible por transferencia de calor

El actual RLAT no considera las condiciones ambientales donde está emplazado el conductor, ni las temperaturas alcanzadas por el mismo, cuando se calculan las intensidades máximas admisibles por el conductor mediante el empleo de la tabla 11 del apartado 4.2 de la ITC-LAT 07.

Según el “Brochure on thermal behavior of overhead conductors” de la CIGRE. SC 22, WG12, se pueden determinar las intensidades admisibles en los conductores con las consideraciones de las condiciones ambientales y teniendo en cuenta la temperatura máxima alcanzada por el conductor. La formulación correspondiente se incluye en el anexo G, del presente Proyecto Tipo.

El presente Proyecto Tipo considera el emplazamiento del conductor en tres zonas perfectamente diferenciadas, cuyas condiciones ambientales más severas, para cada una de ellas, se indican en la tabla siguiente:

Condiciones ambientales	País Vasco y Cantabria Provincia más severa: Álava		Comunidad Valenciana, Castilla y León, Navarra y Rioja Provincia más severa: Alicante		Castilla-La Mancha, Extremadura, Madrid y Murcia Provincia más severa: Toledo	
	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno
Temperatura ambiente (°C)	25	9	31	15	34	11
Radiación solar (W/m <sup>2</sup> )	311	152	496	264	548	341
Velocidad de viento (m/s)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Inclinación del viento sobre el conductor (grados)	45	45	45	45	45	45
Coefficiente de absorción	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Coefficiente de emisividad	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Altitud de la línea (m) (*)	600	600	600	600	600	600

(\*) Se ha tomado la altitud media de 600 m como valor medio, teniendo en cuenta que tanto en altitudes inferiores como superiores, los valores de la intensidad máxima admisible varía muy poco.

Para las condiciones ambientales establecidas anteriormente, y considerando que el conductor debe de alcanzar como máximo una temperatura de 85°C, la intensidad admisible en el conductor resulta:

Emplazamiento	Intensidad máxima admisible en verano $I_{M\acute{a}x}$ (A)	Intensidad máxima admisible en invierno $I_{M\acute{a}x}$ (A)
País Vasco y Cantabria	515,4	583,4
Comunidad Valenciana, Castilla y León, Navarra y Rioja	482,5	557,4
Castilla La Mancha, Extremadura, Madrid y Murcia	466,7	570,3

### 6.1.2 Reactancia aparente

La reactancia kilométrica de la línea, se calcula empleando la siguiente expresión:

$$X = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \quad (\Omega / km)$$

Siendo  $L$ , el coeficiente de autoinducción:

$$L = \left[ 0,5 + 4,605 \cdot \text{Log} \left( \frac{D}{r} \right) \right] \cdot 10^{-4} \quad (\text{H/km})$$

Sustituyendo  $L$ , en la expresión de la reactancia se obtiene:

$$X = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \left[ 0,5 + 4,605 \cdot \text{Log} \left( \frac{D}{r} \right) \right] \cdot 10^{-4} \quad (\Omega/\text{km})$$

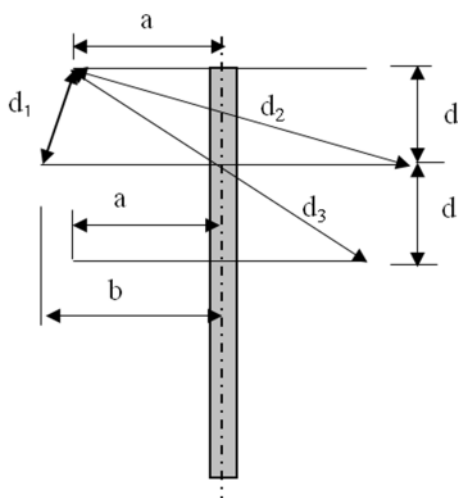
Donde:  $X$  = Reactancia aparente en ohmios por kilómetro.  
 $f$  = Frecuencia de la red en hercios = 50.  
 $D$  = Separación media geométrica entre conductores en milímetros.  
 $r$  = Radio del conductor en milímetros.

El valor  $D$  se determina a partir de las distancias entre conductores  $d$ ,  $d_1$ ,  $d_2$  y  $d_3$  que proporcionan las crucetas elegidas, representadas en los planos correspondientes, según la expresión:

$$D = \sqrt[3]{d_1 \cdot d_2 \cdot \sqrt{2 \cdot d \cdot d_3}}$$

Las distancias de "a" y "b" serán de 1.250 y 1.500 mm, respectivamente, los valores de "d", serán de 1.800, 2.400 y excepcionalmente 3.000 mm. El valor correspondiente de la reactancia  $X$ , para cada uno de los valores de  $D$ , se indican en la tabla siguiente.

D (mm)	a (mm)	b (mm)	d (mm)	$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)	$d_3$ (mm)	L (H/km)	X ( $\Omega$ /km)
2873,46	1250	1500	1800	1817,28	3286,72	4382,92	0,001209	0,3798
3553,99	1250	1500	2400	2412,99	3650,00	5412,02	0,001251	0,3931
4245,28	1250	1500	3000	3010,40	4069,71	6500,00	0,001287	0,4043



A efectos de simplificación y por ser valores muy próximos se empleará el valor medio:

$$X = 0,392 \Omega/\text{km}$$



### 6.1.3 Caída de tensión

La caída de tensión, debido a la resistencia y reactancia de la línea (despreciando la influencia de la capacidad y la perditancia) viene dada por la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi) \cdot L$$

Donde:

- $\Delta U$  = Caída de la tensión compuesta, expresada en V
- $I$  = Intensidad de la línea en A
- $X$  = Reactancia por fase en  $\Omega/\text{km}$ .
- $R$  = Resistencia por fase en  $\Omega/\text{km}$ .
- $\cos \varphi$  = factor de potencia.
- $L$  = Longitud de la línea en kilómetros.

Teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad (\text{A})$$

Siendo:

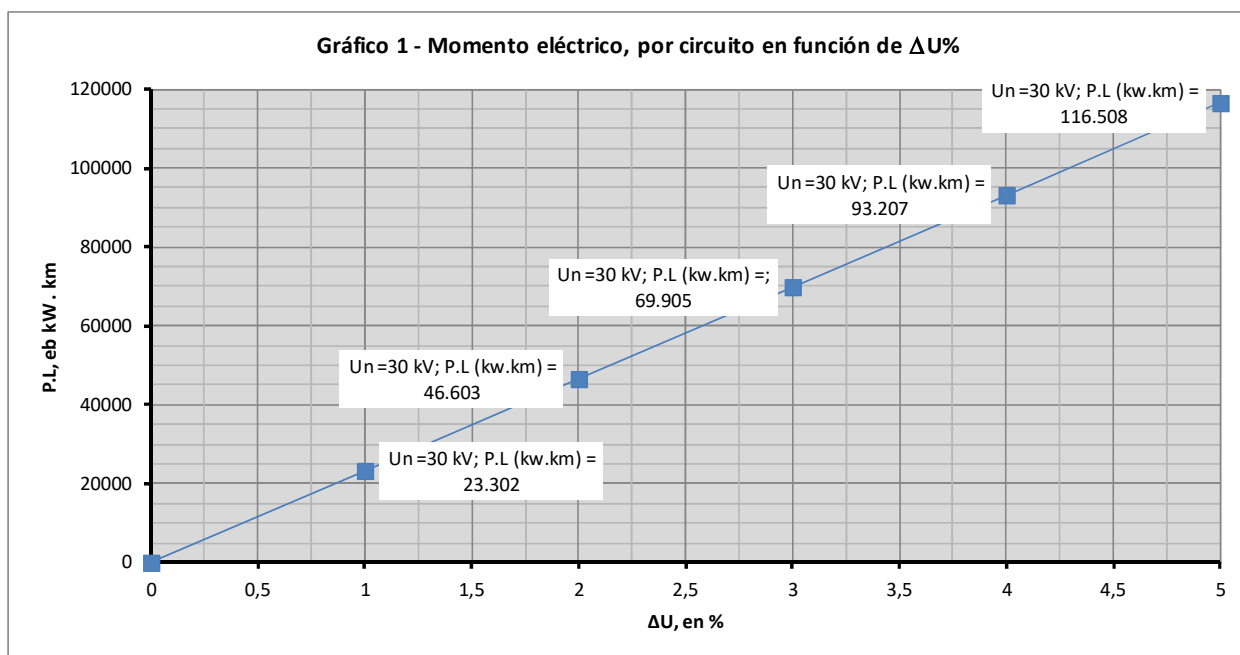
- $P$  = Potencia transportada (kW).
- $U$  = Tensión compuesta de la línea, 30 kV

La caída de tensión en tanto por ciento de la tensión compuesta es:

$$\Delta U = \frac{100 \cdot \Delta U}{U} = \frac{P \cdot L \cdot (R + X \cdot \operatorname{tg} \varphi)}{10 \cdot U^2} \quad (\%)$$

En el Gráfico 1, se representa la caída de tensión, por circuito, en función del momento eléctrico  $PL$ , para  $\cos \varphi = 0,9$  y tensión nominal de 30 kV. Los valores de momento eléctrico para la tensión nominal y una caída de tensión del 5% son:

$U_n$ (kV)	$\Delta U$ (%)	PL (kW . km)	$R + X \cdot \operatorname{tg} \varphi$ ( $\Omega/\text{km}$ )
30	5	116.508	0,3862



Para la confección del gráfico anterior se ha tomado el valor de la resistencia a 20°C.

En el Gráfico 1 bis, se representa el momento eléctrico para 30 kV y diferentes temperaturas.

Para obtener el valor de la resistencia a diferentes temperaturas se emplea la siguiente expresión:

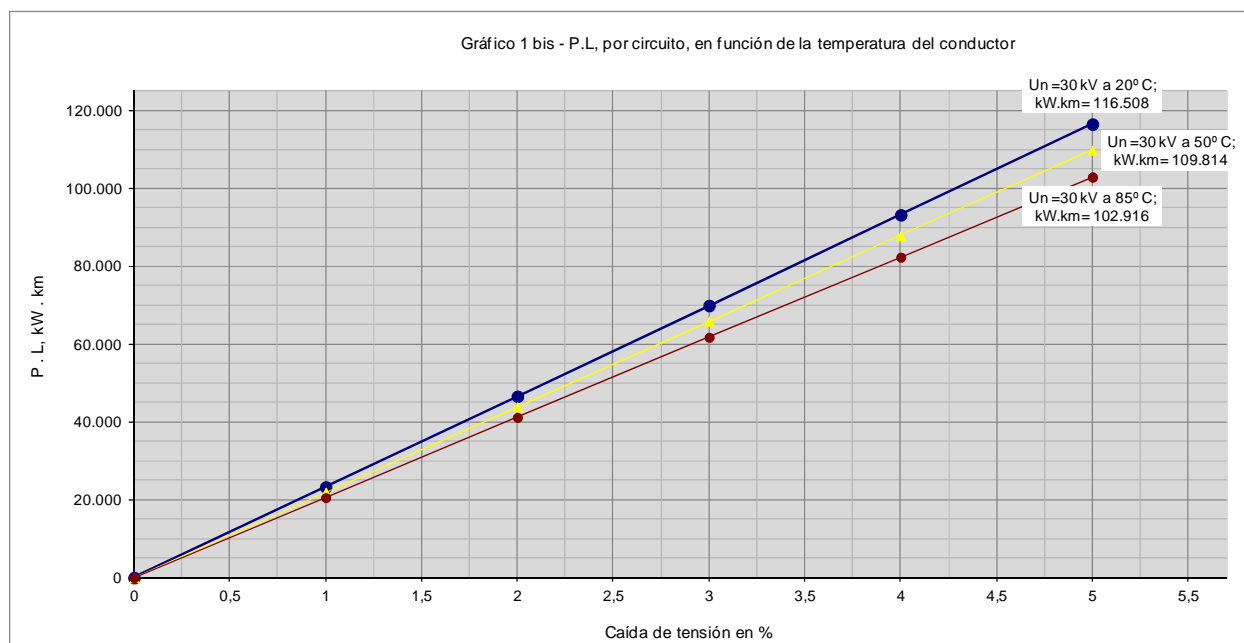
$$R_{\theta} = R_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta - 20^{\circ}C)) \quad \Omega/km$$

Siendo:

- $R_{20}$  = Resistencia eléctrica a 20°C, de valor: 0,1962  $\Omega/km$
- $\alpha$  = Coeficiente de temperatura, de valor: 0,004  $^{\circ}C^{-1}$
- $R_{\theta}$  = Resistencia eléctrica a  $\theta^{\circ}C$ , en  $\Omega/km$

Para diferentes temperaturas, la resistencia  $R$  y la impedancia longitudinal específica, ( $R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi$ ), en  $\Omega/km$ , de los conductores serán:

Temperatura, °C					
20	30	40	50	60	85
Resistencia eléctrica, en $\Omega/km$					
0,1962	0,2040	0,2119	0,2197	0,2276	0,2472
Impedancia eléctrica, ( $R \cos \varphi + X \sin \varphi$ ), en $\Omega/km$					
0,3476	0,3547	0,3617	0,3688	0,3759	0,3935
Porcentaje de variación de la caída de tensión a igualdad de potencia y longitud, respecto a la temperatura de 20°C					
0,00%	2,03%	4,06%	6,10%	8,13%	13,21%



A igual caída de tensión y longitud, un conductor a 20°C, puede trasportar un 6,10% más de potencia que a 50°C, y un 13,21% más de potencia que a 85°C.

#### 6.1.4 Potencia a transportar

La potencia que puede transportar la línea está limitada por la intensidad máxima determinada anteriormente y por la caída de tensión, que no deberá exceder del 5%.

La máxima potencia a transportar limitada por la intensidad máxima es:

$$P_{M\acute{a}x} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{M\acute{a}x} \cdot \cos\varphi \quad kW$$

Siendo la corriente máxima para cada zona climática:

Emplazamiento	Provincia más severa	$I_{M\acute{a}x}$ admisible $I_{M\acute{a}x}$ (A)	$P_{M\acute{a}x}$ a transportar (kW)
País Vasco y Cantabria	Álava	515,4	24.103
Castilla y León, Navarra y Rioja	Alicante	482,5	22.564
Castilla-La Mancha, Extremadura, Madrid y Murcia	Toledo	466,6	21.821
Según RLAT		431,2	20.164

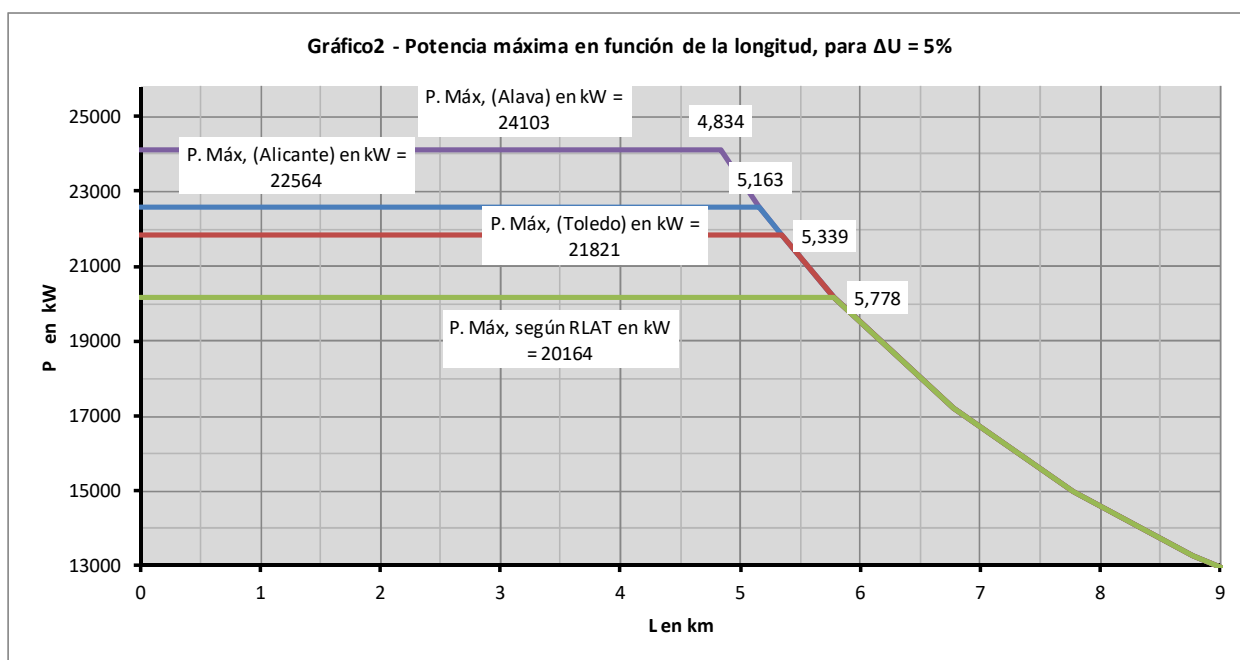
La potencia que puede transportar, por circuito, la línea dependiendo de la longitud y de la caída de tensión, es:

$$P = \frac{10 \cdot U^2 \cdot \Delta U(\%)}{(R + X \cdot tg\varphi) \cdot L} \quad kW$$

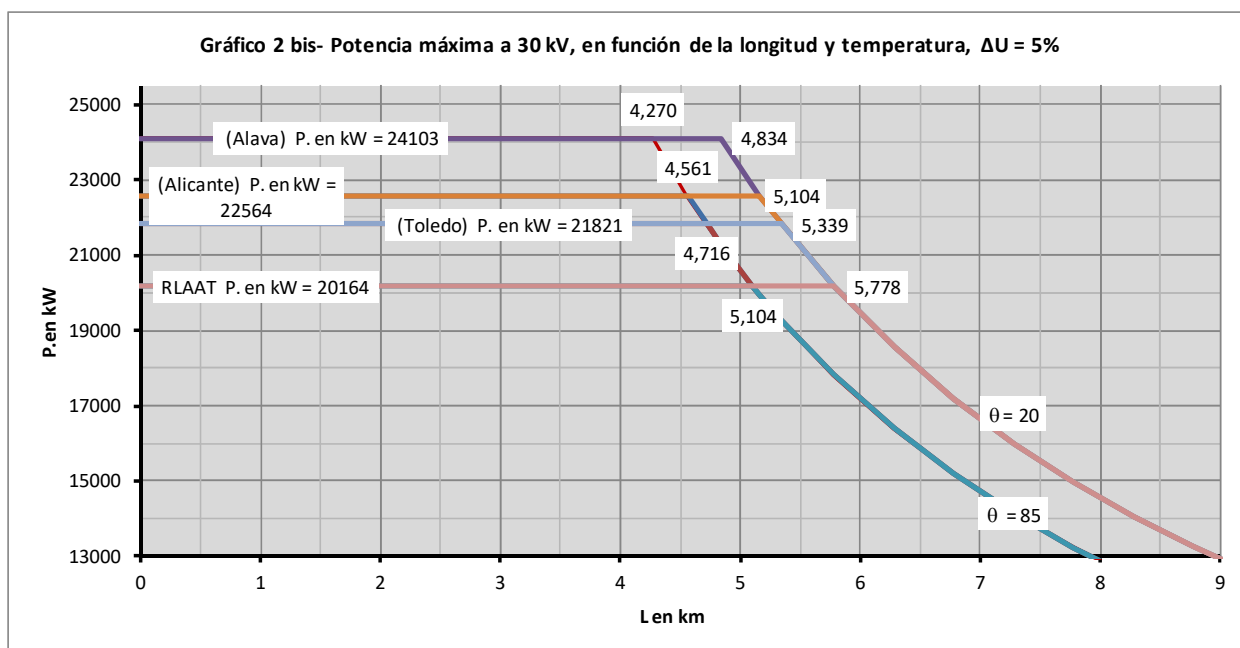
Sustituyendo los valores conocidos de  $U$ ,  $R$  y  $X$ , para un  $\cos \varphi = 0,90$  y  $\Delta U (\%) = 5$ , se representa, en el Gráfico 2, la potencia máxima a transportar por circuito  $P$ , en kW, en función de la longitud  $L$ , expresada en km, para una temperatura del conductor de 20°C.

Las longitudes máximas a las que pueden transportarse la potencia máxima para una caída de tensión del 5%, dependiendo de la zona en que nos encontremos serán:

Provincia más severa	Longitud máxima, a la que se puede transportar la potencia máxima; para $\Delta U = 5\%$ (km)
Álava	4,834
Alicante	5,163
Toledo	5,339
Según RLAT	5,778



En el Gráfico 2 bis, se representan los valores de la potencia máxima para las temperaturas de 20°C y 85°C.



### 6.1.5 Pérdidas de potencia

Las pérdidas de potencia por efecto Joule en la línea vienen dadas por la fórmula:

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2$$

donde:

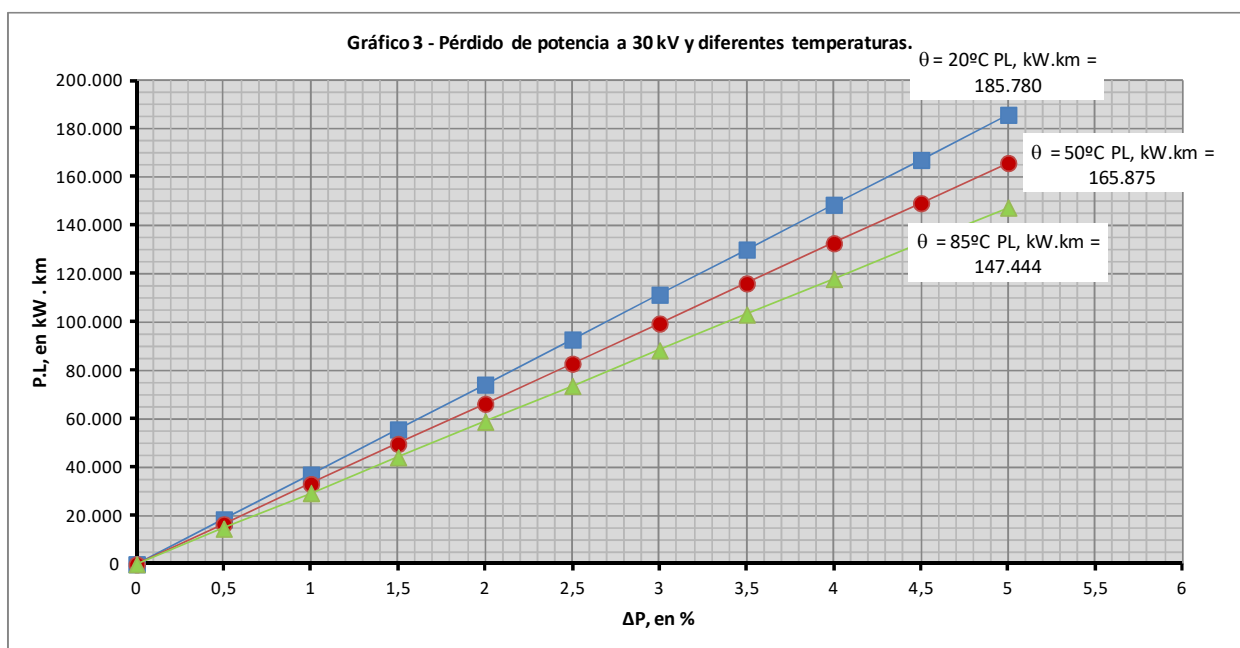
$\Delta P$  = Pérdida de potencia en vatios.

La pérdida de potencia en tanto por ciento es:

$$\Delta P = \frac{P.L.R}{10.U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \quad (\%)$$

donde cada variable se expresa en las unidades anteriormente expuestas.

Esta función se representa en el Gráfico 3, para las temperaturas de 20°C, 50°C y 85°C.



A igualdad de longitud y potencia, la pérdida de potencia de un conductor a 50°C, es superior respecto a un conductor a 20°C, en un 12%, y del 26% de un conductor a 85°C respecto a un conductor a 20°C.

### 6.2 Cálculo mecánico

El cálculo mecánico del conductor se realiza teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

- Que el coeficiente de seguridad a la rotura sea como mínimo igual a 3 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tracción de los conductores.
- Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones, en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- Que la tracción de los conductores a 15°C, sin sobrecarga, no exceda del 15% de la carga de rotura.

- d) Cumpliendo las condiciones anteriores se contempla una cuarta condición, que consiste en ajustar los tenses máximos a valores inferiores y próximos a los esfuerzos nominales de apoyos normalizados.

Al establecer la condición a) se puede prescindir de la consideración de la 4ª hipótesis en el cálculo de los apoyos de alineación y de ángulo, siempre que en ningún caso las líneas que se proyecten tengan apoyos de anclaje distanciados a más de 3 km. (ITC-LAT 07 apartado 3.5.3)

Al establecer la condición c) se tiene en cuenta el tense límite dinámico del conductor bajo el punto de vista del fenómeno vibratorio eólico del mismo. EDS (Every Day Stress “tensión de cada día”). (ITC-LAT 07 apartado 3.2.2).

Atendiendo a las condiciones anteriores se establece para las tres zonas reglamentarias, (A, B y C) una tracción mecánica del conductor a 15°C, sin sobrecarga de 958.5 daN, valor equivalente al 15% de la carga de rotura. A efectos de tracción máxima se establece el valor máximo de 1100 daN en zona A, y 1200 daN, en zonas B y C con lo que se garantiza un coeficiente de seguridad superior a 5. Para líneas de pequeña longitud y con ángulos fuertes se adoptan tenses reducidos de 750 daN en zona A, y 800 daN, en zonas B y C.

Las condiciones que se establecen en la tabla 4 y el apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07 sobre la tracción y flecha máxima, aplicadas al tipo de línea y conductor, se indican en la siguiente tabla.

<b>ZONA A</b>					
<b>Hipótesis</b>	<b>VIENTO</b>				
Tracción Máxima	Presión (daN/m <sup>2</sup> )	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso + sobrecarga (daN/m)	Temperatura (°C)
1100 daN	50	0,875	0,663	1,098	-5
Flecha máx. Viento	50	0,875	0,663	1,098	15
Flecha máx. Calma			0,663		85
<b>ZONA B</b>					
<b>Hipótesis</b>	<b>VIENTO</b>				
Tracción Máxima	Presión (daN/m <sup>2</sup> )	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso + sobrecarga (daN/m)	Temperatura (°C)
	50	0,875	0,663	1,098	-10
Flecha máx. Viento	50	0,875	0,663	1,098	15
Flecha máx. Calma			0,663		85
<b>Hipótesis</b>	<b>HIELO</b>				
Tracción Máxima	Sobrecarga $0,18 \cdot \sqrt{d}$ (daN/m)		Peso (daN/m)	Peso + sobrecarga (daN/m)	Temperatura (°C)
1200 daN	0,753		0,663	1,416	-15
Flecha máx. Hielo	0,753		0,663	1,416	0

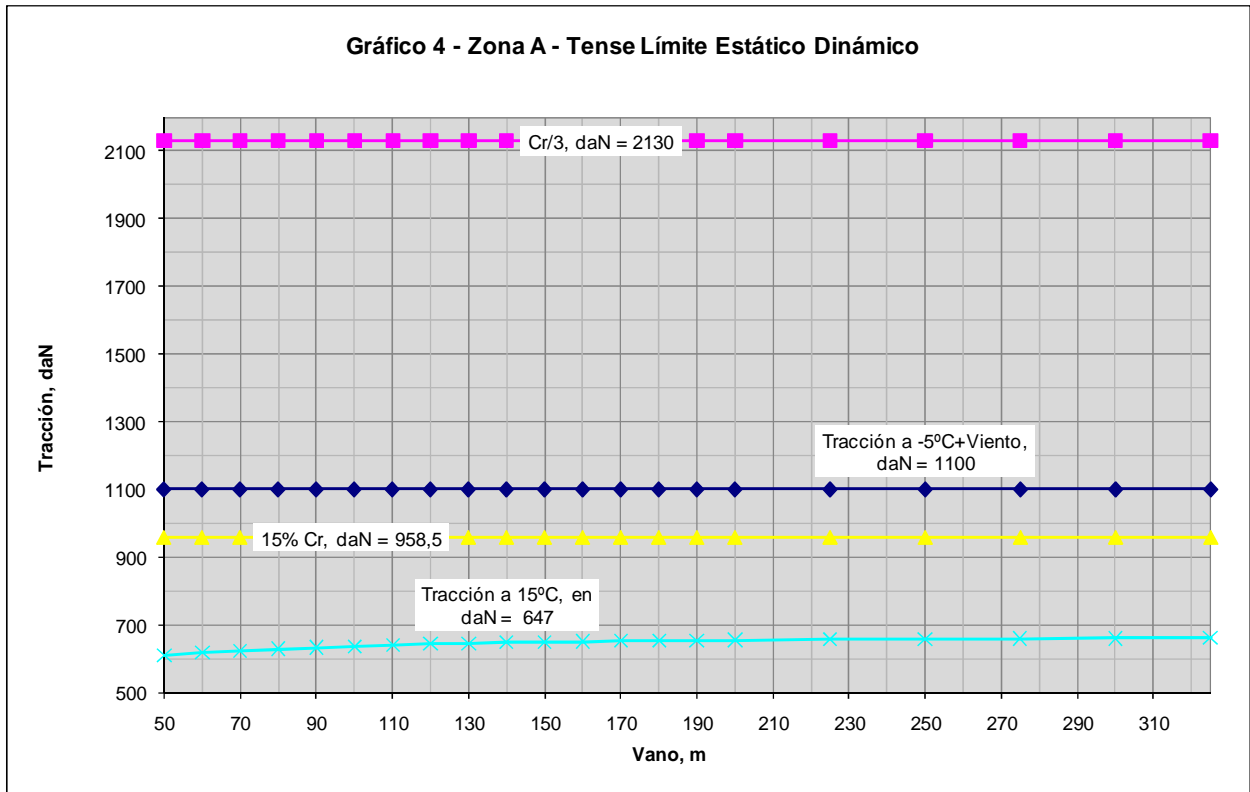
<b>ZONA C</b>					
<b>Hipótesis</b>	<b>VIENTO</b>				
Tracción Máxima	Presión (daN/m <sup>2</sup> )	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso + sobrecarga (daN/m)	Temperatura (°C)
	50	0,875	0,663	1,098	-15
Flecha máx. Viento	50	0,875	0,663	1,098	15
Flecha máx. Calma			0,663		85
<b>Hipótesis</b>	<b>HIELO</b>				
Tracción Máxima	Sobrecarga $0,36 \cdot \sqrt{d}$ (daN/m)		Peso (daN/m)	Peso + sobrecarga (daN/m)	Temperatura (°C)
1200 daN	1,506		0,663	2,169	-20
Flecha máx. Hielo	1,506		0,663	2,169	0

### Tablas de tendido

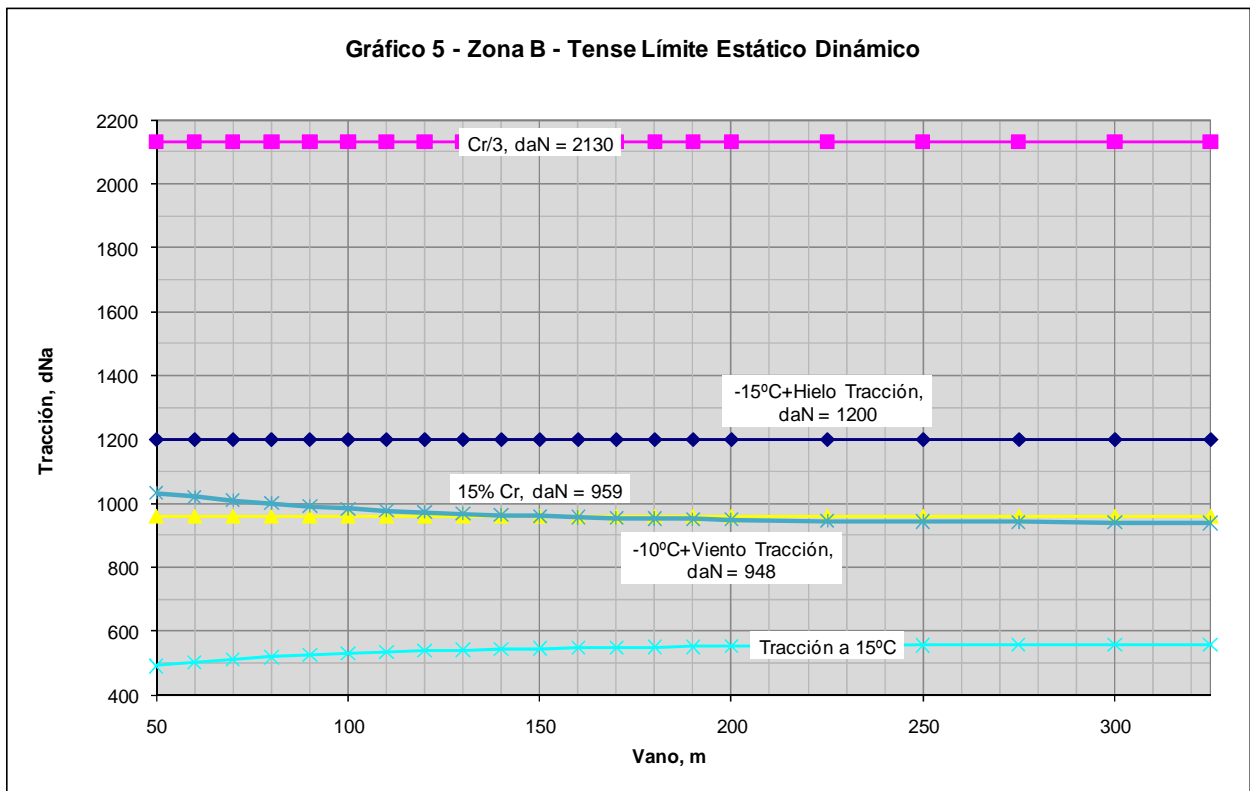
En el Anexo C se incluyen seis tablas de tendido, correspondientes a estados de tendidos diferentes, las cuales permitirán al proyectista elegir en cada caso el tense más adecuado.

Las que corresponden, a la tracción máxima, en las tres zonas de altitud A, B, C, definidas en el apartado 3.1.3 de la ITC-LAT 07, tratan de aprovechar al máximo las características de resistencia mecánica en los conductores, teniendo en cuenta las cuatro condiciones indicadas en el apartado anterior.

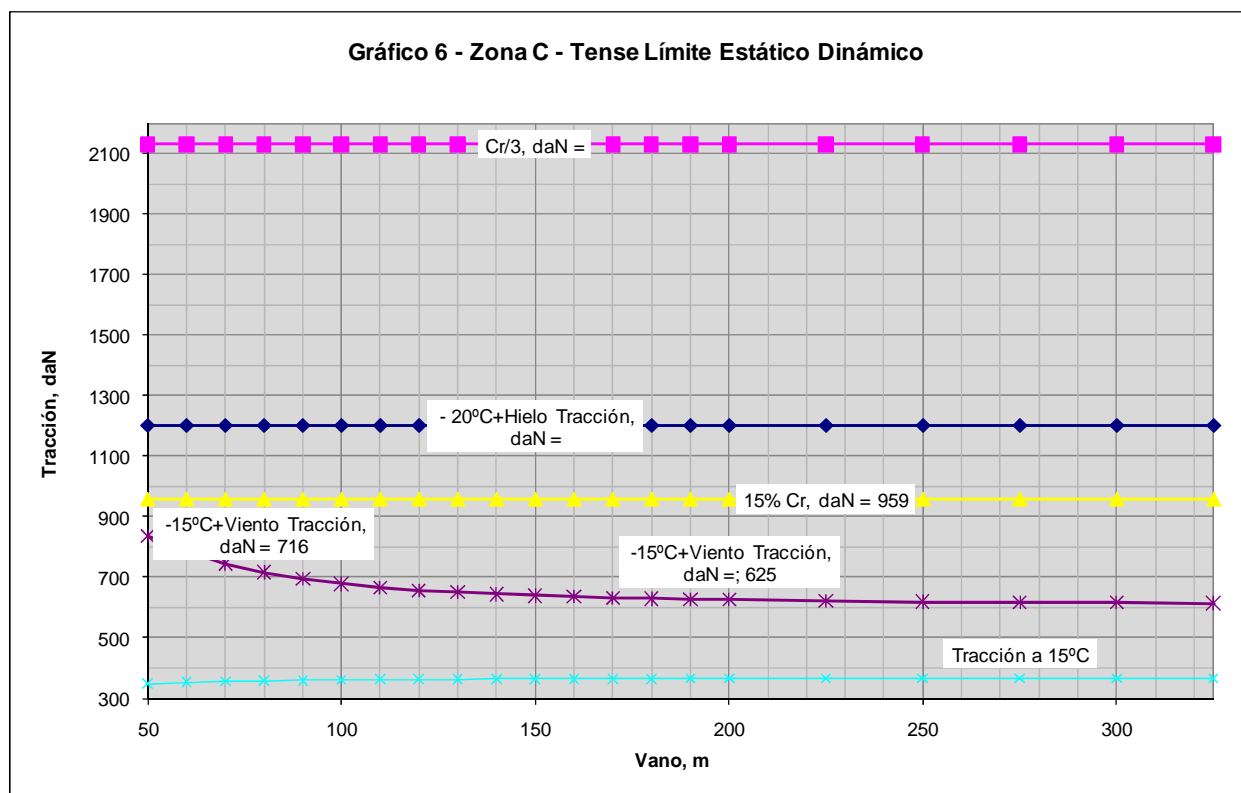
Como puede observarse en los Gráficos 4, 5 y 6, para zonas A, B y C, respectivamente, la tracción mecánica cumple suficientemente las condiciones a) y c) indicadas en el apartado anterior.



En las zonas B y C, la tracción mecánica viene limitada por la condición a), lo que puede comprobarse en los Gráficos 5 y 6.







En el caso de las tablas correspondientes a tensos reducidos las condiciones expuestas en el apartado 6.2, se cumplen sobradamente, por ello se omite representar los gráficos correspondientes.

En las tablas de tendido, véase Anexo C, la primera columna indica una serie de vanos reguladores; las columnas siguientes muestran las tracciones máximas según la hipótesis de sobrecarga reglamentaria y los coeficientes de seguridad resultantes, en función de la zona (apartados 3.1.2 y 3.1.3 de la ITC-LAT 07); en las siguientes, las flechas máximas y mínimas según las hipótesis fijadas para cada zona en el apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07, y a continuación de cada una de las flechas máximas y mínimas se dan los parámetros de catenaria que deberán utilizarse para la distribución de apoyos en el perfil longitudinal. Seguidamente se dan los valores de tracciones y flechas a aplicar en el cálculo de oscilación de cadenas de suspensión, para determinar las distancias entre conductores y a partes puestas a tierra (apartado 5.4.2 de la ITC-LAT 07), bajo una sobrecarga de presión de viento mitad a las temperaturas de  $-5^{\circ}\text{C}$ ,  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $-15^{\circ}\text{C}$  según sea en Zona A, B o C respectivamente; también se indica el porcentaje de la tracción a  $15^{\circ}\text{C}$  sin sobrecarga (apartado 3.2.2 de la ITC-LAT 07). Finalmente se dan las tablas de tendido, tracciones y flechas, para diferentes temperaturas a aplicar en el tendido de los conductores.

En las tablas del cálculo del conductor, anteriormente indicadas, también está incluida la tabla de tendido, en las que vienen representadas para diferentes longitudes de vano regulador  $a_r$ , las tracciones en daN y flechas de regulado en m para las temperaturas de  $5^{\circ}\text{C}$ ,  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $15^{\circ}\text{C}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $25^{\circ}\text{C}$ ,  $30^{\circ}\text{C}$ ,  $35^{\circ}\text{C}$  y  $40^{\circ}\text{C}$ . Para la obtención de estas tracciones y flechas, se ha considerado una fluencia del conductor de  $15^{\circ}\text{C}$ , esto significa que al conductor en la operación de tendido se le dará la tracción o la flecha correspondiente a una temperatura menor en  $15^{\circ}\text{C}$  a la temperatura ambiente. Normalmente con el paso de 24 horas el conductor sometido a la tracción correspondiente a  $15^{\circ}\text{C}$  menos en el momento del tendido, adopta los valores correctos.

### 6.2.1 Determinación de la tracción de los conductores

Para la obtención de los valores de las tablas de tendido, mencionadas anteriormente, se ha utilizado de la ecuación de cambio de condiciones, cuya expresión es:

$$L_0 - L_1 = L_1 \cdot \left[ \frac{T_0 - T_1}{E \cdot S} + \alpha \cdot (\theta_0 - \theta_1) \right]$$

Siendo:

- $L_0$  = Longitud en m de conductor en un vano, bajo unas condiciones iniciales de tracción  $T_0$ , peso más sobrecarga  $P_0$  y temperatura  $\theta_0^\circ\text{C}$
- $L_1$  = Longitud en m de conductor en un vano, bajo unas condiciones de tracción  $T_1$ , peso más sobrecarga  $P_1$  y temperatura  $\theta_1^\circ\text{C}$
- $E$  = Módulo de elasticidad del conductor en daN/mm<sup>2</sup>
- $\alpha$  = Coeficiente de dilatación lineal del conductor /°C
- $S$  = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>

### 6.2.2 Determinación de la flecha de los conductores

Una vez determinado el valor de  $T_1$ , el valor de la flecha se obtiene por la expresión:

$$F_1 = h_1 \cdot \left[ \cosh\left(\frac{a}{2 \cdot h_1}\right) - 1 \right]$$

- Siendo:
- $h_1$  = Parámetro de la catenaria =  $T_1/P_1$
  - $P_1$  = Peso aparente del conductor (peso propio + sobrecarga)
  - $a$  = Longitud en m del vano

### 6.2.3 Plantillas de replanteo

Para el dibujo de la catenaria se empleará la expresión:

$$F = h \cdot \left[ \cosh\left(\frac{x}{h}\right) - 1 \right]$$

siendo  $x$  el valor del semivano.

### 6.2.4 Vano de regulación

El vano ideal de regulación, correspondiente al conjunto de vanos limitado por dos apoyos con cadenas de amarre (cantón), viene dado por:

$$a_r = \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum a_i}}$$

- Siendo:
- $a_r$  = Vano ideal de regulación ideal en metros
  - $a_i$  = Longitud de cada uno de los vanos con aislamiento suspendido comprendidos entre dos apoyos de amarre, en metros

NOTA: El empleo de catenaria de un parámetro determinado implica conocer que si se emplea como flecha máxima para vanos superiores al de regulación, la flecha real siempre es menor a la que nos da la catenaria adoptada, y si se emplea como flecha mínima para vanos inferiores al de regulación, la flecha real siempre es menor a la que nos da la catenaria adoptada.

La flecha,  $f_i$ , correspondiente a cada uno de los vanos,  $a_i$ , pertenecientes al vano de regulación  $a_r$ , se puede determinar a partir de la flecha obtenida para el vano de regulación,  $f_r$ , mediante la expresión:

$$f_i = f_r \cdot \left( \frac{a_i}{a_r} \right)^2$$

## 7 NIVEL DE AISLAMIENTO Y FORMACIÓN DE CADENAS

En este capítulo se especifican los niveles de aislamiento mínimo correspondientes a la tensión más elevada de la línea, 36 kV, así como los elementos que integran las cadenas de aisladores del presente Proyecto Tipo.

Se establecen dos niveles (Nivel II – Medio y Nivel IV – Muy fuerte) en lo que afecta a la contaminación del entorno en que han de instalarse los aisladores.

Con los aisladores seleccionados en el presente proyecto, se cumplen en ambos casos con los niveles de aislamiento exigidos en la tabla 12 de la ITC-LAT 07, de 70 kV y 170 kV, correspondientes a la tensión soportada de corta duración a frecuencia industrial y tensión soportada a impulsos tipo rayo, respectivamente.

En la tabla 14 de la ITC-LAT 07, se indican niveles de contaminación, ejemplos de entornos típicos y líneas de fuga mínimas recomendadas. Los valores de las líneas de fuga están indicados para aisladores de vidrio. En el presente Proyecto Tipo, por tratarse de aisladores compuestos, cuyas características cumplen la Norma UNE-EN 62217, para la selección de su línea de fuga se tomará como referencia las especificaciones establecidas en el documento NI 48.08.01.

### NIVEL II - Medio

- Zonas con industrias que no produzcan humos especialmente contaminantes y/o con una densidad media de viviendas equipadas con calefacción.
- Zonas con elevada densidad de viviendas y/o de industrias pero sujetas a vientos frecuentes y/o lluvias.
- Zonas expuestas a vientos desde el mar, pero no muy próximas a la costa cercanas al mar, pero alejadas algunos kilómetros de la costa (al menos distantes bastantes kilómetros). (Las distancias desde la costa marina dependen de la topografía costera y de las extremas condiciones del viento).

Los entornos típicos especificados en la ITC-LAT 07, para un nivel de contaminación I, serán considerados como nivel II.

**NIVEL IV - Muy Fuerte**

- Zonas generalmente de extensión moderada, sometidas a polvos conductores y a humo industrial que producen depósitos conductores particularmente espesos.
- Zonas generalmente de extensión moderada, muy próximas a la costa y expuestas a pulverización salina o a vientos las nieblas o a vientos muy fuertes y contaminantes provenientes del mar.
- Zonas desérticas caracterizadas por no tener lluvia durante largos periodos, expuestos a fuertes vientos que transportan arena y sal, y sometidas a una condensación regular.

Los entornos típicos especificados en la ITC-LAT 07, para un nivel de contaminación III, serán considerados como nivel IV.

**7.1 Niveles de aislamiento, para zonas de nivel de polución medio (II)**

Para los aisladores compuestos se tomará como referencia el documento NI 48.08.01. Las características son:

	<u>Aislador compuesto U70 AB 30</u>	
Material		Compuesto
Carga de rotura		7.000 daN
Longitud total		480 mm
Masa aproximada		2,0 kg
Línea de fuga		720 mm
Tensión de contorno bajo lluvia a 50 Hz durante un minuto		95 kV eficaces
Tensión a impulso tipo rayo, valor cresta		215 kV

**7.2 Niveles de aislamiento, para zonas de nivel de polución muy fuerte (IV)**

Para los aisladores compuestos se tomará como referencia el documento NI 48.08.01. Las características son:

	<u>Aislador compuesto U70 AB 30 P</u>	
Material		Compuesto
Carga de rotura		7.000 daN
Longitud total		480 mm
Masa aproximada		2,5 kg.
Línea de fuga		1120 mm
Tensión de contorno bajo lluvia a 50 Hz durante un minuto		95 kV eficaces
Tensión a impulso tipo rayo, valor cresta		215 kV

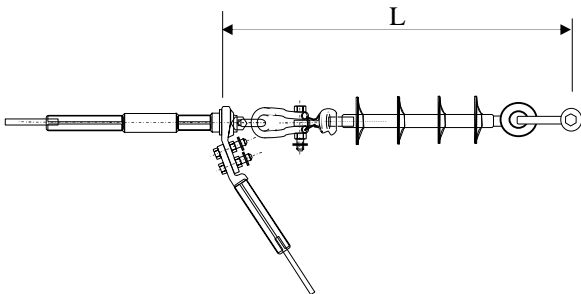
### 7.3 Formación de cadenas

De acuerdo con el MT 2.23.15 en las figuras 1 y 2 se indican la formación de cadenas.



NIVEL DE POLUCIÓN MEDIO (II)		NIVEL DE POLUCIÓN MUY FUERTE (IV)	
<b>Suspensión normal y reforzada</b>			
Und	Denominación	Und	Denominación
1	Grillete recto GN 16	1	Grillete recto GN 16
1	Aislador compuesto U70 AB 30	1	Aislador compuesto U70 AB 30 P
1	Alojamiento de rótula R16/17	1	Alojamiento de rótula R16/17
1	Grapa de suspensión armada GSA 180	1	Grapa de suspensión armada GSA 180
$L \approx 680 \text{ mm}$			

Figura 1. Cadena de suspensión normal y reforzada, para niveles de polución II y IV



NIVEL DE POLUCIÓN MEDIO (II)	
<b>Amarre</b>	
Und	Denominación
2	Grillete recto GN 16
1	Aislador compuesto U70 AB 30
1	Alojamiento de rótula R16/17P
1	Grapa de amarre a compresión GAC-LA 180
$L = 800 \text{ mm}$	
NIVEL DE POLUCIÓN MUY FUERTE (IV)	
<b>Amarre</b>	
Und	Denominación
2	Grillete recto GN 16
1	Aislador compuesto U70 AB 30 P
1	Alojamiento de rótula R16/17P
1	Grapa de amarre a compresión GAC-LA 180
$L = 800 \text{ mm}$	

Figura 2. Cadena de amarre, para niveles de polución II y IV

#### 7.3.1 Cartela para cadenas verticales

Las distancias indicadas en el apartado 8.3, deberán incrementarse al objeto de permitir una inclinación de cadenas de  $60^\circ$  y superar con ello la distancia mínima a partes puestas a tierra (Del).

En la figura 3, se indican las dimensiones de la cartela para cadenas de suspensión.

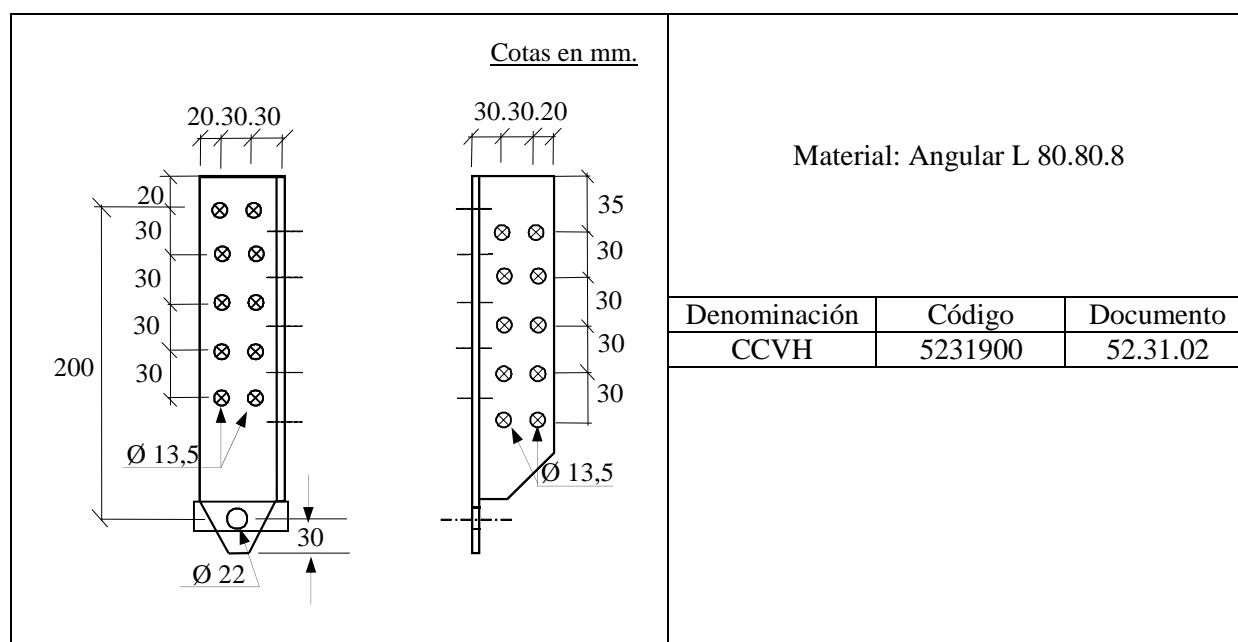


Figura 3. Cartela para cadenas verticales

## 8 DISTANCIAS DE SEGURIDAD

De acuerdo con la ITC-LAT 07, las separaciones entre conductores, entre éstos y los apoyos, así como las distancias respecto al terreno y obstáculos a tener en cuenta en este proyecto, son las que se indican en los apartados siguientes.

### 8.1 Distancia de los conductores al terreno

De acuerdo con el apartado 5.5 de la ITC-LAT 07, la mínima distancia de los conductores en su posición de máxima flecha, a cualquier punto del terreno, es:

$$D_{\text{add}} + D_{\text{el}} = 5,3 + D_{\text{el}} = 5,3 + 0,35 = 5,65 \text{ metros}$$

Siendo  $D_{\text{el}}$ , la distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, correspondiente a la tensión más elevada de la red de 36 kV, de valor 0,35 m.

Si bien en la ITC-LAT 07, se indica con un mínimo de 6 m, i-DE establece un mínimo de 7 m, lo cual implica estar del lado de la seguridad.

### 8.2 Distancias entre conductores.

De acuerdo con el apartado 5.4.1 de la ITC-LAT 07, la separación mínima entre conductores viene dada por la fórmula:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp} \quad \text{metros}$$

Siendo:

$L$  = Longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de aislamiento de amarre  
 $L = 0$

$D$  = Separación entre conductores en metros

$K$  = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla 16 de ITC-LAT 07. En este caso al ser el ángulo de oscilación de  $52^{\circ} 50'$  el valor de  $K$  es de 0,6

$F$  = Flecha máxima en metros

$K'$  = Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea, en este caso,  
 $K' = 0,75$  m

$D_{pp}$  = Distancia mínima aérea especificada, para evitar una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Según tabla 15 de ITC-LAT 07:  $D_{pp} = 0,40$  m

El valor de la tangente del ángulo de oscilación de los conductores viene dado por el cociente entre la sobrecarga de viento y el peso propio del conductor.

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{q \cdot \phi}{P} = 1,319 \quad \alpha = 52^{\circ} 50'$$

Siendo:

$q$  = Presión del viento provocada por un viento de 120 km/h, sobre conductores de diámetro mayor de 16 mm. = 50 daN/m<sup>2</sup>

$\phi$  = Diámetro del conductor = 0,0175 m

$P$  = Peso del conductor = 0,663 daN/m

El valor de la flecha, despejada de la expresión anterior, es:

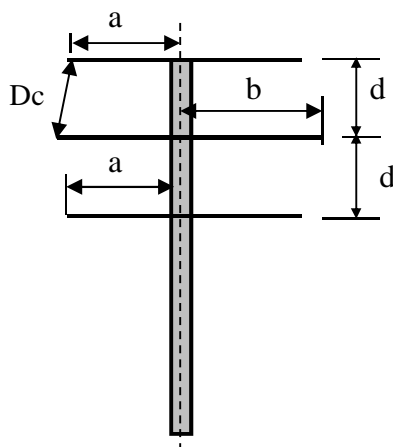
$$F = \left[ \frac{D - k' \cdot D_{pp}}{K} \right]^2 - L \quad \text{metros}$$

La longitud en metros de las cadenas de suspensión es variable y depende de la formación de las mismas. En el cuadro siguiente, se indican las longitudes aproximadas de cada una de ellas.

Longitudes de las cadenas en suspensión

Nivel de contaminación	Tipo de Aislamiento Compuesto	
	Suspensión normal (mm)	Suspensión protegida (mm)
II y IV	680	680

A efecto del presente proyecto y dado que las longitudes indicadas son aproximadas se tomará el valor de  $L= 730$  mm, lo cual implica estar siempre del lado de la seguridad, en lo que se refiere al vano máximo por separación de conductores y a distancias a partes puestas a tierra.



En apoyos con cadenas de suspensión o amarre y de acuerdo a lo indicado en el apartado 6.4, las crucetas a emplear en este Proyecto Tipo, serán para las fases superiores e inferiores, las RC-12,5 y para las fases centrales las RC-15, pudiéndose tomar como referencia para los mismos el documento informativo NI 52.31.02, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista, con distanciamientos verticales de 1,80 o 2,40 m. No obstante para vanos excepcionales se contempla también distancia vertical de 3,00 m. Con estos armados, tanto para aislamiento suspendido o de amarre, las distancias mínimas entre conductores, se indican en la tabla siguiente.

a (m)	b (m)	d (m)	Distancia entre conductores, $D_c$ (m)
1,25	1,5	1,80	1,817
1,25	1,5	2,40	2,413
1,25	1,5	3,00	2,500
1,5	1,5	3,00	3,000

Con aislamiento suspendido, las flechas máximas para las distancias indicadas entre conductores, son:

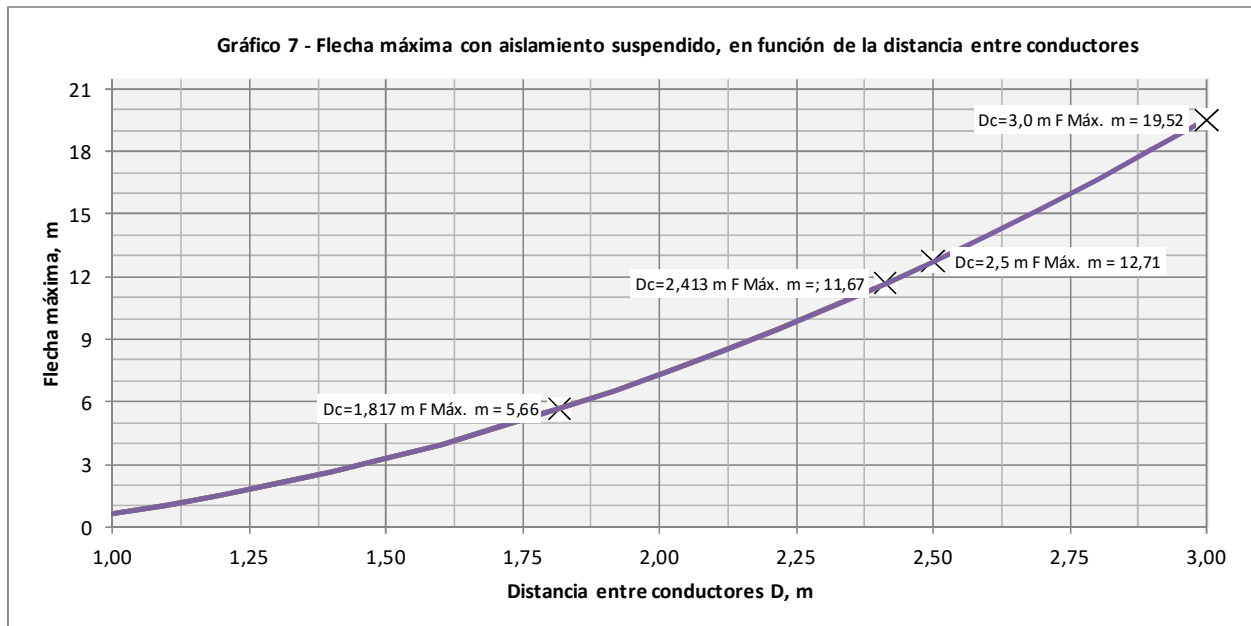
$D_c$ (m)	1,817	2,413	2,500(*)	3,000(**)
U (kV)	30	30	30	30
Aislamiento suspendido (m)	5,665	11,672	12,714	19,520
Aislamiento amarre (m)	6,395	12,402	13,444	20,250

(\*) Con crucetas de valor de  $a = 1,25$  m, aunque la distancia vertical entre crucetas sea superior a 2,50 m, la distancia máxima entre conductores a aplicar será de 2,50 m.

(\*\*) Armado especial. Aplicable cuando la cota  $a$ , de la cruceta de menor longitud, sea de 1,50 m o mayor.



En el gráfico 7, se dan las flechas máximas en función de la distancia entre conductores con aislamiento suspendido.



Los valores de la distancia horizontal entre conductores en apoyos de ángulo se reducen en función del valor de este, pasando a valer:

$$Dh = 2 \cdot a \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \quad (\text{siendo } \alpha, \text{ el valor del ángulo de desviación de la traza}).$$

Al permanecer constante la distancia vertical (d) entre crucetas, el valor de la distancia entre conductores para el cálculo de la flecha máxima será el menor de los valores siguientes:

$$\text{Si } \sqrt{\left[ (b-a)^2 \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2} + d^2 \right]} > 2 \cdot a \cdot \cos \frac{\alpha}{2}; \quad D' = 2 \cdot a \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$\text{Si } \sqrt{\left[ (b-a)^2 \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2} + d^2 \right]} < 2 \cdot a \cdot \cos \frac{\alpha}{2}; \quad D' = \sqrt{\left[ (b-a)^2 \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2} + d^2 \right]}$$

El valor de la flecha para apoyos de ángulo con aislamiento de amarre, pasa a ser:

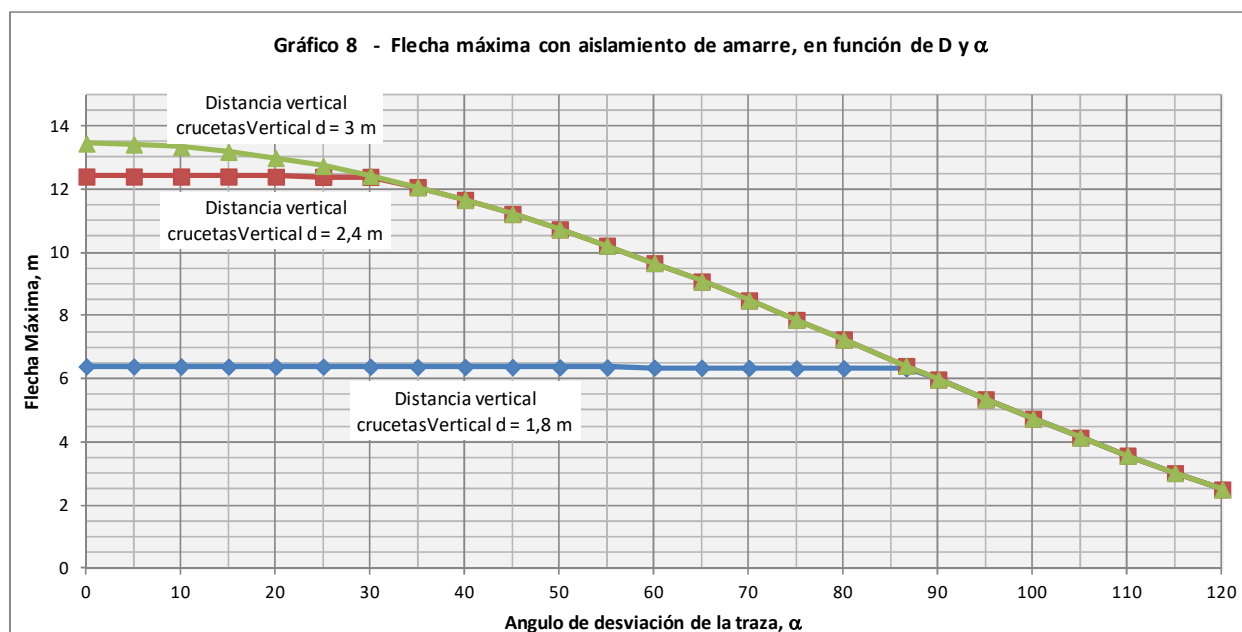
$$F = \left[ \frac{D' - k' \cdot D_{pp}}{K} \right]^2 \quad \text{metros}$$

Para distintos valores de  $\alpha$ , se obtiene:

**Tabla de flechas máximas para diferentes separaciones entre conductores (D),  
Ángulo de desviación de la traza ( $\alpha$ ), para vanos con cadenas de amare (L=0)**

Ángulo de desviación $\alpha$ , en °	d (m) = 1,80		d (m) = 2,40		d (m) = 3,00	
	D' (m)	F. máx (m)	D' (m)	F. máx (m)	D' (m)	F. máx (m)
0	1,817	6,395	2,413	12,402	2,500	13,444
5	1,817	6,395	2,413	12,402	2,498	13,415
10	1,817	6,394	2,413	12,401	2,490	13,328
15	1,817	6,392	2,413	12,399	2,479	13,184
20	1,817	6,390	2,413	12,397	2,462	12,984
25	1,816	6,388	2,412	12,395	2,441	12,730
30	1,816	6,385	2,412	12,392	2,415	12,423
35	1,816	6,382	2,384	12,067	2,384	12,067
40	1,815	6,378	2,349	11,665	2,349	11,665
45	1,815	6,374	2,310	11,219	2,310	11,219
50	1,814	6,369	2,266	10,734	2,266	10,734
55	1,814	6,364	2,218	10,214	2,218	10,214
60	1,813	6,359	2,165	9,662	2,165	9,662
65	1,812	6,353	2,108	9,085	2,108	9,085
70	1,812	6,347	2,048	8,486	2,048	8,486
75	1,811	6,341	1,983	7,872	1,983	7,872
80	1,810	6,335	1,915	7,246	1,915	7,246
85	1,809	6,329	1,843	6,615	1,843	6,615
90	1,768	5,984	1,768	5,984	1,768	5,984
95	1,689	5,359	1,689	5,359	1,689	5,359
100	1,607	4,745	1,607	4,745	1,607	4,745
105	1,522	4,147	1,522	4,147	1,522	4,147
110	1,434	3,572	1,434	3,572	1,434	3,572
115	1,343	3,023	1,343	3,023	1,343	3,023
120	1,250	2,507	1,250	2,507	1,250	2,507

En el Gráfico 8, se dan las flechas máximas en función de la distancia vertical entre conductores “d”, de 1,80 m, 2,40 m y 3,00 m, respectivamente, y cotas “a y b” de las crucetas de 1,25 y 1,50 m, respectivamente.



Conocidos los valores de  $F_{Máx.}$  y  $h$ , el valor de  $L_{Máx.}$ , será aquel que haga cero la ecuación siguiente:

$$F_{Máx} - h \left[ \cosh \left( \frac{L_{Máx}}{2.h} \right) - 1 \right] = 0$$

Esta fórmula da lugar a familias de valores según sea el vano de regulación y, en los apoyos de ángulo, según sea el valor del ángulo.

La aplicación de la fórmula puede resultar complicada por ello puede emplearse la expresión aproximada de:

$$L_{Máx} = \sqrt{8.h.F_{Máx}} \quad \text{m}$$

Siendo:

- $h$  = Parámetro de la catenaria =  $T/P$
- $L_{Máx}$  = Vano máximo (m)
- $T$  = Tense correspondiente al vano de regulación en la condición de máxima flecha (daN).
- $F_{Máx}$  = Flecha máxima (m)
- $P$  = Peso del conductor con la sobrecarga correspondiente a la condición seleccionada para  $T$  (daN/m).

### 8.2.1 Vanos máximos por separación entre conductores, con aislamiento suspendido

Dependiendo del armado (tipo y disposición de las crucetas), del ángulo de desviación de la traza y del vano de regulación, los vanos máximos por separación de conductores se indican en las tablas siguientes.

Vano máximo admisible por separación entre conductores en m, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas verticalmente 1,80 m												
Angulo desviación traza, °	Tense Límite Estático Dinámico - Zona A						Tense Reducido - Zona A					
	D (m)	Flecha Máxima (m)	Vano Regulación (m)					Vano Regulación (m)				
			120	140	160	180	200	100	120	140	160	180
			Parámetro flecha máxima (m)					Parámetro flecha máxima (m)				
			592	646	692	731	764	437	481	515	543	564
0	1,817	5,665	163,6	171,0	177,0	181,9	186,0	140,6	147,5	152,7	156,7	159,8
1	1,817	5,664	163,6	171,0	177,0	181,9	185,9	140,6	147,5	152,7	156,7	159,8
2	1,817	5,662	163,6	171,0	177,0	181,9	185,9	140,6	147,5	152,7	156,7	159,8
3	1,817	5,660	163,5	170,9	176,9	181,8	185,9	140,5	147,4	152,6	156,6	159,7
4	1,816	5,655	163,5	170,9	176,9	181,8	185,8	140,5	147,4	152,6	156,6	159,7

Vano máximo admisible por separación entre conductores en m, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas verticalmente 2,40 m												
Angulo desviación traza, °	Tense Límite Estático Dinámico - Zona A						Tense Reducido - Zona A					
	D (m)	Flecha Máxima (m)	Vano Regulación, m					Vano Regulación, m				
			160	180	220	260	300	160	180	200	220	240
			Parámetro flecha máxima (m)					Parámetro flecha máxima(m)				
			692	731	792	836	868	543	564	596	607	617
0	2,413	11,672	234,7	245,3	253,9	260,9	266,7	224,7	229,2	232,7	235,5	237,7
1	2,413	11,671	234,6	245,3	253,9	260,9	266,7	224,7	229,1	232,7	235,5	237,7
2	2,413	11,668	234,6	245,3	253,9	260,9	266,7	224,7	229,1	232,6	235,4	237,7
3	2,412	11,662	234,6	245,2	253,8	260,8	266,6	224,6	229,1	232,6	235,4	237,6
4	2,412	11,655	234,5	245,1	253,7	260,8	266,5	224,5	229,0	232,5	235,3	237,6

<b>Vano máximo admisible por separación entre conductores en m, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas verticalmente 3,00 m</b>												
Angulo desviación traza, °	<b>Tense Límite Estático Dinámico - Zona A</b>						<b>Tense Reducido - Zona A</b>					
	D (*) (m)	Flecha Máxima (m)	Vano Regulación, m				Vano Regulación (m)					
			160	180	220	260	300	160	180	200	220	240
			Parámetro flecha máxima (m)				Parámetro flecha máxima (m)					
		692	731	792	836	868	543	564	582	596	607	
0	2,500	12,714	265,0	272,3	283,4	291,2	296,7	234,5	239,1	242,8	245,7	248,1
1	2,500	12,713	265,0	272,3	283,4	291,1	296,7	234,5	239,1	242,8	245,7	248,1
2	2,500	12,710	264,9	272,3	283,3	291,1	296,7	234,4	239,1	242,8	245,7	248,0
3	2,499	12,704	264,9	272,2	283,3	291,0	296,6	234,4	239,0	242,7	245,6	248,0
4	2,498	12,696	264,8	272,1	283,2	290,9	296,5	234,3	239,0	242,6	245,5	247,9

(\*) En este tipo de armados la distancia vertical, permanece constante independientemente del valor del ángulo de desviación de la traza, por ello se ha tomado el menor valor entre la distancia vertical y la separación que da la cruceta de menor longitud.

<b>Vano máximo admisible por separación entre conductores en m, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas verticalmente 1,80 m</b>												
Angulo desviación traza, °	<b>Tense Límite Estático Dinámico - Zona B</b>						<b>Tense Reducido - Zona B</b>					
	D (m)	Flecha Máxima (m)	Vano Regulación (m)					Vano Regulación (m)				
			120	140	160	180	200	100	120	140	160	180
			Parámetro flecha máxima (m)					Parámetro flecha máxima (m)				
		542	588	625	656	681	392	426	452	472	487	
0	1,817	5,665	156,7	163,1	168,2	172,3	175,6	133,1	138,8	143,0	146,1	148,5
1	1,817	5,664	156,6	163,1	168,2	172,3	175,6	133,1	138,8	143,0	146,1	148,4
2	1,817	5,662	156,6	163,1	168,2	172,3	175,6	133,0	138,8	142,9	146,1	148,4
3	1,817	5,660	156,6	163,0	168,1	172,2	175,5	133,0	138,7	142,9	146,0	148,4
4	1,816	5,655	156,5	163,0	168,1	172,2	175,5	133,0	138,7	142,9	146,0	148,3

<b>Vano máximo admisible por separación entre conductores en m, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas verticalmente 2,40 m</b>												
Angulo desviación traza, °	<b>Tense Límite Estático Dinámico - Zona B</b>						<b>Tense Reducido - Zona B</b>					
	D (m)	Flecha Máxima (m)	Vano Regulación (m)					Vano Regulación (m)				
			160	180	220	260	300	160	180	200	220	240
			Parámetro flecha máxima (m)					Parámetro flecha máxima (m)				
		625	656	703	735	758	472	487	499	509	517	
0	2,413	11,672	224,7	233,9	241,3	247,2	251,9	209,5	212,9	215,5	217,6	219,2
1	2,413	11,671	224,6	233,9	241,3	247,1	251,9	209,5	212,9	215,5	217,6	219,2
2	2,413	11,668	224,6	233,9	241,2	247,1	251,9	209,4	212,8	215,5	217,5	219,2
3	2,412	11,662	224,6	233,8	241,2	247,1	251,8	209,4	212,8	215,4	217,5	219,1
4	2,412	11,655	224,5	233,8	241,1	247,0	251,7	209,3	212,7	215,4	217,4	219,1

<b>Vano máximo admisible por separación entre conductores en m, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas verticalmente 3,00 m</b>												
Angulo desviación traza, °	<b>Tense Límite Estático Dinámico - Zona B</b>						<b>Tense Reducido - Zona B</b>					
	D (*) (m)	Flecha Máxima (m)	Vano Regulación (m)					Vano Regulación (m)				
			160	180	220	260	300	160	180	200	220	240
			Parámetro flecha máxima (m)					Parámetro flecha máxima (m)				
		625	656	703	735	758	472	487	499	509	517	
0	2,500	12,714	251,8	257,9	266,9	273,0	277,3	218,6	222,1	224,9	227,0	228,8
1	2,500	12,713	251,8	257,9	266,9	273,0	277,3	218,6	222,1	224,9	227,0	228,8
2	2,500	12,710	251,7	257,9	266,9	273,0	277,2	218,5	222,1	224,8	227,0	228,7
3	2,499	12,704	251,7	257,8	266,8	272,9	277,2	218,5	222,1	224,8	227,0	228,7
4	2,498	12,696	251,6	257,7	266,7	272,8	277,1	218,4	222,0	224,7	226,9	228,6

(\*) En este tipo de armados la distancia vertical, permanece constante independientemente del valor del ángulo de desviación de la traza, por ello se ha tomado el menor valor entre la distancia vertical y la separación que da la cruceta de menor longitud.

Vano máximo admisible por separación entre conductores en m, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas verticalmente 1,80 m												
Angulo desviación traza, °	Tense Límite Estático Dinámico - Zona C						Tense Reducido - Zona C					
	D (m)	Flecha Máxima (m)	Vano Regulación (m)					Vano Regulación (m)				
			120	140	160	180	200	100	120	140	160	180
			Parámetro flecha máxima (m)					Parámetro flecha máxima (m)				
			433	456	474	488	498	303	319	330	338	344
0	1,817	5,665	139,9	143,7	146,4	148,5	150,1	117,1	120,1	122,2	123,6	124,7
1	1,817	5,664	139,9	143,6	146,4	148,5	150,1	117,1	120,1	122,2	123,6	124,7
2	1,817	5,662	139,9	143,6	146,4	148,5	150,1	117,1	120,1	122,2	123,6	124,7
3	1,817	5,660	139,8	143,6	146,3	148,4	150,0	117,0	120,1	122,1	123,6	124,6
4	1,816	5,655	139,8	143,5	146,3	148,4	150,0	117,0	120,0	122,1	123,5	124,6

Vano máximo admisible por separación entre conductores en m, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas verticalmente 2,40 m												
Angulo desviación traza, °	Tense Límite Estático Dinámico - Zona C						Tense Reducido - Zona C					
	D (m)	Flecha Máxima (m)	Vano Regulación (m)					Vano Regulación (m)				
			160	180	220	260	300	160	180	200	220	240
			Parámetro flecha máxima (m)					Parámetro flecha máxima (m)				
			474	488	506	518	526	338	344	348	352	354
0	2,413	11,672	200,6	206,0	209,9	212,9	215,2	177,2	178,7	179,8	180,7	181,4
1	2,413	11,671	200,6	206,0	209,9	212,9	215,2	177,2	178,7	179,8	180,7	181,3
2	2,413	11,668	200,5	205,9	209,9	212,9	215,2	177,2	178,7	179,8	180,7	181,3
3	2,412	11,662	200,5	205,9	209,9	212,8	215,1	177,1	178,6	179,8	180,6	181,3
4	2,412	11,655	200,4	205,8	209,8	212,8	215,1	177,1	178,6	179,7	180,6	181,2

Vano máximo admisible por separación entre conductores en m, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas verticalmente 3,00 m												
Angulo desviación traza, °	Tense Límite Estático Dinámico - Zona C						Tense Reducido - Zona C					
	D (*) (m)	Flecha Máxima (m)	Vano Regulación (m)					Vano Regulación (m)				
			160	180	220	260	300	160	180	200	220	240
			Parámetro flecha máxima (m)					Parámetro flecha máxima (m)				
			474	488	506	518	526	338	344	348	352	354
0	2,500	12,714	219,1	222,2	226,5	229,1	230,9	184,9	186,5	187,7	188,5	189,2
1	2,500	12,713	219,1	222,2	226,4	229,1	230,9	184,9	186,5	187,6	188,5	189,2
2	2,500	12,710	219,0	222,2	226,4	229,1	230,8	184,9	186,5	187,6	188,5	189,2
3	2,499	12,704	219,0	222,1	226,4	229,0	230,8	184,8	186,4	187,6	188,5	189,2
4	2,498	12,696	218,9	222,0	226,3	229,0	230,7	184,8	186,4	187,5	188,4	189,1

(\*) En este tipo de armados la distancia vertical, permanece constante independientemente del valor del ángulo de desviación de la traza, por ello se ha tomado el menor valor entre la distancia vertical y la separación que da la cruceta de menor longitud.

## 8.2.2 Vanos máximos por separación entre conductores, con aislamiento de amarre

Vano máximo admisible por separación entre conductores en m, con aislamiento de amarre y crucetas distanciadas verticalmente 1,80 m (*)												
Angulo desviación traza, °	Tense Límite Estático Dinámico - Zona A						Tense Reducido - Zona A					
	D (m)	Flecha Máxima (m)	Vano Regulación (m)					Vano Regulación (m)				
			120	140	160	180	200	100	120	140	160	180
			Parámetro flecha máxima (m)					Parámetro flecha máxima (m)				
		592	646	692	731	764	437	481	515	543	564	
0	1,817	6,395	173,8	181,7	188,1	193,3	197,6	149,4	156,7	162,2	166,5	169,8
4	1,817	6,395	173,8	181,7	188,1	193,3	197,5	149,4	156,7	162,2	166,5	169,7
8	1,817	6,394	173,8	181,7	188,0	193,3	197,5	149,4	156,7	162,2	166,4	169,7
12	1,817	6,393	173,8	181,7	188,0	193,2	197,5	149,4	156,7	162,2	166,4	169,7
16	1,817	6,392	173,8	181,6	188,0	193,2	197,5	149,3	156,7	162,2	166,4	169,7
20	1,817	6,390	173,8	181,6	188,0	193,2	197,5	149,3	156,6	162,2	166,4	169,7
24	1,817	6,389	173,7	181,6	188,0	193,2	197,5	149,3	156,6	162,1	166,4	169,7
28	1,816	6,386	173,7	181,6	187,9	193,1	197,4	149,3	156,6	162,1	166,3	169,6
32	1,816	6,384	173,7	181,5	187,9	193,1	197,4	149,2	156,6	162,1	166,3	169,6
36	1,816	6,381	173,6	181,5	187,9	193,1	197,3	149,2	156,5	162,0	166,3	169,6
40	1,815	6,378	173,6	181,4	187,8	193,0	197,3	149,2	156,5	162,0	166,2	169,5
44	1,815	6,374	173,5	181,4	187,8	193,0	197,2	149,1	156,4	162,0	166,2	169,5
48	1,814	6,371	173,5	181,3	187,7	192,9	197,2	149,1	156,4	161,9	166,1	169,4
52	1,814	6,367	173,4	181,3	187,6	192,8	197,1	149,0	156,4	161,9	166,1	169,4
56	1,813	6,363	173,4	181,2	187,6	192,8	197,1	149,0	156,3	161,8	166,0	169,3
60	1,813	6,359	173,3	181,2	187,5	192,7	197,0	148,9	156,3	161,8	166,0	169,3
64	1,812	6,354	173,3	181,1	187,5	192,6	196,9	148,9	156,2	161,7	165,9	169,2
68	1,812	6,350	173,2	181,0	187,4	192,6	196,9	148,8	156,1	161,6	165,9	169,1
72	1,811	6,345	173,1	181,0	187,3	192,5	196,8	148,8	156,1	161,6	165,8	169,1
76	1,811	6,340	173,1	180,9	187,2	192,4	196,7	148,7	156,0	161,5	165,7	169,0
80	1,810	6,335	173,0	180,8	187,2	192,4	196,6	148,7	156,0	161,5	165,7	169,0
84	1,810	6,330	172,9	180,8	187,1	192,3	196,5	148,6	155,9	161,4	165,6	168,9
88	1,798	6,236	171,7	179,4	185,7	190,9	195,1	147,5	154,7	160,2	164,4	167,6
92	1,737	5,733	164,6	172,0	178,1	183,0	187,1	141,5	148,4	153,6	157,6	160,7
96	1,673	5,235	157,3	164,4	170,2	174,9	178,8	135,2	141,8	146,8	150,6	153,6
100	1,607	4,745	149,8	156,5	162,0	166,5	170,2	128,7	135,0	139,8	143,4	146,3
104	1,539	4,265	142,0	148,4	153,6	157,9	161,4	122,0	128,0	132,5	136,0	138,7
108	1,469	3,799	134,0	140,1	145,0	149,0	152,3	115,2	120,8	125,1	128,4	130,9
112	1,398	3,349	125,8	131,5	136,1	139,9	143,0	108,2	113,5	117,5	120,5	122,9
116	1,325	2,917	117,5	122,8	127,1	130,6	133,5	101,0	105,9	109,6	112,5	114,7
120	1,250	2,507	108,9	113,8	117,8	121,1	123,7	93,6	98,2	101,6	104,3	106,3

(\*) En este tipo de armados la distancia vertical, permanece constante independientemente del valor del ángulo de desviación de la traza, por ello se ha tomado el menor valor entre la distancia vertical y la separación que da la cruceta de menor longitud.

Vano máximo admisible por separación entre conductores en m, con aislamiento de amarre y crucetas distanciadas verticalmente 2,40 m (*)												
Angulo desviación traza, °	Tense Límite Estático Dinámico - Zona A						Tense Reducido - Zona A					
	D (m)	Flecha Máxima (m)	Vano Regulación (m)					Vano Regulación (m)				
			220	240	260	280	300	180	200	220	240	260
			Parámetro flecha máxima (m)					Parámetro flecha máxima (m)				
		792	815	836	853	868	564	582	596	607	617	
0	2,413	12,402	279,9	284,1	287,6	290,5	293,1	236,2	239,8	242,7	245,0	246,9
4	2,413	12,402	279,9	284,1	287,6	290,5	293,1	236,2	239,8	242,7	245,0	246,9
8	2,413	12,401	279,9	284,1	287,6	290,5	293,1	236,2	239,8	242,7	245,0	246,9
12	2,413	12,400	279,9	284,0	287,5	290,5	293,1	236,2	239,8	242,7	245,0	246,9
16	2,413	12,399	279,9	284,0	287,5	290,5	293,0	236,2	239,8	242,7	245,0	246,9
20	2,413	12,397	279,9	284,0	287,5	290,5	293,0	236,1	239,8	242,6	245,0	246,9
24	2,412	12,395	279,8	284,0	287,5	290,5	293,0	236,1	239,7	242,6	245,0	246,9
28	2,412	12,393	279,8	284,0	287,5	290,4	293,0	236,1	239,7	242,6	244,9	246,8
32	2,403	12,287	278,6	282,7	286,2	289,2	291,7	235,1	238,7	241,6	243,9	245,8
36	2,378	11,991	275,2	279,3	282,8	285,7	288,2	232,3	235,8	238,6	240,9	242,8
40	2,349	11,665	271,5	275,5	278,9	281,8	284,3	229,1	232,6	235,4	237,7	239,5
44	2,318	11,312	267,3	271,3	274,7	277,5	279,9	225,6	229,1	231,8	234,0	235,9
48	2,284	10,933	262,8	266,7	270,0	272,8	275,2	221,8	225,2	227,9	230,1	231,9
52	2,247	10,530	258,0	261,8	265,0	267,8	270,1	217,7	221,0	223,7	225,8	227,6
56	2,207	10,106	252,7	256,5	259,6	262,3	264,6	213,3	216,5	219,1	221,2	223,0
60	2,165	9,662	247,1	250,8	253,9	256,5	258,8	208,6	211,7	214,3	216,4	218,0
64	2,120	9,202	241,2	244,8	247,8	250,3	252,5	203,5	206,7	209,1	211,2	212,8
68	2,073	8,728	234,9	238,4	241,3	243,8	245,9	198,2	201,3	203,7	205,7	207,3
72	2,023	8,242	228,3	231,7	234,5	236,9	239,0	192,7	195,6	198,0	199,9	201,4
76	1,970	7,747	221,3	224,6	227,4	229,7	231,7	186,8	189,7	191,9	193,8	195,3
80	1,915	7,246	214,1	217,2	219,9	222,2	224,1	180,7	183,4	185,6	187,4	188,9
84	1,858	6,741	206,5	209,6	212,1	214,3	216,2	174,3	176,9	179,1	180,8	182,2
88	1,798	6,236	198,6	201,6	204,0	206,1	207,9	167,6	170,2	172,2	173,9	175,2
92	1,737	5,733	190,4	193,3	195,6	197,7	199,4	160,7	163,2	165,2	166,7	168,0
96	1,673	5,235	182,0	184,7	187,0	188,9	190,5	153,6	156,0	157,8	159,4	160,6
100	1,607	4,745	173,3	175,8	178,0	179,8	181,4	146,3	148,5	150,3	151,7	152,9
104	1,539	4,265	164,3	166,7	168,8	170,5	172,0	138,7	140,8	142,5	143,9	145,0
108	1,469	3,799	155,1	157,4	159,3	160,9	162,3	130,9	132,9	134,5	135,8	136,8
112	1,398	3,349	145,6	147,7	149,6	151,1	152,4	122,9	124,8	126,3	127,5	128,5
116	1,325	2,917	135,9	137,9	139,6	141,0	142,3	114,7	116,5	117,9	119,0	119,9
120	1,250	2,507	126,0	127,8	129,4	130,8	131,9	106,3	108,0	109,3	110,3	111,2

(\*) En este tipo de armados la distancia vertical, permanece constante independientemente del valor del ángulo de desviación de la traza, por ello se ha tomado el menor valor entre la distancia vertical y la separación que da la cruceta de menor longitud.

Vano máximo admisible por separación entre conductores en m, con aislamiento de amarre y crucetas distanciadas verticalmente 3,00 m (*)												
Angulo desviación traza, °	Tense Límite Estático Dinámico - Zona A						Tense Reducido - Zona A					
	D(*) (m)	Flecha Máxima (m)	Vano Regulación (m)					Vano Regulación (m)				
			220	240	260	280	300	180	200	220	240	260
			Parámetro flecha máxima (m)					Parámetro flecha máxima (m)				
		792	815	836	853	868	564	582	596	607	617	
0	2,500	13,444	291,4	295,7	299,4	302,5	305,1	236,2	239,8	242,7	245,0	246,9
4	2,498	13,426	291,2	295,5	299,2	302,3	304,9	236,2	239,8	242,7	245,0	246,9
8	2,494	13,370	290,6	294,9	298,5	301,6	304,3	236,2	239,8	242,7	245,0	246,9
12	2,486	13,278	289,6	293,9	297,5	300,6	303,2	236,2	239,8	242,7	245,0	246,9
16	2,476	13,149	288,2	292,5	296,1	299,1	301,7	236,2	239,8	242,7	245,0	246,9
20	2,462	12,984	286,4	290,6	294,2	297,3	299,9	236,1	239,8	242,6	245,0	246,9
24	2,445	12,785	284,2	288,4	292,0	295,0	297,6	236,1	239,7	242,6	245,0	246,9
28	2,426	12,552	281,6	285,8	289,3	292,3	294,8	236,1	239,7	242,6	244,9	246,8
32	2,403	12,287	278,6	282,7	286,2	289,2	291,7	235,1	238,7	241,6	243,9	245,8
36	2,378	11,991	275,2	279,3	282,8	285,7	288,2	232,3	235,8	238,6	240,9	242,8
40	2,349	11,665	271,5	275,5	278,9	281,8	284,3	229,1	232,6	235,4	237,7	239,5
44	2,318	11,312	267,3	271,3	274,7	277,5	279,9	225,6	229,1	231,8	234,0	235,9
48	2,284	10,933	262,8	266,7	270,0	272,8	275,2	221,8	225,2	227,9	230,1	231,9
52	2,247	10,530	258,0	261,8	265,0	267,8	270,1	217,7	221,0	223,7	225,8	227,6
56	2,207	10,106	252,7	256,5	259,6	262,3	264,6	213,3	216,5	219,1	221,2	223,0
60	2,165	9,662	247,1	250,8	253,9	256,5	258,8	208,6	211,7	214,3	216,4	218,0
64	2,120	9,202	241,2	244,8	247,8	250,3	252,5	203,5	206,7	209,1	211,2	212,8
68	2,073	8,728	234,9	238,4	241,3	243,8	245,9	198,2	201,3	203,7	205,7	207,3
72	2,023	8,242	228,3	231,7	234,5	236,9	239,0	192,7	195,6	198,0	199,9	201,4
76	1,970	7,747	221,3	224,6	227,4	229,7	231,7	186,8	189,7	191,9	193,8	195,3
80	1,915	7,246	214,1	217,2	219,9	222,2	224,1	180,7	183,4	185,6	187,4	188,9
84	1,858	6,741	206,5	209,6	212,1	214,3	216,2	174,3	176,9	179,1	180,8	182,2
88	1,798	6,236	198,6	201,6	204,0	206,1	207,9	167,6	170,2	172,2	173,9	175,2
92	1,737	5,733	190,4	193,3	195,6	197,7	199,4	160,7	163,2	165,2	166,7	168,0
96	1,673	5,235	182,0	184,7	187,0	188,9	190,5	153,6	156,0	157,8	159,4	160,6
100	1,607	4,745	173,3	175,8	178,0	179,8	181,4	146,3	148,5	150,3	151,7	152,9
104	1,539	4,265	164,3	166,7	168,8	170,5	172,0	138,7	140,8	142,5	143,9	145,0
108	1,469	3,799	155,1	157,4	159,3	160,9	162,3	130,9	132,9	134,5	135,8	136,8
112	1,398	3,349	145,6	147,7	149,6	151,1	152,4	122,9	124,8	126,3	127,5	128,5
116	1,325	2,917	135,9	137,9	139,6	141,0	142,3	114,7	116,5	117,9	119,0	119,9
120	1,250	2,507	126,0	127,8	129,4	130,8	131,9	106,3	108,0	109,3	110,3	111,2

(\*) En este tipo de armados la distancia vertical, permanece constante independientemente del valor del ángulo de desviación de la traza, por ello se ha tomado el menor valor entre la distancia vertical y la separación que da la cruceta de menor longitud.



Vano máximo admisible por separación entre conductores en m, con aislamiento de amarre y crucetas distanciadas verticalmente 1,80 m (*)												
Angulo desviación traza, °	Tense Límite Estático Dinámico - Zona B						Tense Reducido - Zona B					
	D (m)	Flecha Máxima (m)	Vano Regulación (m)					Vano Regulación (m)				
			120	140	160	180	200	90	110	130	150	170
			Parámetro flecha máxima (m)					Parámetro flecha máxima (m)				
		542	588	625	656	681	371	410	440	463	480	
0	1,817	6,395	166,4	173,3	178,7	183,1	186,6	137,5	144,6	149,8	153,7	156,5
4	1,817	6,395	166,4	173,3	178,7	183,1	186,6	137,5	144,6	149,8	153,7	156,5
8	1,817	6,394	166,4	173,3	178,7	183,1	186,6	137,5	144,6	149,8	153,6	156,5
12	1,817	6,393	166,4	173,3	178,7	183,0	186,5	137,5	144,6	149,8	153,6	156,5
16	1,817	6,392	166,4	173,3	178,7	183,0	186,5	137,5	144,6	149,8	153,6	156,5
20	1,817	6,390	166,4	173,2	178,7	183,0	186,5	137,4	144,6	149,8	153,6	156,5
24	1,817	6,389	166,3	173,2	178,6	183,0	186,5	137,4	144,6	149,8	153,6	156,5
28	1,816	6,386	166,3	173,2	178,6	182,9	186,4	137,4	144,5	149,7	153,6	156,4
32	1,816	6,384	166,3	173,1	178,6	182,9	186,4	137,4	144,5	149,7	153,5	156,4
36	1,816	6,381	166,2	173,1	178,5	182,9	186,4	137,3	144,5	149,7	153,5	156,4
40	1,815	6,378	166,2	173,1	178,5	182,8	186,3	137,3	144,5	149,6	153,5	156,3
44	1,815	6,374	166,2	173,0	178,4	182,8	186,3	137,3	144,4	149,6	153,4	156,3
48	1,814	6,371	166,1	173,0	178,4	182,7	186,2	137,2	144,4	149,5	153,4	156,2
52	1,814	6,367	166,1	172,9	178,3	182,7	186,2	137,2	144,3	149,5	153,3	156,2
56	1,813	6,363	166,0	172,9	178,3	182,6	186,1	137,1	144,3	149,5	153,3	156,1
60	1,813	6,359	166,0	172,8	178,2	182,5	186,0	137,1	144,2	149,4	153,2	156,1
64	1,812	6,354	165,9	172,7	178,2	182,5	186,0	137,0	144,2	149,4	153,2	156,0
68	1,812	6,350	165,8	172,7	178,1	182,4	185,9	137,0	144,1	149,3	153,1	156,0
72	1,811	6,345	165,8	172,6	178,0	182,3	185,8	136,9	144,1	149,2	153,1	155,9
76	1,811	6,340	165,7	172,5	178,0	182,3	185,8	136,9	144,0	149,2	153,0	155,9
80	1,810	6,335	165,6	172,5	177,9	182,2	185,7	136,8	144,0	149,1	152,9	155,8
84	1,810	6,330	165,6	172,4	177,8	182,1	185,6	136,8	143,9	149,1	152,9	155,7
88	1,798	6,236	164,4	171,1	176,5	180,8	184,2	135,8	142,8	148,0	151,7	154,6
92	1,737	5,733	157,6	164,1	169,2	173,3	176,7	130,2	137,0	141,9	145,5	148,2
96	1,673	5,235	150,6	156,8	161,7	165,7	168,8	124,4	130,9	135,6	139,1	141,7
100	1,607	4,745	143,4	149,3	154,0	157,7	160,7	118,5	124,6	129,1	132,4	134,9
104	1,539	4,265	136,0	141,6	146,0	149,5	152,4	112,3	118,2	122,4	125,5	127,9
108	1,469	3,799	128,3	133,6	137,8	141,1	143,8	106,0	111,5	115,5	118,5	120,7
112	1,398	3,349	120,5	125,5	129,4	132,5	135,1	99,6	104,7	108,5	111,3	113,3
116	1,325	2,917	112,5	117,1	120,8	123,7	126,1	92,9	97,8	101,3	103,8	105,8
120	1,250	2,507	104,3	108,6	112,0	114,7	116,9	86,2	90,6	93,9	96,3	98,1

(\*) En este tipo de armados la distancia vertical, permanece constante independientemente del valor del ángulo de desviación de la traza, por ello se ha tomado el menor valor entre la distancia vertical y la separación que da la cruceta de menor longitud.

Vano máximo admisible por separación entre conductores en m, con aislamiento de amarre y crucetas distanciadas verticalmente 2,40 m (*)												
Angulo desviación traza, °	Tense Límite Estático Dinámico - Zona B						Tense Reducido - Zona B					
	D (m)	Flecha Máxima (m)	Vano Regulación (m)					Vano Regulación (m)				
			200	220	240	260	280	160	180	200	220	240
			Parámetro flecha máxima (m)					Parámetro flecha máxima (m)				
		681	703	720	735	747	472	487	499	509	517	
0	2,413	12,402	259,6	263,6	266,9	269,6	271,9	215,9	219,4	222,1	224,3	226,0
4	2,413	12,402	259,6	263,6	266,9	269,6	271,9	215,9	219,4	222,1	224,3	226,0
8	2,413	12,401	259,6	263,6	266,9	269,6	271,9	215,9	219,4	222,1	224,2	225,9
12	2,413	12,400	259,6	263,6	266,9	269,6	271,9	215,9	219,4	222,1	224,2	225,9
16	2,413	12,399	259,6	263,6	266,9	269,6	271,9	215,9	219,4	222,1	224,2	225,9
20	2,413	12,397	259,6	263,6	266,9	269,6	271,9	215,9	219,4	222,1	224,2	225,9
24	2,412	12,395	259,6	263,6	266,8	269,6	271,9	215,8	219,3	222,1	224,2	225,9
28	2,412	12,393	259,5	263,5	266,8	269,5	271,8	215,8	219,3	222,0	224,2	225,9
32	2,403	12,287	258,4	262,4	265,7	268,4	270,7	214,9	218,4	221,1	223,2	224,9
36	2,378	11,991	255,3	259,2	262,5	265,1	267,4	212,3	215,8	218,4	220,5	222,2
40	2,349	11,665	251,8	255,7	258,9	261,5	263,7	209,4	212,8	215,4	217,5	219,2
44	2,318	11,312	248,0	251,8	254,9	257,5	259,7	206,2	209,6	212,2	214,2	215,8
48	2,284	10,933	243,8	247,6	250,6	253,2	255,4	202,8	206,1	208,6	210,6	212,2
52	2,247	10,530	239,3	243,0	246,0	248,5	250,6	199,0	202,2	204,7	206,7	208,3
56	2,207	10,106	234,4	238,0	241,0	243,5	245,5	195,0	198,1	200,6	202,5	204,0
60	2,165	9,662	229,2	232,8	235,7	238,1	240,1	190,7	193,8	196,1	198,0	199,5
64	2,120	9,202	223,7	227,2	230,0	232,4	234,3	186,1	189,1	191,4	193,3	194,7
68	2,073	8,728	217,9	221,3	224,0	226,3	228,2	181,2	184,2	186,5	188,2	189,7
72	2,023	8,242	211,8	215,0	217,7	219,9	221,8	176,1	179,0	181,2	182,9	184,3
76	1,970	7,747	205,3	208,5	211,1	213,2	215,0	170,8	173,5	175,7	177,4	178,7
80	1,915	7,246	198,6	201,6	204,1	206,2	208,0	165,2	167,9	169,9	171,6	172,9
84	1,858	6,741	191,6	194,5	196,9	198,9	200,6	159,3	161,9	163,9	165,5	166,7
88	1,798	6,236	184,2	187,1	189,4	191,3	193,0	153,3	155,7	157,7	159,2	160,4
92	1,737	5,733	176,7	179,4	181,6	183,5	185,0	147,0	149,3	151,2	152,6	153,8
96	1,673	5,235	168,8	171,4	173,6	175,3	176,8	140,4	142,7	144,5	145,9	147,0
100	1,607	4,745	160,7	163,2	165,2	166,9	168,3	133,7	135,9	137,6	138,9	139,9
104	1,539	4,265	152,4	154,7	156,7	158,3	159,6	126,8	128,8	130,4	131,7	132,7
108	1,469	3,799	143,8	146,1	147,9	149,4	150,6	119,7	121,6	123,1	124,3	125,2
112	1,398	3,349	135,1	137,1	138,8	140,3	141,4	112,4	114,2	115,6	116,7	117,6
116	1,325	2,917	126,1	128,0	129,6	130,9	132,0	104,9	106,6	107,9	108,9	109,8
120	1,250	2,507	116,9	118,7	120,1	121,4	122,4	97,2	98,8	100,0	101,0	101,7

(\*) En este tipo de armados la distancia vertical, permanece constante independientemente del valor del ángulo de desviación de la traza, por ello se ha tomado el menor valor entre la distancia vertical y la separación que da la cruceta de menor longitud.

Vano máximo admisible por separación entre conductores en m, con aislamiento de amarre y crucetas distanciadas verticalmente 3,00 m (*)												
Angulo desviación traza, °	Tense Límite Estático Dinámico - Zona B						Tense Reducido - Zona B					
	D(*) m	Flecha Máxima m	Vano Regulación, m					Vano Regulación, m				
			220	240	260	280	300	180	200	220	240	260
			Parámetro flecha máxima, m					Parámetro flecha máxima, m				
		703	720	735	747	758	487	499	509	517	523	
0	2,500	13,444	274,4	277,9	280,7	283,1	285,1	219,4	222,1	224,3	226,0	227,3
4	2,498	13,426	274,3	277,7	280,5	282,9	284,9	219,4	222,1	224,3	226,0	227,3
8	2,494	13,370	273,7	277,1	279,9	282,3	284,3	219,4	222,1	224,2	225,9	227,3
12	2,486	13,278	272,7	276,1	279,0	281,3	283,3	219,4	222,1	224,2	225,9	227,3
16	2,476	13,149	271,4	274,8	277,6	280,0	282,0	219,4	222,1	224,2	225,9	227,3
20	2,462	12,984	269,7	273,1	275,9	278,2	280,2	219,4	222,1	224,2	225,9	227,3
24	2,445	12,785	267,7	271,0	273,8	276,1	278,0	219,3	222,1	224,2	225,9	227,3
28	2,426	12,552	265,2	268,5	271,3	273,6	275,5	219,3	222,0	224,2	225,9	227,2
32	2,403	12,287	262,4	265,7	268,4	270,7	272,6	218,4	221,1	223,2	224,9	226,3
36	2,378	11,991	259,2	262,5	265,1	267,4	269,3	215,8	218,4	220,5	222,2	223,5
40	2,349	11,665	255,7	258,9	261,5	263,7	265,6	212,8	215,4	217,5	219,2	220,5
44	2,318	11,312	251,8	254,9	257,5	259,7	261,6	209,6	212,2	214,2	215,8	217,1
48	2,284	10,933	247,6	250,6	253,2	255,4	257,2	206,1	208,6	210,6	212,2	213,5
52	2,247	10,530	243,0	246,0	248,5	250,6	252,4	202,2	204,7	206,7	208,3	209,5
56	2,207	10,106	238,0	241,0	243,5	245,5	247,3	198,1	200,6	202,5	204,0	205,3
60	2,165	9,662	232,8	235,7	238,1	240,1	241,8	193,8	196,1	198,0	199,5	200,7
64	2,120	9,202	227,2	230,0	232,4	234,3	236,0	189,1	191,4	193,3	194,7	195,9
68	2,073	8,728	221,3	224,0	226,3	228,2	229,8	184,2	186,5	188,2	189,7	190,8
72	2,023	8,242	215,0	217,7	219,9	221,8	223,4	179,0	181,2	182,9	184,3	185,4
76	1,970	7,747	208,5	211,1	213,2	215,0	216,6	173,5	175,7	177,4	178,7	179,8
80	1,915	7,246	201,6	204,1	206,2	208,0	209,5	167,9	169,9	171,6	172,9	173,9
84	1,858	6,741	194,5	196,9	198,9	200,6	202,0	161,9	163,9	165,5	166,7	167,8
88	1,798	6,236	187,1	189,4	191,3	193,0	194,3	155,7	157,7	159,2	160,4	161,4
92	1,737	5,733	179,4	181,6	183,5	185,0	186,3	149,3	151,2	152,6	153,8	154,7
96	1,673	5,235	171,4	173,6	175,3	176,8	178,1	142,7	144,5	145,9	147,0	147,9
100	1,607	4,745	163,2	165,2	166,9	168,3	169,5	135,9	137,6	138,9	139,9	140,8
104	1,539	4,265	154,7	156,7	158,3	159,6	160,7	128,8	130,4	131,7	132,7	133,5
108	1,469	3,799	146,1	147,9	149,4	150,6	151,7	121,6	123,1	124,3	125,2	126,0
112	1,398	3,349	137,1	138,8	140,3	141,4	142,4	114,2	115,6	116,7	117,6	118,3
116	1,325	2,917	128,0	129,6	130,9	132,0	133,0	106,6	107,9	108,9	109,8	110,4
120	1,250	2,507	118,7	120,1	121,4	122,4	123,3	98,8	100,0	101,0	101,7	102,4

(\*) En este tipo de armados la distancia vertical, permanece constante independientemente del valor del ángulo de desviación de la traza, por ello se ha tomado el menor valor entre la distancia vertical y la separación que da la cruceta de menor longitud.

Vano máximo admisible por separación entre conductores en m, con aislamiento de amarre y crucetas distanciadas verticalmente 1,80 m (*)												
Angulo desviación traza, °	Tense Límite Estático Dinámico - Zona C						Tense Reducido - Zona C					
	D (m)	Flecha Máxima (m)	Vano Regulación (m)					Vano Regulación (m)				
			120	140	160	180	200	80	100	120	140	160
			Parámetro flecha máxima (m)					Parámetro flecha máxima (m)				
		433	456	474	488	498	280	303	319	330	338	
0	1,817	6,395	148,6	152,6	155,5	157,8	159,4	119,4	124,4	127,6	129,8	131,3
4	1,817	6,395	148,6	152,6	155,5	157,7	159,4	119,4	124,4	127,6	129,8	131,3
8	1,817	6,394	148,6	152,6	155,5	157,7	159,4	119,4	124,4	127,6	129,8	131,3
12	1,817	6,393	148,6	152,6	155,5	157,7	159,4	119,4	124,4	127,6	129,8	131,3
16	1,817	6,392	148,6	152,6	155,5	157,7	159,4	119,4	124,4	127,6	129,8	131,3
20	1,817	6,390	148,6	152,6	155,5	157,7	159,4	119,3	124,3	127,6	129,8	131,3
24	1,817	6,389	148,5	152,5	155,5	157,7	159,4	119,3	124,3	127,6	129,7	131,3
28	1,816	6,386	148,5	152,5	155,4	157,6	159,3	119,3	124,3	127,5	129,7	131,3
32	1,816	6,384	148,5	152,5	155,4	157,6	159,3	119,3	124,3	127,5	129,7	131,2
36	1,816	6,381	148,5	152,4	155,4	157,6	159,3	119,3	124,3	127,5	129,7	131,2
40	1,815	6,378	148,4	152,4	155,3	157,5	159,2	119,2	124,2	127,5	129,6	131,2
44	1,815	6,374	148,4	152,4	155,3	157,5	159,2	119,2	124,2	127,4	129,6	131,1
48	1,814	6,371	148,3	152,3	155,3	157,5	159,1	119,2	124,2	127,4	129,6	131,1
52	1,814	6,367	148,3	152,3	155,2	157,4	159,1	119,1	124,1	127,3	129,5	131,1
56	1,813	6,363	148,2	152,2	155,2	157,4	159,0	119,1	124,1	127,3	129,5	131,0
60	1,813	6,359	148,2	152,2	155,1	157,3	159,0	119,1	124,0	127,3	129,4	131,0
64	1,812	6,354	148,1	152,1	155,0	157,3	158,9	119,0	124,0	127,2	129,4	130,9
68	1,812	6,350	148,1	152,1	155,0	157,2	158,9	119,0	123,9	127,2	129,4	130,9
72	1,811	6,345	148,0	152,0	154,9	157,1	158,8	118,9	123,9	127,1	129,3	130,8
76	1,811	6,340	148,0	152,0	154,9	157,1	158,8	118,9	123,9	127,1	129,3	130,8
80	1,810	6,335	147,9	151,9	154,8	157,0	158,7	118,8	123,8	127,0	129,2	130,7
84	1,810	6,330	147,9	151,8	154,8	157,0	158,6	118,8	123,8	127,0	129,2	130,7
88	1,798	6,236	146,8	150,7	153,6	155,8	157,5	117,9	122,8	126,0	128,2	129,7
92	1,737	5,733	140,7	144,5	147,3	149,4	151,0	113,1	117,8	120,9	122,9	124,4
96	1,673	5,235	134,5	138,1	140,8	142,8	144,3	108,1	112,6	115,5	117,5	118,9
100	1,607	4,745	128,1	131,5	134,0	135,9	137,4	102,9	107,2	110,0	111,9	113,2
104	1,539	4,265	121,4	124,7	127,1	128,9	130,3	97,6	101,6	104,3	106,1	107,3
108	1,469	3,799	114,6	117,7	119,9	121,6	122,9	92,1	95,9	98,4	100,1	101,3
112	1,398	3,349	107,6	110,5	112,6	114,2	115,4	86,5	90,1	92,4	94,0	95,1
116	1,325	2,917	100,4	103,1	105,1	106,6	107,8	80,7	84,1	86,3	87,8	88,8
120	1,250	2,507	93,1	95,6	97,5	98,8	99,9	74,8	78,0	80,0	81,4	82,3

(\*) En este tipo de armados la distancia vertical, permanece constante independientemente del valor del ángulo de desviación de la traza, por ello se ha tomado el menor valor entre la distancia vertical y la separación que da la cruceta de menor longitud.

Vano máximo admisible por separación entre conductores en m, con aislamiento de amarre y crucetas distanciadas verticalmente 2,40 m (*)												
Angulo desviación traza, °	Tense Límite Estático Dinámico - Zona C						Tense Reducido - Zona C					
	D (m)	Flecha Máxima (m)	Vano Regulación, m					Vano Regulación (m)				
			180	180	200	220	240	120	140	160	180	200
			Parámetro flecha máxima (m)					Parámetro flecha máxima (m)				
		488	488	498	506	513	319	330	338	344	348	
0	2,413	12,402	219,5	219,5	221,8	223,7	225,1	177,5	180,5	182,6	184,2	185,3
4	2,413	12,402	219,5	219,5	221,8	223,7	225,1	177,5	180,5	182,6	184,2	185,3
8	2,413	12,401	219,5	219,5	221,8	223,7	225,1	177,5	180,5	182,6	184,2	185,3
12	2,413	12,400	219,4	219,4	221,8	223,6	225,1	177,4	180,5	182,6	184,2	185,3
16	2,413	12,399	219,4	219,4	221,8	223,6	225,1	177,4	180,5	182,6	184,2	185,3
20	2,413	12,397	219,4	219,4	221,8	223,6	225,1	177,4	180,5	182,6	184,2	185,3
24	2,412	12,395	219,4	219,4	221,8	223,6	225,1	177,4	180,5	182,6	184,1	185,3
28	2,412	12,393	219,4	219,4	221,7	223,6	225,0	177,4	180,4	182,6	184,1	185,3
32	2,403	12,287	218,4	218,4	220,8	222,6	224,1	176,6	179,7	181,8	183,3	184,5
36	2,378	11,991	215,8	215,8	218,1	219,9	221,4	174,5	177,5	179,6	181,1	182,3
40	2,349	11,665	212,9	212,9	215,2	216,9	218,4	172,1	175,1	177,2	178,7	179,8
44	2,318	11,312	209,6	209,6	211,9	213,6	215,0	169,5	172,4	174,5	176,0	177,1
48	2,284	10,933	206,1	206,1	208,3	210,0	211,4	166,7	169,5	171,5	173,0	174,1
52	2,247	10,530	202,3	202,3	204,5	206,2	207,5	163,6	166,4	168,4	169,8	170,9
56	2,207	10,106	198,2	198,2	200,3	202,0	203,3	160,3	163,0	165,0	166,4	167,4
60	2,165	9,662	193,8	193,8	195,9	197,5	198,8	156,7	159,4	161,3	162,7	163,7
64	2,120	9,202	189,1	189,1	191,2	192,8	194,0	153,0	155,6	157,5	158,8	159,8
68	2,073	8,728	184,2	184,2	186,2	187,7	189,0	149,0	151,6	153,4	154,7	155,6
72	2,023	8,242	179,0	179,0	181,0	182,5	183,6	144,8	147,3	149,0	150,3	151,2
76	1,970	7,747	173,6	173,6	175,5	176,9	178,1	140,4	142,8	144,5	145,7	146,7
80	1,915	7,246	167,9	167,9	169,7	171,1	172,2	135,8	138,2	139,8	141,0	141,8
84	1,858	6,741	162,0	162,0	163,7	165,1	166,1	131,0	133,3	134,8	136,0	136,8
88	1,798	6,236	155,8	155,8	157,5	158,8	159,8	126,0	128,2	129,7	130,8	131,6
92	1,737	5,733	149,4	149,4	151,0	152,2	153,2	120,9	122,9	124,4	125,4	126,2
96	1,673	5,235	142,8	142,8	144,3	145,5	146,4	115,5	117,5	118,9	119,9	120,6
100	1,607	4,745	135,9	135,9	137,4	138,5	139,4	110,0	111,9	113,2	114,1	114,9
104	1,539	4,265	128,9	128,9	130,3	131,3	132,2	104,3	106,1	107,3	108,2	108,9
108	1,469	3,799	121,6	121,6	122,9	124,0	124,8	98,4	100,1	101,3	102,2	102,8
112	1,398	3,349	114,2	114,2	115,4	116,4	117,2	92,4	94,0	95,1	95,9	96,5
116	1,325	2,917	106,6	106,6	107,8	108,6	109,4	86,3	87,8	88,8	89,5	90,1
120	1,250	2,507	98,8	98,8	99,9	100,7	101,4	80,0	81,4	82,3	83,0	83,5

(\*) En este tipo de armados la distancia vertical, permanece constante independientemente del valor del ángulo de desviación de la traza, por ello se ha tomado el menor valor entre la distancia vertical y la separación que da la cruceta de menor longitud.

Vano máximo admisible por separación entre conductores en m, con aislamiento de amarre y crucetas distanciadas verticalmente 3,00 m(*)												
Angulo desviación traza, °	Tense Límite Estático Dinámico - Zona C						Tense Reducido - Zona C					
	D(*) (m)	Flecha Máxima (m)	Vano Regulación (m)					Vano Regulación (m)				
			160	180	200	220	240	120	140	160	180	200
			Parámetro flecha máxima (m)					Parámetro flecha máxima (m)				
		474	488	498	506	513	319	330	338	344	348	
0	2,500	13,444	225,3	228,5	230,9	232,8	234,4	177,5	180,5	182,6	184,2	185,3
4	2,498	13,426	225,1	228,3	230,8	232,7	234,2	177,5	180,5	182,6	184,2	185,3
8	2,494	13,370	224,6	227,8	230,3	232,2	233,7	177,5	180,5	182,6	184,2	185,3
12	2,486	13,278	223,9	227,0	229,5	231,4	232,9	177,4	180,5	182,6	184,2	185,3
16	2,476	13,149	222,8	225,9	228,4	230,3	231,8	177,4	180,5	182,6	184,2	185,3
20	2,462	12,984	221,4	224,5	226,9	228,8	230,3	177,4	180,5	182,6	184,2	185,3
24	2,445	12,785	219,7	222,8	225,2	227,1	228,6	177,4	180,5	182,6	184,1	185,3
28	2,426	12,552	217,7	220,8	223,2	225,0	226,5	177,4	180,4	182,6	184,1	185,3
32	2,403	12,287	215,4	218,4	220,8	222,6	224,1	176,6	179,7	181,8	183,3	184,5
36	2,378	11,991	212,8	215,8	218,1	219,9	221,4	174,5	177,5	179,6	181,1	182,3
40	2,349	11,665	209,9	212,9	215,2	216,9	218,4	172,1	175,1	177,2	178,7	179,8
44	2,318	11,312	206,7	209,6	211,9	213,6	215,0	169,5	172,4	174,5	176,0	177,1
48	2,284	10,933	203,2	206,1	208,3	210,0	211,4	166,7	169,5	171,5	173,0	174,1
52	2,247	10,530	199,5	202,3	204,5	206,2	207,5	163,6	166,4	168,4	169,8	170,9
56	2,207	10,106	195,4	198,2	200,3	202,0	203,3	160,3	163,0	165,0	166,4	167,4
60	2,165	9,662	191,1	193,8	195,9	197,5	198,8	156,7	159,4	161,3	162,7	163,7
64	2,120	9,202	186,5	189,1	191,2	192,8	194,0	153,0	155,6	157,5	158,8	159,8
68	2,073	8,728	181,6	184,2	186,2	187,7	189,0	149,0	151,6	153,4	154,7	155,6
72	2,023	8,242	176,5	179,0	181,0	182,5	183,6	144,8	147,3	149,0	150,3	151,2
76	1,970	7,747	171,2	173,6	175,5	176,9	178,1	140,4	142,8	144,5	145,7	146,7
80	1,915	7,246	165,5	167,9	169,7	171,1	172,2	135,8	138,2	139,8	141,0	141,8
84	1,858	6,741	159,7	162,0	163,7	165,1	166,1	131,0	133,3	134,8	136,0	136,8
88	1,798	6,236	153,6	155,8	157,5	158,8	159,8	126,0	128,2	129,7	130,8	131,6
92	1,737	5,733	147,3	149,4	151,0	152,2	153,2	120,9	122,9	124,4	125,4	126,2
96	1,673	5,235	140,8	142,8	144,3	145,5	146,4	115,5	117,5	118,9	119,9	120,6
100	1,607	4,745	134,0	135,9	137,4	138,5	139,4	110,0	111,9	113,2	114,1	114,9
104	1,539	4,265	127,1	128,9	130,3	131,3	132,2	104,3	106,1	107,3	108,2	108,9
108	1,469	3,799	119,9	121,6	122,9	124,0	124,8	98,4	100,1	101,3	102,2	102,8
112	1,398	3,349	112,6	114,2	115,4	116,4	117,2	92,4	94,0	95,1	95,9	96,5
116	1,325	2,917	105,1	106,6	107,8	108,6	109,4	86,3	87,8	88,8	89,5	90,1
120	1,250	2,507	97,5	98,8	99,9	100,7	101,4	80,0	81,4	82,3	83,0	83,5

(\*) En este tipo de armados la distancia vertical, permanece constante independientemente del valor del ángulo de desviación de la traza, por ello se ha tomado el menor valor entre la distancia vertical y la separación que da la cruceta de menor longitud.

### 8.3 Distancia mínima entre los conductores y partes puestas a tierra.

De acuerdo con el apartado 5.4.2 de la ITC-LAT 07, esta distancia no será inferior a  $D_{e1}$ , con un mínimo de 0,20 m.

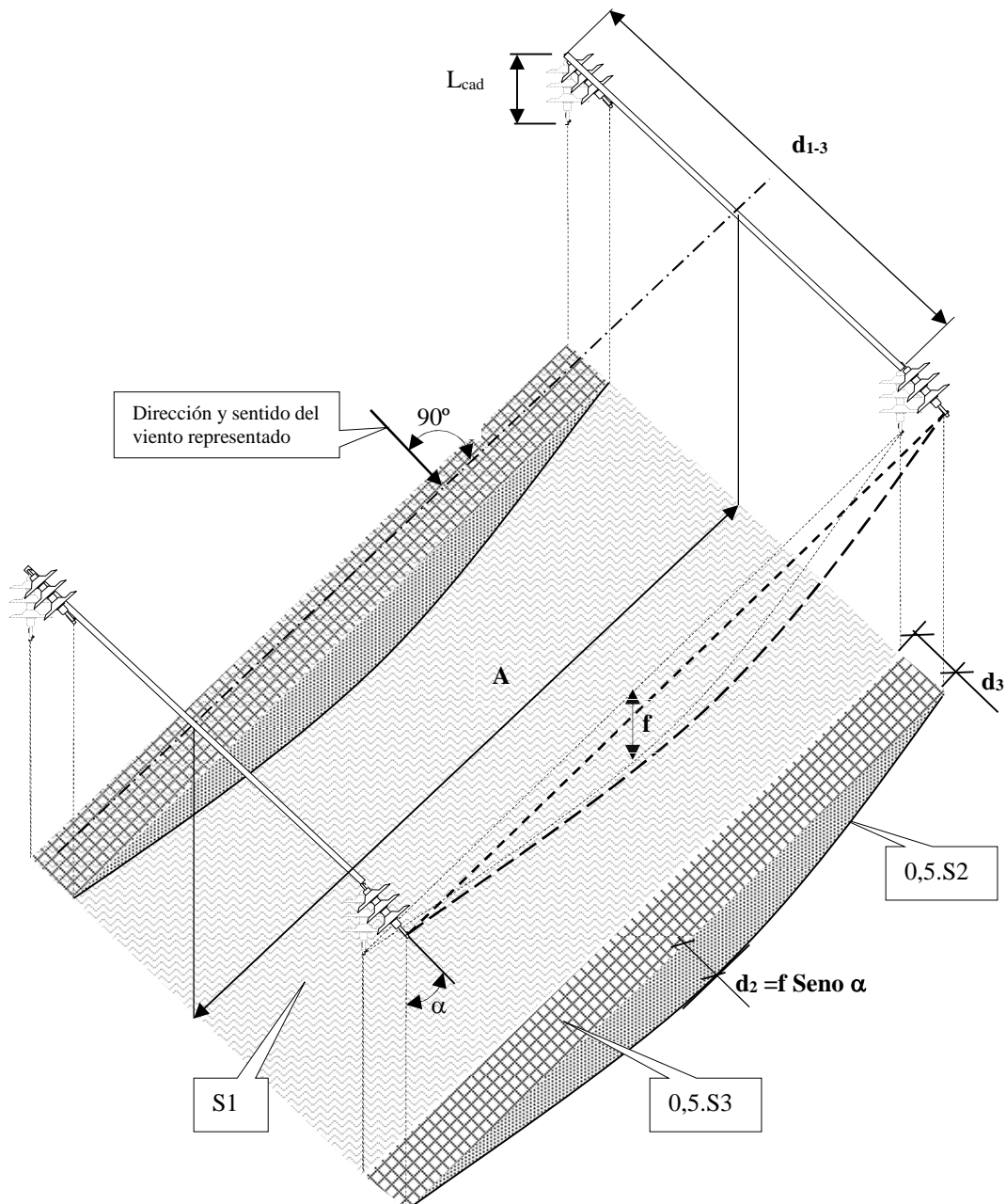
En este caso;  $D_{e1} = 0,35$  m.

En el presente Proyecto Tipo, con cadena suspendida, el ángulo máximo de desviación para respetar esa distancia mínima, es de  $60^\circ$ .

#### 8.4 Paso por zonas. Servidumbres de vuelo.

La implantación de una línea aérea como las que corresponden al presente Proyecto Tipo requiere establecer la correspondiente servidumbre de vuelo, definida por la proyección sobre el suelo de los conductores extremos de la línea. La superficie creada en un vano de  $A$  metros, de longitud, es igual a la distancia máxima entre conductores horizontales,  $d_{1-3} = 2b$ , (véase tabla del apartado 6.1.3) multiplicada por  $A$ , a esta superficie le denominamos,  $S1$ . El efecto del viento sobre la línea provoca que los conductores se desplacen, volando superficies de  $0,5S2$ , o  $0,5S2$  y  $0,5S3$ , dependiendo del tipo de aislamiento. Para el cálculo de  $0,5S2$  y  $0,5S3$  y de acuerdo apartado 5.12 de la ITC-LAT 07, se considerarán los conductores desplazados por un viento de 120 km/h a la temperatura de 15°C. Para determinar la servidumbre total, se tiene en cuenta el viento en una dirección perpendicular a la traza de la línea y en ambos sentidos.

En figura siguiente se indican las disposiciones definidas anteriormente.



En la figura anterior:

$d_{1-3}$  = Distancia entre fases extremas en m

A = Longitud del vano en estudio, m

$S_1$  = Superficie de vuelo con los conductores sin viento, en  $m^2 = d_{1-3} \times A$

$L_{cad}$  = Longitud cadena de suspensión en m = 0,50 (Apdo. 8.2)

f = Flecha a  $15^\circ + V$ , m

$d_2$  = Producto de la flecha a  $15^\circ + V$ , por seno  $\alpha = f \times \text{Seno } \alpha$

$d_3$  = Proyección sobre plano horizontal de la desviación de la cadena de aisladores igual a  $L_{cad} \times \text{Seno } \alpha$ , para  $L_{cad} = 0,50$ ;  $d_3 = 0,47$ .

$\alpha$  = Angulo de oscilación de los conductores (Apdo. 8.2) =  $52^\circ 50'$  y  $\text{Seno } \alpha = 0,796$ .

$S_2$  = Superficie proyectada sobre el terreno de la flecha inclinada a  $+15^\circ + V$ , en  $m^2$

$S_3$  = Superficie proyectada sobre el terreno provocada por el desvío de cadenas,  $m^2$

Se presenta tres posibles casos:

Caso 1: Vano delimitado por apoyos con cadenas de amarre.

Caso 2: Vano delimitado por apoyos con cadenas de suspensión.

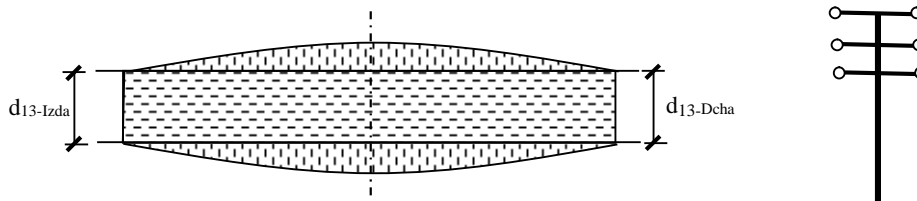
Caso 3: Vano delimitado por un apoyo con cadenas de amarre y otro apoyo con cadenas de suspensión.

En el Caso 1,  $d_3$  es cero dado que las cadenas siguen la dirección del conductor. Consecuentemente el valor de  $S_3$  es cero.

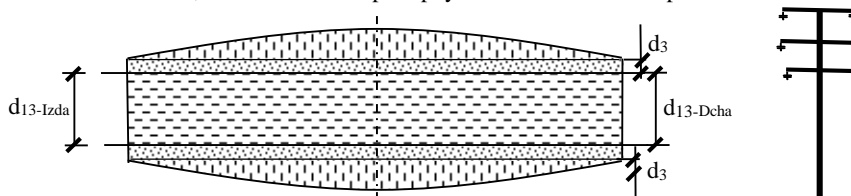
En el Caso 2,  $d_3$  es  $L_{cad} \times \text{Seno } \alpha$ , para  $L_{cad} = 0,50$ ;  $d_3 = 0,399$ . Consecuentemente el valor de  $S_3$  es igual a:  $2 \times L_{cad} \times \text{Seno } \alpha \times A$ .

En el Caso 3,  $d_3$  es en el apoyo con cadenas de suspensión igual que en el caso 2, y cero en apoyo con cadenas de amarre. Consecuentemente el valor de  $S_3$  es igual a:  $L_{cad} \times \text{Seno } \alpha \times A$ .

Caso 1, Vano delimitado por apoyos con cadenas de amarre

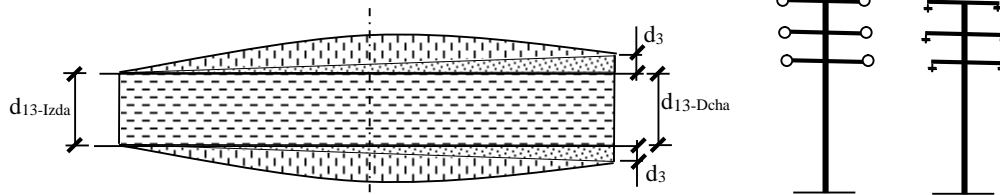


Caso 2, Vano delimitado por apoyos con cadenas de suspensión





Caso 3, Vano delimitado por apoyo con cadenas de amarre y apoyo con cadenas de suspensión



El valor de  $S_2$  se obtiene por la expresión siguiente;

$$S_2 = 2 \times \left( A \times h \times \text{Cosh} \left( \frac{A}{2 \times h} \right) - 2 \times h^2 \times \text{Senh} \left( \frac{A}{2 \times h} \right) \right)$$

Donde  $h$ , es el parámetro de la catenaria proyectada sobre el terreno.

Aplicando valores, para los diferentes tenses adoptados y zonas de ubicación se tiene:

Conductor 147-AL1-37ST1A Tense Reducido Zona A (Altitud menor de 500 m)												
Vano A m	15°C + Viento			F Senca d <sub>2</sub> m	Parám. proyect m	Sup S <sub>1</sub> m <sup>2</sup>	Caso 1		Caso 2		Caso 3	
	T daN	F m	Parámetro m				S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> + S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> + S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>	
50	538,2	0,638	490,2	0,5082	615,0	150	184	40	224	20	204	
60	571,1	0,865	520,2	0,6897	652,5	180	205	48	253	24	229	
70	597,7	1,125	544,5	0,8969	682,9	210	234	56	290	28	262	
80	619,5	1,418	564,3	1,1305	707,6	240	271	64	334	32	303	
90	637,3	1,745	580,5	1,3909	727,9	270	317	72	389	36	353	
100	652,0	2,106	593,9	1,6786	744,7	300	374	80	454	40	414	
110	664,2	2,502	605,0	1,9939	758,6	330	443	88	530	44	486	
120	674,4	2,932	614,3	2,3371	770,2	360	524	96	620	48	572	
130	683,1	3,398	622,2	2,7085	779,9	390	620	104	723	52	672	
140	690,4	3,900	628,9	3,1083	788,2	420	731	112	842	56	786	
150	696,6	4,437	634,6	3,5367	795,2	450	858	120	978	60	918	
160	702,0	5,011	639,4	3,9939	801,2	480	1003	128	1130	64	1067	
170	706,6	5,621	643,7	4,4798	806,4	510	1167	135	1302	68	1234	
180	710,6	6,267	647,3	4,9947	810,9	540	1350	143	1494	72	1422	
190	714,1	6,949	650,5	5,5388	814,7	570	1555	151	1707	76	1631	
200	717,2	7,668	653,3	6,1119	818,1	600	1782	159	1942	80	1862	
210	719,9	8,424	655,8	6,7143	821,0	630	2033	167	2200	84	2117	
220	722,3	9,216	658,0	7,3459	823,6	660	2309	175	2484	88	2396	
230	724,4	10,046	659,9	8,0070	825,8	690	2610	183	2794	92	2702	
240	726,3	10,912	661,6	8,6974	827,8	720	2939	191	3130	96	3035	
250	728,0	11,815	663,2	9,4173	829,6	750	3296	199	3496	100	3396	

Conductor 147-AL1-37ST1A											
Tense Reducido											
Zona B (Altitud entre 500 y 1000 m)											
Vano A m	15°C + Viento			F Senα d <sub>2</sub> m	Parám. proyect m	Sup S <sub>1</sub> m <sup>2</sup>	Caso 1 S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> m <sup>2</sup>	Caso 2		Caso 3	
	T daN	F m	Parámetro m					S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> + S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> + S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>
50	450,1	0,762	410,0	0,6076	514,3	150	191	40	230	20	210
60	480,2	1,029	437,4	0,8203	548,6	180	216	48	263	24	240
70	503,7	1,336	458,8	1,0645	575,4	210	249	56	305	28	277
80	522,2	1,683	475,7	1,3412	596,5	240	293	64	357	32	325
90	537,0	2,071	489,2	1,6510	613,3	270	348	72	420	36	384
100	548,9	2,502	500,0	1,9943	626,8	300	416	80	496	40	456
110	558,6	2,976	508,8	2,3717	637,7	330	498	88	586	44	542
120	566,5	3,492	516,0	2,7835	646,7	360	596	96	691	48	644
130	573,1	4,052	522,0	3,2298	654,1	390	710	104	814	52	762
140	578,5	4,656	527,0	3,7109	660,2	420	843	112	955	56	899
150	583,2	5,303	531,2	4,2270	665,4	450	996	120	1116	60	1056
160	587,1	5,995	534,8	4,7783	669,7	480	1171	128	1298	64	1235
170	590,4	6,731	537,8	5,3648	673,4	510	1368	135	1503	68	1436
180	593,3	7,511	540,4	5,9867	676,5	540	1589	143	1733	72	1661
190	595,8	8,336	542,7	6,6441	679,2	570	1836	151	1988	76	1912
200	598,0	9,205	544,7	7,3370	681,5	600	2111	159	2270	80	2190
210	599,9	10,119	546,4	8,0656	683,5	630	2414	167	2581	84	2497
220	601,5	11,078	547,9	8,8299	685,2	660	2747	175	2922	88	2834
230	603,0	12,082	549,3	9,6300	686,7	690	3112	183	3295	92	3203
240	604,3	13,131	550,5	10,4661	687,9	720	3509	191	3701	96	3605
250	605,5	14,225	551,6	11,3381	689,0	750	3942	199	4141	100	4041

Conductor 147-AL1-37ST1A											
Tense Reducido											
Zona C (Altitud mayor de 1000 m)											
Vano A m	15°C + Viento			F Senα d <sub>2</sub> m	Parám. proyect m	Sup S <sub>1</sub> m <sup>2</sup>	Caso 1 S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> m <sup>2</sup>	Caso 2		Caso 3	
	T daN	F m	Parámetro m					S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> + S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> + S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>
50	342,0	1,004	311,5	0,8000	390,6	150	203	40	243	20	223
60	356,7	1,386	324,9	1,1046	407,4	180	238	48	286	24	262
70	367,1	1,833	334,4	1,4613	419,1	210	286	56	342	28	314
80	374,6	2,347	341,2	1,8710	427,6	240	350	64	414	32	382
90	380,1	2,928	346,2	2,3340	433,8	270	430	72	502	36	466
100	384,3	3,577	350,1	2,8509	438,5	300	531	80	610	40	570
110	387,6	4,293	353,0	3,4218	442,0	330	653	88	740	44	696
120	390,1	5,078	355,3	4,0470	444,8	360	799	96	894	48	847
130	392,1	5,931	357,2	4,7269	446,9	390	971	104	1075	52	1023
140	393,8	6,852	358,7	5,4613	448,6	420	1172	112	1284	56	1228
150	395,1	7,842	359,9	6,2506	450,0	450	1404	120	1523	60	1463
160	396,3	8,902	361,0	7,0950	451,0	480	1668	128	1796	64	1732
170	397,2	10,030	361,8	7,9945	451,9	510	1969	135	2104	68	2036
180	398,0	11,228	362,5	8,9495	452,5	540	2306	143	2450	72	2378
190	398,7	12,496	363,2	9,9601	453,1	570	2684	151	2836	76	2760
200	399,3	13,835	363,7	11,0267	453,4	600	3105	159	3264	80	3184
210	399,8	15,243	364,2	12,1491	453,7	630	3570	167	3737	84	3654
220	400,2	16,722	364,6	13,3278	453,9	660	4082	175	4258	88	4170
230	400,6	18,271	364,9	14,5627	454,1	690	4645	183	4828	92	4736
240	401,0	19,892	365,2	15,8545	454,1	720	5259	191	5450	96	5355
250	401,3	21,584	365,5	17,2033	454,1	750	5928	199	6127	100	6028

Conductor 147-AL1-37ST1A Tense Límite Estático Dinámico Zona A (Altitud menor de 500 m)											
Vano A m	15°C + Viento			F Sena d <sub>2</sub> m	Parám. proyect m	Sup S <sub>1</sub> m <sup>2</sup>	Caso 1 S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> m <sup>2</sup>	Caso 2		Caso 3	
	T daN	F m	Parámetro m					S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> + S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> + S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>
50	753,4	0,455	686,3	0,3630	860,9	150	174	40	214	20	194
60	788,3	0,627	718,1	0,4995	900,8	180	190	48	238	24	214
70	819,6	0,821	746,5	0,6540	936,5	210	211	56	267	28	239
80	847,3	1,037	771,8	0,8263	968,1	240	238	64	302	32	270
90	871,8	1,275	794,2	1,0164	996,1	270	272	72	344	36	308
100	893,6	1,536	813,9	1,2244	1020,9	300	313	80	393	40	353
110	912,8	1,820	831,4	1,4505	1042,8	330	363	88	450	44	407
120	929,8	2,126	846,9	1,6947	1062,1	360	421	96	517	48	469
130	944,8	2,456	860,7	1,9573	1079,3	390	489	104	593	52	541
140	958,2	2,808	872,9	2,2384	1094,5	420	568	112	680	56	624
150	970,1	3,185	883,7	2,5382	1108,1	450	658	120	777	60	718
160	980,8	3,584	893,4	2,8568	1120,1	480	760	128	887	64	824
170	990,3	4,008	902,0	3,1944	1130,9	510	874	135	1010	68	942
180	998,7	4,455	909,8	3,5511	1140,5	540	1003	143	1146	72	1075
190	1006,4	4,927	916,7	3,9270	1149,1	570	1146	151	1297	76	1221
200	1013,2	5,423	923,0	4,3221	1156,8	600	1303	159	1463	80	1383
210	1019,4	5,943	928,6	4,7366	1163,8	630	1477	167	1645	84	1561
220	1025,0	6,487	933,7	5,1706	1170,1	660	1668	175	1843	88	1756
230	1030,1	7,056	938,3	5,6240	1175,8	690	1876	183	2060	92	1968
240	1034,7	7,650	942,5	6,0971	1180,9	720	2103	191	2294	96	2199
250	1038,9	8,268	946,3	6,5897	1185,6	750	2349	199	2548	100	2449

Conductor 147-AL1-37ST1A Tense Límite Estático Dinámico Zona B (Altitud entre 500 y 1000 m)											
Vano A m	15°C + Viento			F Sena d <sub>2</sub> m	Parám. proyect m	Sup S <sub>1</sub> m <sup>2</sup>	Caso 1 S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> m <sup>2</sup>	Caso 2		Caso 3	
	T daN	F m	Parámetro m					S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> + S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> + S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>
50	647,9	0,530	590,2	0,4221	740,4	150	178	40	218	20	198
60	683,3	0,723	622,4	0,5764	780,8	180	196	48	244	24	220
70	713,5	0,943	649,9	0,7514	815,2	210	220	56	276	28	248
80	739,2	1,188	673,3	0,9472	844,6	240	251	64	315	32	283
90	761,2	1,461	693,4	1,1643	869,6	270	290	72	361	36	326
100	780,1	1,760	710,6	1,4027	891,2	300	337	80	417	40	377
110	796,3	2,086	725,4	1,6628	909,6	330	394	88	482	44	438
120	810,3	2,440	738,1	1,9448	925,5	360	461	96	557	48	509
130	822,4	2,822	749,1	2,2490	939,3	390	540	104	644	52	592
140	832,9	3,231	758,7	2,5755	951,3	420	631	112	743	56	687
150	842,1	3,669	767,1	2,9246	961,7	450	735	120	855	60	795
160	850,2	4,136	774,4	3,2965	970,7	480	854	128	981	64	917
170	857,2	4,631	780,8	3,6911	978,7	510	987	135	1123	68	1055
180	863,4	5,155	786,5	4,1088	985,7	540	1137	143	1280	72	1209
190	868,9	5,708	791,5	4,5494	991,9	570	1304	151	1455	76	1379
200	873,8	6,290	796,0	5,0133	997,4	600	1488	159	1648	80	1568
210	878,2	6,901	799,9	5,5004	1002,2	630	1692	167	1859	84	1775
220	882,1	7,541	803,5	6,0108	1006,5	660	1915	175	2091	88	2003
230	885,6	8,211	806,7	6,5445	1010,4	690	2160	183	2343	92	2251
240	888,7	8,910	809,5	7,1018	1013,8	720	2426	191	2617	96	2521
250	891,6	9,639	812,1	7,6825	1016,9	750	2715	199	2914	100	2814

Conductor 147-AL1-37ST1A Tense Límite Estático Dinámico Zona C (Altitud mayor de 1000 m)											
Vano A m	15°C + Viento			F Senα d <sub>2</sub> m	Parám. proyect m	Sup S <sub>1</sub> m <sup>2</sup>	Caso 1 S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> m <sup>2</sup>	Caso 2		Caso 3	
	T daN	F m	Parámetro m					S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> + S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>	S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> + S <sub>3</sub> m <sup>2</sup>
50	507,8	0,676	462,6	0,5386	580,2	150	186	40	226	20	206
60	527,4	0,937	480,4	0,7469	602,5	180	210	48	258	24	234
70	542,1	1,241	493,8	0,9890	619,3	210	242	56	298	28	270
80	553,5	1,588	504,1	1,2654	632,2	240	285	64	349	32	317
90	562,3	1,978	512,2	1,5767	642,2	270	339	72	411	36	375
100	569,2	2,413	518,5	1,9231	650,0	300	407	80	486	40	446
110	574,7	2,892	523,5	2,3050	656,2	330	488	88	576	44	532
120	579,1	3,416	527,5	2,7225	661,2	360	586	96	682	48	634
130	582,8	3,984	530,9	3,1757	665,2	390	701	104	805	52	753
140	585,8	4,598	533,6	3,6650	668,5	420	835	112	946	56	891
150	588,3	5,257	535,9	4,1902	671,2	450	989	120	1109	60	1049
160	590,4	5,961	537,8	4,7515	673,5	480	1165	128	1293	64	1229
170	592,2	6,711	539,4	5,3491	675,3	510	1364	135	1500	68	1432
180	593,7	7,507	540,8	5,9830	676,9	540	1588	143	1732	72	1660
190	595,0	8,347	542,0	6,6533	678,2	570	1839	151	1990	76	1915
200	596,1	9,234	543,0	7,3600	679,3	600	2117	159	2276	80	2197
210	597,1	10,167	543,9	8,1032	680,3	630	2424	167	2592	84	2508
220	598,0	11,145	544,7	8,8831	681,1	660	2763	175	2938	88	2850
230	598,7	12,170	545,4	9,6997	681,7	690	3133	183	3316	92	3225
240	599,4	13,240	546,0	10,5531	682,3	720	3537	191	3729	96	3633
250	600,0	14,357	546,5	11,4432	682,7	750	3977	199	4176	100	4077

## 8.5 Prescripciones especiales

Para aquellas situaciones especiales, como cruzamientos y paralelismo con otras líneas, con vías de comunicación, o con ríos o canales navegables o flotables, conducciones de gas, pasos sobre bosques o sobre zonas urbanas y proximidades a edificios y aeropuertos, deberán seguirse las prescripciones indicadas en el Capítulo 5 de la ITC-LAT 07, y documentos establecidos en cada caso por los organismos afectados u otras Normas oficiales al respecto.

## 9 UTILIZACIÓN DE APOYOS Y CRUCETAS

En este capítulo se definen los diferentes tipos de apoyos y crucetas a utilizar en el diseño de las líneas a que se refiere el presente Proyecto Tipo.

### 9.1 Clasificación de los apoyos

De acuerdo con el apartado 2.4.1 de la ITC-LAT 07, los apoyos, atendiendo al tipo de cadena de aislamiento se clasifican según su función en:

- a) **Apoyo de suspensión:** Apoyo con cadenas de aislamiento de suspensión.
- b) **Apoyo de amarre:** Apoyo con cadenas de aislamiento de amarre.
- c) **Apoyo de anclaje:** Apoyo con cadenas de aislamiento de amarre destinado a proporcionar un punto firme en la línea. Limitará en ese punto, la prolongación de esfuerzos longitudinales de carácter excepcional. Todos los apoyos de la línea cuya función sea de anclaje tendrán identificación propia en el plano de detalle del proyecto de la línea.

- d) **Apoyo de principio o fin de línea:** Son los apoyos primero y último de la línea, con cadenas de aislamiento de amarre, destinados a soportar, en sentido longitudinal, las solicitaciones del haz completo de conductores en un solo sentido.
- e) **Apoyos especiales:** Son aquellos que tienen una función diferente a las definidas en la clasificación anterior.

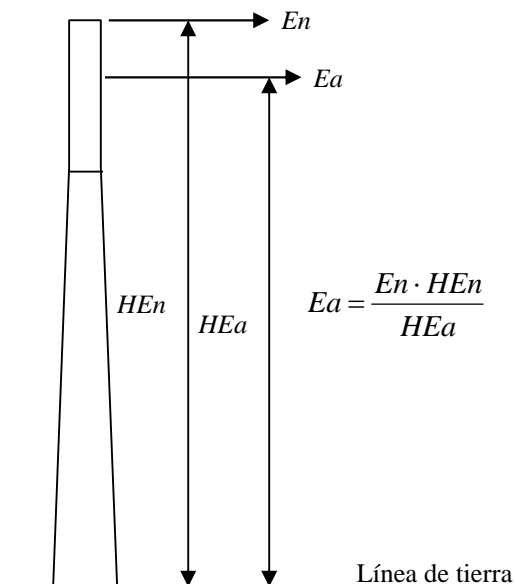
Atendiendo a su posición relativa respecto al trazado de la línea, los apoyos se clasifican en:

- f) **Apoyo de alineación:** Apoyo de suspensión, amarre o anclaje usado en un tramo rectilíneo de la línea.
- g) **Apoyo de ángulo:** Apoyo de suspensión, amarre o anclaje colocado en un ángulo del trazado de una línea.

En el tipo de línea que se contempla en el presente proyecto tipo, no es aconsejable emplear apoyos de ángulo con aislamiento suspendido cuando el ángulo de desviación de la traza sea mayor de 4°.

## 9.2 Características resistentes y dimensiones de los apoyos

Los apoyos previstos para el tipo de línea que nos ocupa serán de perfiles metálicos según el documento NI 52.10.01. Según la disposición de los armados, al producirse las solicitaciones sobre los mismos en cota inferior a la definida para el esfuerzo nominal, los apoyos son capaces de soportar mayores esfuerzos. Este valor se obtiene igualando momentos sobre la línea de tierra.



Siendo:

$E_n$  = Esfuerzo nominal apoyo, en daN

$H_{En}$  = Altura en m, para la que está definido  $E_n$

$E_a$  = Esfuerzo admisible del armado, en daN

$H_{Ea}$  = Altura en m, para la que está definido  $E_a$

Aplicando valores, para armados con crucetas distanciadas verticalmente de 1,80, 2,40 o 3,00 m, se tiene para diferentes alturas de apoyos:

Incremento del esfuerzo nominal para crucetas distanciadas verticalmente 1,80 m				Incremento del esfuerzo nominal para crucetas distanciadas verticalmente 2,40 o 3,00 m (*)			
HEn (m)	HEa (m)	Ea/En	$\Delta\%$	HEn (m)	HEa (m)	Ea/En	$\Delta\%$
10	8,2	1,22	21,95%	10	8,8	1,14	13,64%
12	10,2	1,18	17,65%	12	10,8	1,11	11,11%
14	12,2	1,15	14,75%	14	12,8	1,09	9,38%
16	14,2	1,13	12,68%	16	14,8	1,08	8,11%
18	16,2	1,11	11,11%	18	16,8	1,07	7,14%
20	18,2	1,10	9,89%	20	18,8	1,06	6,38%
22	20,2	1,09	8,91%	22	20,8	1,06	5,77%
24	22,2	1,08	8,11%	24	22,8	1,05	5,26%
26	24,2	1,07	7,44%	26	24,8	1,05	4,84%

(\*) En armados con crucetas distanciadas 2,40 m, los apoyos se suplementarán con un extensionamiento de 1,20 m, en armados con distancia vertical de 3,00 m, los apoyos se suplementarán con extensionamiento de 1,80 m, según Anexo A, de la NI 52.10.01. En ambos casos, la sección de aplicación de los esfuerzos, se produce a nivel de la cruceta intermedia; esta sección se encuentra en ambos casos a 1,20 m por debajo de la cogolla del apoyo.

Según puede observarse, a medida que aumenta el valor de  $HEn$ , el porcentaje disminuye, por ello y para situarse en el lado de la seguridad se adopta para todos los casos un incremento del 7,44% para distancias verticales entre conductores de 1,8 m y de un 4,84% para distancias verticales entre conductores de 2,4 o 3 m.

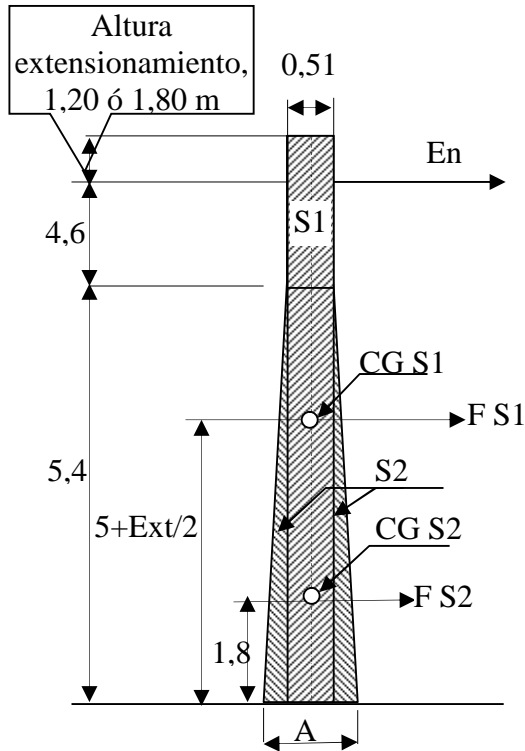
Teniendo en cuenta lo anterior, se especifican a continuación las ecuaciones generales resistentes de los apoyos de celosía utilizados en el presente proyecto tipo.

Ecuación General Apoyos tipo C							
Valores especificados según documento.				Crucetas distanciadas verticalmente, 1,80 m		Crucetas distanciadas verticalmente, 2,40 o 3,00 m	
Apoyo Tipo	T - L (daN)	V (daN)	Torsión (daN.m)	T - L (daN)	Ecuación Resistente	T - L (daN)	Ecuación Resistente
C-1000	1000	600	1050	1074	$V + 5.T = 5972$	1048	$V + 5.T = 5842$
C-2000	2000	600	2100	2149	$V + 5.T = 11344$	2097	$V + 5.T = 11084$
C-3000	3000	800	2100	3223	$V + 5.T = 16916$	3145	$V + 5.T = 16526$
C-4500	4500	800	2100	4835	$V + 5.T = 24974$	4718	$V + 5.T = 24389$
C-7000	7000	1200	3750	7521	$V + 5.T = 38803$	7339	$V + 5.T = 37894$
C-9000	9000	1200	3750	9669	$V + 5.T = 49547$	9435	$V + 5.T = 48377$

Los esfuerzos  $T$  y  $L$ , se consideran aplicados a nivel de la cruceta intermedia.

El valor de  $V$  podrá variar en función de la ecuación resistente, siempre y cuando el valor de  $T$  o  $L$ , no superen el esfuerzo nominal del apoyo y el valor de la carga vertical no supere en tres veces la carga vertical especificada.

Los valores, para los que están especificados los esfuerzos nominales se consideran con viento de 120 km/h y una presión de 170 daN/m<sup>2</sup>. En la hipótesis de hielo, los esfuerzos que pueden soportar los apoyos son iguales al nominal más el que provoca el viento sobre la estructura. Estos incrementos son mayores cuanto mayor es la altura del apoyo. Siguiendo el mismo criterio que en los casos anteriores, se considera una altura mínima de  $HEn = 10$  m.



La fuerza de viento aplicada en cabeza, se obtiene tomando momentos respecto a la línea de tierra, que para apoyos de 10 m de altura libre, es:

$$F_v = \frac{F_{S1} \cdot (5 + Ext/2) + F_{S2} \cdot 1,8}{4,6 + 5,4}$$

Aplicando valores, para apoyos de 10 y 20 m de altura libre, se tiene:

Apoyos de 10 m de altura libre, con cabeza de 0,51m de ancho x 4,60 m de largo

Apoyo Tipo	Conicidad (mm/m)	A (m)	Superficies (m <sup>2</sup> )		Superficie proyectada considerada (m <sup>2</sup> ) *		Fuerza Viento (daN)		
			S1	S2	%	Total	S1	S2	Cogolla
C-1000	35,00	0,70	5,10	0,51	30,00%	1,68	260,1	26,0	134,7
C-2000	37,50	0,71	5,10	0,55	32,50%	1,84	281,8	30,2	146,3
C-3000	40,00	0,73	5,10	0,58	35,00%	1,99	303,5	34,7	158,0
C-4500	42,50	0,74	5,10	0,62	37,50%	2,14	325,1	39,5	169,7
C-7000	45,00	0,75	5,10	0,66	40,00%	2,30	346,8	44,6	181,4
C-9000	47,50	0,77	5,10	0,69	42,50%	2,46	368,5	50,0	193,2

\* Se indica un porcentaje mayor del previsible.

Atendiendo a lo anterior y en la seguridad de que los incrementos deducidos sobre los esfuerzos nominales son siempre menores a los reales se tiene:

Ecuación General Apoyos tipo C						
VALORES ESPECIFICADOS			HIPOTESIS DE VIENTO		HIPOTESIS DE HIELO	
Apoyo Tipo	T - L daN	V daN	T - L daN	Ecuación Resistente	T - L daN	Ecuación Resistente
C-1000	1000	600	1000	V+5T = 5600	1135	V+5T = 6274
C-2000	2000	600	2000	V+5T = 10600	2146	V+5T = 11332
C-3000	3000	800	3000	V+5T = 15800	3158	V+5T = 16590
C-4500	4500	800	4500	V+5T = 23300	4670	V+5T = 24148
C-7000	7000	1200	7000	V+5T = 36200	7181	V+5T = 37107
C-9000	9000	1200	9000	V+5T = 46200	9193	V+5T = 47166

Siendo: T = Suma de cargas horizontales que actúan sobre el apoyo, en daN  
 V = Suma de cargas verticales que actúan sobre el apoyo, en daN

Dado que para los armados previstos, el punto de aplicación de las cargas transmitidas por conductores, viento sobre aisladores y crucetas, se producen por debajo de la cogolla del apoyo y a nivel de la cruceta intermedia, lógicamente las cargas que pueden soportar los apoyos son mayores a los indicados en la tabla anterior.

Teniendo en cuenta las anteriores conclusiones, en armados con crucetas distanciadas verticalmente de 1,80 m y 2,40 m, las ecuaciones resistentes en las hipótesis de viento y de hielo, serán las siguientes:

<b>APOYOS TIPO C: ARMADOS DOBLE CIRCUITO</b>						
<b>Armado sin extensionamiento. Distancia vertical entre crucetas, 1,80 m</b>						
<b>Apoyo</b>	<b>HIPOTESIS DE VIENTO</b>			<b>HIPOTESIS DE HIELO</b>		
	<b>T - L daN</b>	<b>V daN</b>	<b>Ecuación Resistente</b>	<b>T - L daN</b>	<b>V daN</b>	<b>Ecuación Resistente</b>
C-1000	1074	600	$V+5T = 5972$	1219	600	$V+5T = 6696$
C-2000	2149	600	$V+5T = 11344$	2306	600	$V+5T = 12130$
C-3000	3223	800	$V+5T = 16916$	3393	800	$V+5T = 17764$
C-4500	4835	800	$V+5T = 24974$	5017	800	$V+5T = 25885$
C-7000	7521	1200	$V+5T = 38803$	7716	1200	$V+5T = 39778$
C-9000	9669	1200	$V+5T = 49547$	9877	1200	$V+5T = 50585$

<b>APOYOS TIPO C: ARMADOS DOBLE CIRCUITO</b>						
<b>Armado con extensionamiento de 1,20 m. Distancia vertical entre crucetas, 2,40 m</b>						
<b>Apoyo</b>	<b>HIPOTESIS DE VIENTO</b>			<b>HIPOTESIS DE HIELO</b>		
	<b>H máx daN</b>	<b>V daN</b>	<b>Ecuación Resistente</b>	<b>H máx daN</b>	<b>V daN</b>	<b>Ecuación Resistente</b>
C-1000	990	500	$V+5T = 5451$	1190	500	$V+5T = 6448$
C-2000	2039	500	$V+5T = 10693$	2250	500	$V+5T = 11751$
C-3000	3087	700	$V+5T = 16134$	3311	700	$V+5T = 17254$
C-4500	4659	700	$V+5T = 23997$	4896	700	$V+5T = 25178$
C-7000	7280	1100	$V+5T = 37502$	7529	1100	$V+5T = 38745$
C-9000	9377	1100	$V+5T = 47986$	9638	1100	$V+5T = 49290$

En los esfuerzos trasversales, se ha deducido el esfuerzo de viento provocado sobre el extensionamiento considerando una superficie proyectada del 50%. En los esfuerzos verticales se ha deducido el peso aproximado del extensionamiento, para el cual se ha considerado 100 daN.

<b>APOYOS TIPO C: ARMADOS DOBLE CIRCUITO</b>						
<b>Armado con extensionamiento de 1,80 m, crucetas distanciadas 3,00 m.</b>						
<b>Apoyo</b>	<b>HIPOTESIS DE VIENTO</b>			<b>HIPOTESIS DE HIELO</b>		
	<b>H máx (daN)</b>	<b>V (daN)</b>	<b>Ecuación Resistente</b>	<b>H máx (daN)</b>	<b>V (daN)</b>	<b>Ecuación Resistente</b>
C-1000	956	450	$V+5T = 5232$	1190	450	$V+5T = 6398$
C-2000	2005	450	$V+5T = 10473$	2250	450	$V+5T = 11701$
C-3000	3053	650	$V+5T = 15915$	3311	650	$V+5T = 17204$
C-4500	4626	650	$V+5T = 23778$	4896	650	$V+5T = 25128$
C-7000	7247	1050	$V+5T = 37283$	7529	1050	$V+5T = 38695$
C-9000	9343	1050	$V+5T = 47767$	9638	1050	$V+5T = 49240$



En los esfuerzos transversales, se ha deducido el esfuerzo de viento provocado sobre el extensionamiento considerando una superficie proyectada del 50%. En los esfuerzos verticales se ha deducido en peso aproximado del extensionamiento, para el cual se ha considerado 150 daN.

### 9.3 Características resistentes de las crucetas

En todos los tipos de apoyos independientemente de su función dentro de la línea se utilizarán crucetas rectas, pudiéndose tomar como referencia para los mismos el documento informativo NI 52.31.02, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista. Responden a las características siguientes:

<b>Crucetas rectas para apoyos de celosía. Esfuerzos nominales y casos de carga, por punto de fijación de conductor.</b>										
Designación	Casos de carga	Carga de trabajo más Sobrecarga (daN)			Coeficiente de Seguridad	Carga límite especificada.			Tiempo (s).	Peso Aprox. (daN)
		V	L	F		Carga de ensayo (daN)				
		V	L	F		V	L	F		
RC2-10-S	A	650	---	1500	1,50	975	---	2250	60	41
RC2-12,5-S										51
RC2-15-S										74
RC2-17,5-S	B	650	1500	---		675	2250	---		90
RC2-20-S										115

**Guía de utilización de crucetas.** En la tabla siguiente, se indican los vanos medios máximos que admiten las crucetas, en función de la pendiente y el tense de los conductores.

Zona A (Altitud de 0 a 500 m)									
Pendiente	Tense Máximo Estático dinámico				Tense reducido				
	Cruceta CR-1		Cruceta CR-2		Cruceta CR-1		Cruceta CR-2		
	Seguridad				Seguridad				
N	Normal	Reforzada	Normal	Reforzada	Normal	Reforzada	Normal	Reforzada	
0	662	530	964	771	662	530	964	771	
0,1	562	429	863	671	594	461	895	703	
0,2	462	329	763	570	525	393	827	634	
0,3	361	229	663	470	457	325	759	566	
Zona B (Altitud entre 500 y 1000m)									
0	310	248	451	361	310	248	451	361	
0,1	225	163	366	276	254	192	395	304	
0,2	141	79	282	192	197	135	338	248	
0,3	56	Fallo	197	107	141	79	282	192	
Zona C (Altitud mayor de 1000m)									
0	202	162	295	236	202	162	295	236	
0,1	147	107	239	180	166	125	258	199	
0,2	92	51	184	125	129	88	221	162	
0,3	36	Fallo	129	70	92	51	184	125	

## 9.4 Cargas permanentes

Las crucetas, en su caso el extensionamiento y el aislamiento, transmiten al apoyo, siempre su peso y en el caso de hipótesis de viento, la fuerza que genera sobre ellos la presión de viento, cuyo valor está especificado en el apartado 3.1.2 de la ITC-LAT 07.

### 9.4.1 Crucetas y aislamiento

El valor de la fuerza del viento sobre las crucetas rectas, según el apartado 3.1.2.4 de ITC-LAT 07 es igual:

$$F_C = q_{sp} \times A_{p-cru} \approx 8,5 \text{ daN}$$

Siendo:  $q_{sp}$  = Presión provocada por un viento de 120 km/h, sobre superficies planas = 100 daN/m<sup>2</sup>

$$A_{p-cru} = 0,93 \times 0,09 = 0,0837 \approx 0,085 \text{ m}^2$$

Se ha considerado el área proyectada de la cruceta correspondiente a la barra extrema en la que se instalan los aisladores. Esta barra es de 930 mm de máxima longitud y angular de L90.9 o menor.

El valor de la fuerza del viento sobre la cadena de aisladores, según el apartado 3.1.2.2 de ITC-LAT 07 es igual:

$$F_C = q_{ais} \times A_i \approx 2,94 \text{ daN}$$

Siendo:  $q_{ais}$  = Presión provocada por un viento de 120 km/h = 70 daN/m<sup>2</sup>

$A_i$  = Área de la cadena de aisladores proyectada horizontalmente en un plano vertical paralelo al eje de la cadena de aisladores, en m<sup>2</sup>. Se ha considerado una longitud de cadena de 0,7 m y un ancho de cadena medio de 0,06 m.

A efectos de cálculos se adopta, un peso por cadena de 5,5 daN.

Sumando los esfuerzos transversales del viento sobre aisladores y cruceta se tiene:

- Apoyos con aislamiento suspendido o de principio o fin de línea:  
 $8,5 + 2 \times 2,94 = 14,38 \text{ daN / cruceta}$
- Resto de apoyos:  $8,5 + 4 \times 2,94 = 20,26 \text{ daN / cruceta}$

Dado que cada apoyo incorpora tres crucetas con su correspondiente aislamiento, el esfuerzo total será:

- Apoyos con aislamiento suspendido o de principio o fin de línea:  
 $3 \times 14,38 = 43,14 \text{ daN}$
- Resto de apoyos:  $3 \times 20,26 = 60,78 \text{ daN}$

Dentro de las crucetas normalizadas, en el presente Proyecto, preferentemente se utilizarán las RC-12,5 y RC-1,5. A efecto de cargas verticales se utilizarán las RC2, lo que supone siempre estar del lado de la seguridad.

Composición armados			Peso Crucetas (daN)	Peso aislamiento		Total, crucetas y aislamiento	
a (m)	b (m)	d (m)		Suspendido o fin de línea (daN)	Amarre (daN)	Suspendido o fin de línea (daN)	Amarre (daN)
1,25	1,50	1,80	176	33	66	209	242
1,25	1,50	2,40	176	33	66	209	242
1,25	1,50	3,00	176	33	66	209	242

A continuación se indica, para los armados indicados, las cargas permanentes, transversales y verticales que las crucetas y aisladores transmiten al apoyo.

Armado	a (m)	b (m)	d (m)
	1,25	1,50	1,80, 2,40 y 3,00

Cargas permanentes	Apoyos con aislamiento suspendido o de principio o fin de línea	Resto de apoyos
Cargas verticales (daN)	209,00	242,00
Cargas trasversales (daN)	43,14	60,78

Las cargas trasversales, se aplicarán a nivel de la cruceta intermedia.

A efecto de cálculo mecánico de los apoyos, se aplican los valores de 242,00 y 61,00 daN.

Atendiendo a lo indicado anteriormente, en función de los armados, los esfuerzos útiles de los apoyos deducidos las cargas permanentes verticales y trasversales son:

<b>APOYOS TIPO C: ARMADOS DOBLE CIRCUITO</b>						
<b>Armado sin extensionamiento. Distancia vertical entre crucetas, 1,80 m</b>						
<b>Esfuerzos admisibles y ecuación de los apoyos, deducidas cargas permanentes.</b>						
Apoyo Tipo	<b>HIPOTESIS DE VIENTO</b>			<b>HIPOTESIS DE HIELO</b>		
	T - L (daN)	V (daN)	Ecuación Resistente	T - L (daN)	V (daN)	Ecuación Resistente
C-1000	1013	358	$V+5T = 5425$	1219	358	$V+5T = 6454$
C-2000	2088	358	$V+5T = 10797$	2306	358	$V+5T = 11888$
C-3000	3162	558	$V+5T = 16369$	3393	558	$V+5T = 17522$
C-4500	4774	558	$V+5T = 24426$	5017	558	$V+5T = 25643$
C-7000	7460	958	$V+5T = 38256$	7716	958	$V+5T = 39536$
C-9000	9608	958	$V+5T = 49000$	9877	958	$V+5T = 50343$

APOYOS TIPO C: ARMADOS DOBLE CIRCUITO							
Armado con extensionamiento de 1,20 m, crucetas distanciadas 2,40 m.							
Esfuerzos admisibles y ecuación de los apoyos, deducidas cargas permanentes.							
Apoyo Tipo	HIPOTESIS DE VIENTO			HIPOTESIS DE HIELO			
	T - L (daN)	V (daN)	Ecuación Resistente	T - L (daN)	V (daN)	Ecuación Resistente	
C-1000	929	258	V+5T = 4903	1190	258	V+5T = 6206	
C-2000	1977	258	V+5T = 10145	2250	258	V+5T = 11509	
C-3000	3026	458	V+5T = 15587	3311	458	V+5T = 17012	
C-4500	4598	458	V+5T = 23450	4896	458	V+5T = 24936	
C-7000	7219	858	V+5T = 36955	7529	858	V+5T = 38503	
C-9000	9316	858	V+5T = 47439	9638	858	V+5T = 49048	

APOYOS TIPO C: ARMADOS DOBLE CIRCUITO							
Armado con extensionamiento de 1,80 m, crucetas distanciadas 3,00 m.							
Esfuerzos admisibles y ecuación de los apoyos, deducidas cargas permanentes.							
Apoyo Tipo	HIPOTESIS DE VIENTO			HIPOTESIS DE HIELO			
	T - L (daN)	V (daN)	Ecuación Resistente	T - L (daN)	V (daN)	Ecuación Resistente	
C-1000	895	208	V+5T = 4684	1190	208	V+5T = 6156	
C-2000	1944	208	V+5T = 9926	2250	208	V+5T = 11459	
C-3000	2992	408	V+5T = 15368	3311	408	V+5T = 16962	
C-4500	4565	408	V+5T = 23231	4896	408	V+5T = 24886	
C-7000	7186	808	V+5T = 36736	7529	808	V+5T = 38453	
C-9000	9282	808	V+5T = 47220	9638	808	V+5T = 48998	

Cuando se den las condiciones descritas en los apartados 3.5.3 y 5.3 de la ITC-LAT 07, los coeficientes de seguridad de cimentaciones, apoyos y crucetas en el caso de hipótesis normales y en 3ª hipótesis, deberán ser un 25% superior (seguridad reforzada).

### 9.5 Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de suspensión

Las cargas verticales, transversales y longitudinales que afectan a crucetas y apoyos, se calculan siguiendo los procedimientos siguientes:

#### 1ª Hipótesis (viento) Aplicable en Zonas A, B y C

Las cargas verticales, que deben soportar los apoyos son:

$$\text{Cargas permanentes} = \text{Peso de cruceta} + \text{peso de aislamiento} + \text{Peso conductores} = P_c + P_a + P_{cond}$$

$$P_{cond} = n.P. \left[ \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_V}{P_{ap-v}} \cdot \left( \frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right] = n.P. \left( \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_V \cdot N}{P_{ap-v}} \right) \quad daN$$

Siendo:	$P_c$	=	Peso de cruceta, daN (Ver 9.3 y 9.4)
	$P_a$	=	Peso cadenas de aislamiento, daN (Ver 9.3 y 9.4)
	$P_{cond}$	=	Peso de conductor con sobrecarga de viento de 120 km/h, daN
	$n$	=	Número de conductores = 6
	$P$	=	Peso del conductor, en daN/m = 0,663
	$P_{ap-v}$	=	Peso aparente con presión de viento de 60 daN/m <sup>2</sup>
			$P_{ap-v} = \sqrt{P^2 + (q \cdot \phi)^2} = \sqrt{0,663^2 + 0,875^2} = 1,098 \quad daN/m$
	$\phi$	=	Diámetro de los conductores en m. = 0,0175
	$q$	=	Presión viento, sobre conductores de diámetro superior a 16 mm, en daN/m <sup>2</sup> = 50
	$T_v$	=	Tracción de los conductores con sobrecarga de viento a -5°C, en Zona A, -10°C en Zona B y -15°C en zona C, en daN
	$d_1$	=	Desnivel del vano anterior, en m.
	$d_2$	=	Desnivel del vano posterior, en m.
	$a_1$	=	Longitud vano anterior, en m.
	$a_2$	=	Longitud vano posterior, en m.
	$N$	=	Pendiente.

Las cargas verticales, que deberán soportar las crucetas, por cada punto de fijación de los conductores, es:

$$\frac{P_{cond} + P_a}{n}$$

Las cargas transversales, que deben soportar los apoyos provocadas por los conductores son:

$$F_T = n \cdot q \cdot \phi \cdot \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right) \cdot \cos^2 \left( \frac{\alpha}{2} \right) + 2 \cdot n \cdot T_v \cdot \sin \left( \frac{\alpha}{2} \right) \quad daN$$

siendo  $\alpha$ , el ángulo de desviación de la traza, en grados sexagesimales.

Las cargas transversales, que se transmiten al apoyo, por crucetas y aislamiento, se indican en los apartados 9.3y 9.4.

Las cargas, transversales que deberán soportar las crucetas, son las mismas que para los apoyos menos el esfuerzo de viento sobre las mismas.

## 2ª Hipótesis (hielo) Aplicable en Zonas B y C.

Las cargas verticales, que deben soportar los apoyos son:

Cargas permanentes = Peso de cruceta + peso de aislamiento + Peso conductores =  $P_c + P_a + P_{cond}$

$$P_{cond} = n \cdot P_{ap-h} \cdot \left[ \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_h}{P_{ap-h}} \cdot \left( \frac{d_1}{a_1} + \frac{d_2}{a_2} \right) \right] = n \cdot P_{ap-h} \left( \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_h \cdot N}{P_{ap-h}} \right) \quad daN$$

Siendo:

$P_{ap-h}$  = Peso aparente con sobrecarga de hielo ( $0,180 \cdot \sqrt{d}$ , en Zona B y  $0,360 \cdot \sqrt{d}$ , en Zona C, daN/m)

Peso + sobrecarga hielo; Zona B =  $P + 0,18 \cdot \sqrt{d} = 1,416$  daN/m

Peso + sobrecarga hielo en Zona C =  $P + 0,36 \cdot \sqrt{d} = 2,167$  daN/m

$T_h$  = Tracción de los conductores con sobrecarga de hielo a  $-15^\circ\text{C}$ , en Zona B y a  $-20^\circ\text{C}$  en Zona C, en daN

Las cargas verticales, que deberán soportar las crucetas por cada punto de fijación de los conductores, son:

$$\frac{P_{cond} + P_a}{n}$$

Las cargas trasversales, que deben soportar los apoyos son:

$$F_T = 2 \cdot n \cdot T_h \cdot \text{sen} \frac{\alpha}{2} \quad \text{daN}$$

### 3ª Hipótesis (desequilibrio de tracciones) Aplicable en Zonas A, B y C.

Las cargas verticales, que deben soportar los apoyos y crucetas, según zona, son las deducidas anteriormente para la 2ª hipótesis.

Las cargas longitudinales, en daN, que deben soportar los apoyos son:

Apoyos con seguridad:	Zona A	Zonas B y C
Normal	$F_L = 8 \cdot \frac{n \cdot T_v}{100}$	$F_L = 8 \cdot \frac{n \cdot T_h}{100}$
Reforzada	$F_L = 1,25 \cdot 8 \cdot \frac{n \cdot T_v}{100} = \frac{n \cdot T_v}{10}$	$F_L = 1,25 \cdot 8 \cdot \frac{n \cdot T_h}{100} = \frac{n \cdot T_h}{10}$

El apoyo mínimo dentro de los indicados para los tenses máximos adoptados, es el C-1000, tanto con seguridad normal como reforzada.

Las cargas trasversales serán las que genera el ángulo para 1ª o 2ª hipótesis, según el caso.

En el anexo B, se incluyen los gráficos de utilización de los apoyos.

### 4ª Hipótesis (rotura de conductores)

Esta hipótesis no se aplica en el tipo de apoyo en estudio, según lo indicado en 6.2.

**Guía de utilización de apoyos.** El apoyo mínimo dentro de los indicados para los tenses máximos adoptados, es el C-1000, tanto con seguridad normal como reforzada.

En el Anexo B, se incluyen los gráficos de utilización de los apoyos

### 9.6 Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre.

Salvo en 3ª hipótesis (desequilibrio de tracciones), para la determinación de los esfuerzos sobre los apoyos y crucetas, según el caso, se calculan igual a lo indicado en el apartado 9.5.

### 3ª Hipótesis (desequilibrio de tracciones) Aplicable en Zonas A, B y C.

De acuerdo el apartado 3.1.4.2 de la ITC-LAT 07, el desequilibrio a considerar, será del 15% de las tracciones unilaterales de todos los conductores, El esfuerzo resultante se podrá considerar distribuido en el eje del apoyo a la altura de los puntos de fijación de los conductores. En los apoyos de ángulo se valorará el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia.

Las cargas longitudinales, en daN, que deben soportar los apoyos son:

Apoyos con seguridad:	Zona A	Zonas B y C
Normal	$F_L = 15 \cdot \frac{n \cdot T_V}{100}$	$F_L = 15 \cdot \frac{n \cdot T_h}{100}$
Reforzada	$F_L = 1,25 \cdot 15 \frac{n \cdot T_V}{100} = 18,75 \cdot \frac{n \cdot T_V}{100}$	$F_L = 1,25 \cdot 15 \cdot \frac{n \cdot T_h}{100} = 18,75 \cdot \frac{n \cdot T_h}{100}$

### Guía de utilización de apoyos

**En Zona A:** El apoyo mínimo dentro de los indicados para los tenses máximos adoptados, es el C-1000, con seguridad normal. Con seguridad reforzada, el apoyo mínimo que cumple es el C-2000. Con tense reducido todos los apoyos cumplen con el apartado 3.1.4.2 de la ITC-LAT 07.

**En Zonas B y C:** El apoyo mínimo, dentro de los indicados para los tenses máximos adoptados, es el C-2000, tanto en seguridad normal como reforzada. Con tense reducido todos los apoyos cumplen con el apartado 3.1.4.2 de la ITC-LAT 07.

En el anexo B, se incluyen los gráficos de utilización de los apoyos.

Las cargas transversales serán las que genera el ángulo para 1ª o 2ª hipótesis, según el caso.

## 9.7 Apoyos de anclaje

En 1ª y 2ª hipótesis el procedimiento de cálculo es el mismo a los descritos en el apartado 9.5, sin tener en cuenta la resultante de ángulo.

En el tipo de proyecto que nos ocupa, deberán existir, dependiendo de la longitud de la línea, apoyos de anclaje como máximo cada 3 km.

### 3ª Hipótesis (desequilibrio de tracciones) Aplicable en Zonas A, B y C.

De acuerdo el apartado 3.1.4.3 de la ITC-LAT 07, el desequilibrio a considerar, será del 50% de las tracciones unilaterales de todos los conductores, El esfuerzo resultante se podrá considerar distribuido en el eje del apoyo a la altura de los puntos de fijación de los conductores. En los apoyos de ángulo se valorará el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia.

Las cargas longitudinales, en daN, que deben soportar los apoyos son:

Apoyos con seguridad:	Zona A	Zonas B y C
Normal	$F_L = 50 \cdot \frac{n \cdot T_v}{100}$	$F_L = 50 \cdot \frac{n \cdot T_h}{100}$
Reforzada	$F_L = 1,25 \cdot 50 \cdot \frac{n \cdot T_v}{100} = 62,5 \cdot \frac{n \cdot T_v}{100}$	$F_L = 1,25 \cdot 50 \cdot \frac{n \cdot T_h}{100} = 62,5 \cdot \frac{n \cdot T_h}{100}$

### Guía de utilización de apoyos

El apoyo mínimo dentro de los indicados para los tenses máximos adoptados, es el C-4500, tanto con seguridad normal como con seguridad reforzada. El apoyo mínimo que cumple con tense reducido es el C-3000 tanto con seguridad normal como con seguridad reforzada.

En el anexo B, se incluyen los gráficos de utilización de los apoyos.

Las cargas transversales serán las que genera el ángulo para 1ª o 2ª hipótesis, según el caso.

Se recomienda para estos apoyos, emplear armados con distancia vertical entre crucetas de 1,80 m.

### 4ª Hipótesis (rotura de conductores) Zonas A, B y C.

Se considerará los efectos que produce la rotura de un conductor, concretamente aquel, o uno de los, que se encuentra a mayor distancia del eje del apoyo. Esta circunstancia genera un momento torsor que deberán soportar los apoyos. En los apoyos de ángulo se valorará el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia.

El valor del momento torsor será:

$$\text{Para Zona A} \quad M_t = T_v \cdot B_c \quad \text{daN.m}$$

$$\text{Para Zona B y C} \quad M_t = T_h \cdot B_c \quad \text{daN.m}$$

siendo,  $B_c$ , el brazo de cruceta o distancia de las fases al eje del apoyo.



## Guía de utilización de apoyos

El apoyo mínimo dentro de los indicados para los tenses máximos adoptados, es el C-4500, para cruceta con un brazo máximo de 1,75 m., tanto con seguridad normal como con seguridad reforzada. El apoyo mínimo que cumple con tense reducido es el C-3000 tanto con seguridad normal como con seguridad reforzada.

En el Anexo B, se incluyen los gráficos de utilización de los apoyos.

Las cargas transversales serán las que genera el ángulo para 1ª o 2ª hipótesis, según el caso.

Se recomienda para estos apoyos, emplear armados con distancia vertical entre crucetas de 1,80 m.

### 9.8 Apoyos de principio o final de línea

Las cargas permanentes serán las ya indicadas en apartados anteriores referentes a los pesos de todos los elementos y del conductor con la sobrecarga correspondiente.

Las cargas trasversales, que se transmiten al apoyo, por crucetas y aislamiento, se indican en el apartado 9.3.

Las cargas trasversales, que deben soportar los apoyos provocadas por los conductores son:

$$F_T = n \cdot q \cdot \phi \cdot \frac{a}{2} \quad daN$$

El esfuerzo que deberá soportar el apoyo será el mismo que el calculado para los apoyos de alineación junto con el esfuerzo longitudinal (desequilibrio) equivalente al 100 por 100 de las tracciones unilaterales de todos los conductores en condiciones de viento o hielo reglamentario.

Las cargas longitudinales, en daN, que deben soportar los apoyos son:

Apoyos con seguridad:	Zona A	Zonas B y C
Normal	$F_L = 100 \cdot \frac{n \cdot T_v}{100} = n \cdot T_v$	$F_L = 100 \cdot \frac{n \cdot T_h}{100} = n \cdot T_h$
Reforzada	$F_L = 1,25 \cdot 100 \cdot \frac{n \cdot T_v}{100} = 1,25 \cdot n \cdot T_v$	$F_L = 1,25 \cdot 100 \cdot \frac{n \cdot T_h}{100} = 1,25 \cdot n \cdot T_h$

## Guía de utilización de apoyos

El apoyo mínimo dentro de los indicados para los tenses máximos adoptados con seguridad normal, es el C-7000. Con seguridad reforzada el apoyo que cumple es el C-9000. Con tense reducido y seguridad normal el apoyo mínimo que cumple es el C-4500 y con seguridad reforzada es el C-7000.

Las cargas transversales serán las que se generan en el semivano.

Se recomienda para estos apoyos, emplear armados con distancia vertical entre crucetas de 1,80 m.

#### 4ª Hipótesis (rotura de conductores) Zonas A, B y C.

Igual a lo indicado para los apoyos de anclaje.

#### Guía de utilización de apoyos

El apoyo mínimo dentro de los indicados para los tenses máximos adoptados con seguridad normal, es el C-7000, con seguridad reforzada el apoyo mínimo que cumple es el C-9000. Con tense reducido y seguridad normal el apoyo mínimo que cumple es el C-4500 y con seguridad reforzada es el C-7000.

Las cargas transversales serán las que se generan en el semivano.

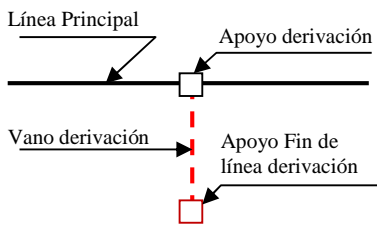
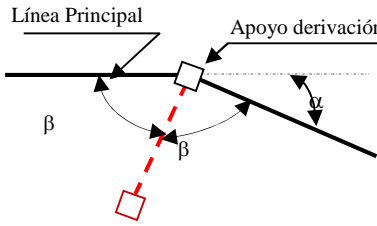
### 9.9 Apoyos de derivación. Hipótesis de cálculo.

#### Hipótesis de cálculo

Los apoyos de derivación deberán calcularse como si fuese un apoyo principio de línea correspondiente a la línea derivada con tense flojo (hasta una tensión máxima de 50 daN) de una longitud máxima de 25 metros de vano y además se debe de tener en cuenta la función del apoyo dentro de la línea principal.

Como norma general deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) El apoyo fin de línea, correspondiente a la línea destensada, se instalará preferentemente siguiendo la recta definida por la bisectriz del ángulo si lo hubiera o bien por la dirección definida por la cruceta del apoyo de derivación. En esta disposición no se transmiten esfuerzos longitudinales al apoyo de derivación.

<u>Casos de derivación</u>	
	<p><b>Caso 1.-</b> Línea derivada de un apoyo sin ángulo de desviación de la traza.</p> <p>Se comprobarán los esfuerzos que debe soportar el apoyo de derivación aplicando a la línea principal la hipótesis de viento y mínima temperatura, y a la línea derivada se calculará como fin de línea en la misma hipótesis. Normalmente el valores así obtenido será el valor más desfavorable, no obstante debe comprobarse en zonas B y C, el resultado de las tracciones con hipótesis de hielo y mínima temperatura.</p>
	<p><b>Caso 2.-</b> Línea derivada de un apoyo con ángulo de desviación de la traza con resultante en el sentido de la derivación.</p> <p>Se seguirán las mismas pautas indicadas en los casos anteriores.</p>

**Caso 3.-** Línea derivada de un apoyo con ángulo de desviación de la traza con resultante contraria al sentido de la derivación.

Se comprobarán los esfuerzos que debe soportar el apoyo de la línea principal en la hipótesis de viento y mínima temperatura, a la línea derivada se le aplicará como apoyo de fin de línea la tracción a la mínima temperatura sin sobrecarga de viento. Normalmente el valores así obtenido será el valor más desfavorable, no obstante debe comprobarse en zonas B y C, el resultado de las tracciones con hipótesis de hielo y mínima temperatura.

Si se construye una línea nueva y a la vez la derivación, en ningún caso deberá considerarse reducción de esfuerzos en función de que el apoyo de la línea principal tenga un ángulo que equilibre o disminuya el esfuerzo que sobre el mismo ejerce la línea derivada, dado que una posible eliminación de la derivación dejaría la instalación deficiente.

- a) El vano destensado de la derivación será de una longitud tal que durante las operaciones de izado, nunca llegue a aproximarse a los conductores de la línea principal, por ello se aconseja que la longitud de este vano sea superior a vez y media la altura libre del nuevo apoyo, siendo recomendable una distancia igual o superior a 15 m. pero no superior a 25 m.
- b) Los vanos de derivación se realizarán con tense flojo, y con conductor igual al de la línea principal tipo 47-SL1/8-ST1A (LA56).

Para el cálculo de los esfuerzos que se transmiten al apoyo de derivación (considerado como apoyo principio de línea correspondiente a la línea derivada destensada) se aplicarán las siguientes hipótesis:

**Hipótesis de viento:** Además de las cargas permanentes, se comprobarán los esfuerzos provocados por el viento sobre los conductores de la línea existente junto con el desequilibrio de tracciones provocado por los conductores de la línea destensada. Para el cálculo de dicho desequilibrio de empleará la tracción del conductor, sin viento, a la mínima temperatura de viento reglamentaria.

**Hipótesis de Hielo:** Además de las cargas permanentes, se comprobarán los esfuerzos provocados por el desequilibrio de tracciones provocado por los conductores de la línea destensada. Para el cálculo de dicho desequilibrio de empleará la tracción del conductor con hielo a la mínima temperatura de hielo reglamentaria.

En el caso de que se instale el apoyo de derivación tal y como se ha indicado al inicio de este apartado, no se producirán esfuerzos longitudinales sobre el apoyo de derivación. Si se instala desplazado de las trazas definidas se tendrá:

<u>Casos de derivación</u>	
<p><b>Caso 1B</b> El apoyo fin de línea de la derivación esta desplazado de la bisectriz del apoyo de alineación de la línea principal. Se calculará el desequilibrio de tracciones longitudinal provocado por el ángulo <math>\beta</math>.</p>	
<p><b>Caso 2B</b> El apoyo fin de línea de la derivación esta desplazado de la bisectriz del apoyo de ángulo de la línea principal. Se calculará el desequilibrio de tracciones longitudinal provocado por el ángulo <math>\beta</math>.</p>	
<u>Casos de derivación</u>	
<p><b>Caso 3B</b> El apoyo fin de línea de la derivación esta desplazado de la bisectriz del apoyo de ángulo de la línea principal. Se calculará el desequilibrio de tracciones longitudinal provocado por el ángulo <math>\beta</math>.</p>	

**Hipótesis de rotura de conductores:** Dado lo reducido de los tenses adoptados y la poca envergadura de las barras a las que se fijan las cadenas de amarre de los conductores, todos los apoyos que se incluyen en el presente proyecto tipo, son capaces de absorber sin problemas las solicitaciones que puedan producirse por este concepto.

## 10 CIMENTACIONES

En el documento informativo MT 2.23.30 (se podrán tomar otras referencias o especificaciones normativas -normas UNE o equivalentes- justificadas por el proyectista), se desarrolla, se desarrolla el cálculo y tablas para los apoyos que se contemplan, como referencia, en el presente documento, cuyos resultados se recogen en el Anexo E.

## 11 TOMAS DE TIERRA

Para el diseño de la puesta a tierra de los apoyos se seguirá lo indicado en el apartado 7 de la ITC-LAT 07, que se desarrolla en el MT 2.22.05.

El conductor de puesta a tierra, bajante grapada por el apoyo, será de aluminio acero y de una sección no inferior a  $100 \text{ mm}^2$ , al objeto evitar los robos que se producen con conductores de cobre.

El electrodo estará constituido por conductor de cobre desnudo y picas de acero cobrizado.

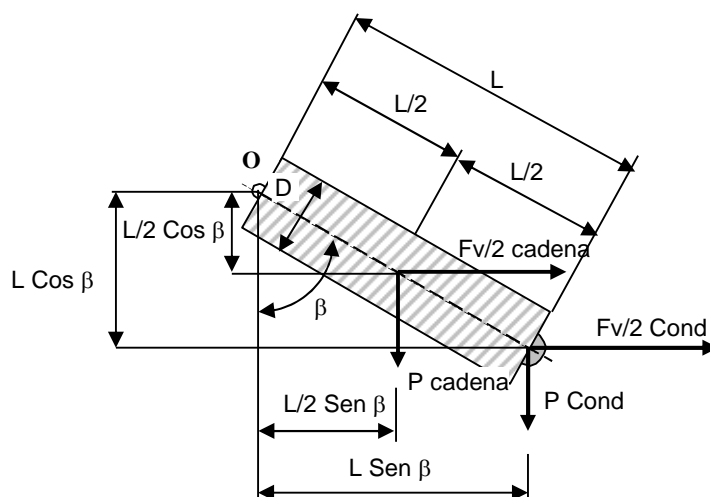
En el Anexo E se dan las configuraciones de tomas de tierra recomendadas.

## 12 CÁLCULO DE LA INCLINACIÓN DE CADENAS

De acuerdo con el apartado 5.4.2 de la ITC-LAT 07, la distancia entre conductores y partes puestas a tierra, bajo una presión de viento mitad sobre conductores y cadenas de suspensión no deberá ser inferior a  $Del$ ; en este caso según el apartado 5.2 de la citada ITC, el valor de  $Del = 0,35 \text{ m}$ .

La tracción a aplicar para esta hipótesis será la del vano de regulación con presión de viento mitad a  $-5^\circ\text{C}$  en Zona A, a  $-10^\circ\text{C}$  en Zona B y a  $-15^\circ\text{C}$  en Zona C.

Dada la variación de posibilidades, a efectos de cálculos de inclinación de cadenas, se adopta el valor de  $60^\circ$ .



Se considera, que aisladores y herrajes están contenidos en un cilindro de longitud  $L$  y diámetro  $D$ . Siguiendo el esquema anterior y tomando momentos respecto a "O", que es el punto de giro de la cadena, se tiene:

Cargas Verticales (daN)		Momento de cargas verticales (daN.m)
Peso de cadena	Peso conductor	$M_{cv} = L \cdot \left[ \frac{P_{cad}}{2} + P_{cond} \right] \cdot \text{sen}\beta$
$P_{cad} \approx 5,5$	$P_{cond} = P \cdot \left[ \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{V/2} \cdot N}{P_{apV/2}} \right]$	

Cargas Horizontales (daN)		Momento de cargas horizontales (daN.m)
Fuerza viento sobre:		
Cadena	Conductor	
$Fcad_{v/2} =$ $= q_{ais\ v/2} \cdot A_i$	$Fcond_{v/2} =$ $= q_{v/2} \cdot \phi \cdot \left[ \frac{a_1 + a_2}{2} \right] \cdot \cos^2 \left( \frac{\alpha}{2} \right) + 2 \cdot T_{v/2} \cdot \sen \left( \frac{\alpha}{2} \right)$	$Mch =$ $= L \cdot \left[ \frac{Fcad_{v/2}}{2} + Fcond_{v/2} \right] \cdot \cos \beta$

En la situación de equilibrio se tiene:

$$L \cdot \left[ \frac{Pcad}{2} + Pcond \right] \cdot \sen \beta = L \cdot \left[ \frac{Fcad_{v/2}}{2} + Fcond_{v/2} \right] \cdot \cos \beta$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\sen \beta}{\cos \beta} = \frac{\frac{Fcad_{v/2}}{2} + Fcond_{v/2}}{\frac{Pc}{2} + Pcond}$$

El valor máximo del ángulo de inclinación de cadena  $\beta$ , con las crucetas previstas es de 60°.

En las expresiones anteriores:

$P$  = Peso del conductor sin sobrecarga = 0,6631 daN/m

$\frac{a_1 + a_2}{2}$  = Vano medio en m.

$T_{v/2}$  = Tracción del conductor con presión de viento mitad, a -5, -10 o -15°C, en zonas A, B o C, respectivamente, en daN

$Pap_{v/2}$  = Peso aparente del conductor con viento presión mitad =  $\sqrt{(q_{v/2} \cdot \phi)^2 + P^2} = 0,7944$  daN/m

$N$  = Pendiente

$L$  = Longitud de cadena  $\approx 0.680$  m

$Fcad_{v/2}$  = Fuerza de viento de presión mitad sobre cadena de aislador

$q_{ais\ v/2}$  = Presión viento mitad, sobre aisladores =  $70/2 = 35$  daN/m<sup>2</sup>

$Fcond_{v/2}$  = Fuerza sobre conductores con presión de viento mitad, a -5, -10 o -15°C, en zonas A, B o C, respectivamente, en daN

$q_{v/2}$  = Presión viento mitad sobre los conductores =  $50/2 = 25$  daN/m<sup>2</sup>

$\phi$  = Diámetro del conductor = 0,0175 m

$\alpha$  = Ángulo de desviación de la traza, en grados

## Guía de utilización de apoyos

El valor de  $\beta$  es el mismo, independientemente de la distancia vertical entre crucetas. Dependiendo del tense y Zona en la que se sitúe la línea, en las tablas siguientes se dan las longitudes mínimas que tienen que tener los vanos medios, para no superar el ángulo  $\beta$  establecido de 60°.

Tense Límite Estático Dinámico - Zona A									
Vano mínimo por inclinación de cadenas, en función de la pendiente y ángulo de desviación de la traza (m)									
Angulo desv. °	Pendiente N								
	0	-0,0125	-0,025	-0,0375	-0,05	-0,0625	-0,075	-0,0875	-0,1
0	14	34	53	73	92	112	131	151	170
2	51	71	90	110	130	149	169	188	208
4	89	109	129	148	168	187	207	226	246

Tense Límite Reducido - Zona A									
Vano mínimo por inclinación de cadenas, en función de la pendiente y ángulo de desviación de la traza (m)									
Angulo desv. °	Pendiente N								
	0	-0,0125	-0,025	-0,0375	-0,05	-0,0625	-0,075	-0,0875	-0,1
0	7	20	33	47	60	73	86	100	113
2	32	45	58	72	85	98	111	125	138
4	58	71	84	97	110	124	137	150	163

Tense Límite Estático Dinámico - Zona B									
Vano mínimo por inclinación de cadenas, en función de la pendiente y ángulo de desviación de la traza (m)									
Angulo desv. °	Pendiente N								
	0	-0,0125	-0,025	-0,0375	-0,05	-0,0625	-0,075	-0,0875	-0,1
0	19	35	51	67	83	99	115	131	147
2	49	65	81	97	114	130	146	162	178
4	80	96	112	128	144	160	177	193	209

Tense Límite Reducido - Zona B									
Vano mínimo por inclinación de cadenas, en función de la pendiente y ángulo de desviación de la traza (m)									
Angulo desv. °	Pendiente N								
	0	-0,0125	-0,025	-0,0375	-0,05	-0,0625	-0,075	-0,0875	-0,1
0	6	17	28	39	50	60	71	82	93
2	27	38	49	59	70	81	92	103	114
4	48	59	70	80	91	102	113	124	135

Tense Límite Estático Dinámico - Zona C									
Vano mínimo por inclinación de cadenas, en función de la pendiente y ángulo de desviación de la traza (m)									
Angulo desv. °	Pendiente N								
	0	-0,0125	-0,025	-0,0375	-0,05	-0,0625	-0,075	-0,0875	-0,1
0	23	33	43	52	62	72	81	91	101
2	42	51	61	71	80	90	100	110	119
4	61	71	80	90	100	109	119	129	138

Tense Límite Reducido - Zona C									
Vano mínimo por inclinación de cadenas, en función de la pendiente y ángulo de desviación de la traza (m)									
Angulo desv. °	Pendiente N								
	0	-0,0125	-0,025	-0,0375	-0,05	-0,0625	-0,075	-0,0875	-0,1
0	11	17	23	30	36	43	49	56	62
2	23	30	36	43	49	55	62	68	75
4	36	43	49	56	62	69	75	81	88

### **13 CAMPOS ELECTROMAGNETICOS**

El campo magnético producido por los conductores de la línea, para las distintas configuraciones empleadas viene indicado en el informe “Campos eléctricos y magnéticos provocados por LLAA de distribución eléctrica”, donde se puede comprobar su valor que es muy inferior al límite especificado de 100  $\mu$ T, según RD 1066/2001 de 28 de septiembre.

### **14 REQUISITOS MEDIOAMBIENTALES**

Con el fin de seguir colaborando en la preservación del medio ambiente y dar respuesta a las reglamentaciones correspondientes, R D 1432/2008 de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en LAAT y Decretos autonómicos correspondientes, i-DE ha desarrollado el documento informativo MT 2.22.01 “Instalación de elementos para la protección de la avifauna en LAAT en zonas protegidas”, en donde se recogen las distintas soluciones con material normalizado u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

### **15 REDES INTELIGENTES. TELECOMUNICACIONES**

Las líneas deben estar preparadas para el desarrollo de redes inteligentes. A tal fin se podrán instalar elementos de telecomunicaciones, tales como cables de fibra óptica, aprovechando las estructuras propias de la red eléctrica, una vez que se hayan comprobado que dichas estructuras soportan los esfuerzos a los que van a estar sometidas.



## **Anexo A –Documentación de cada proyecto**

Cada proyecto concreto, diseñado en base al presente Proyecto Tipo, deberá aportar los siguientes documentos característicos del mismo:

### **1 MEMORIA**

En ella se justificará la finalidad de la instalación, razonando su necesidad o conveniencia.

A continuación se describirá el trazado de la línea, destacando aquellos motivos fundamentales que hayan influido en su determinación.

Se pondrá de manifiesto el número de alineaciones, la longitud y el vano regulador en cada una de ellas y la longitud total.

Se citará, asimismo, la potencia a transportar y la caída de tensión y pérdidas de potencia que se produzcan.

Se incluirá una relación de cruzamientos, paralelismos y demás situaciones que regula el capítulo 5 de la ITC-LAT 07, con los datos necesarios para su localización y para la identificación del propietario, entidad y organismo afectado. Cuando se pretenda declarar la Utilidad Pública en concreto de una línea, se debe incluir relación de propietarios y relación concreta individualizada de bienes o derechos a expropiar, de acuerdo con la Ley del Sector Eléctrico (LSE). En el Reglamento para su aplicación, aprobado por Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

Se incluirá una relación en la que se cite el apoyo de entronque y los apoyos más significativos de la línea.

No será necesario describir los elementos constructivos, ni incluir cálculos eléctricos ni mecánicos, bastando citar que todo ello se ajusta al presente Proyecto Tipo, e indicar la tabla de tendido utilizada.

Aquellas situaciones que no se ajusten al Proyecto Tipo, se deberán justificar o describir.

### **2 PLANO DE SITUACIÓN**

El trazado de la línea se representará en un plano a escala suficiente para que el emplazamiento de la misma sea perfectamente identificable y localizable.

### **3 PLANOS DE PERFIL LONGITUDINAL Y PLANTA**

Se representará en un solo plano, el perfil y planta de la línea.

Las escalas a utilizar serán:

Horizontal: 1:2.000  
Vertical: 1:500

Se situarán en planta todos los cultivos, arbolados y servicios que existan en una franja de terreno de 50m., de anchura a cada lado del eje de la línea, tales como carreteras, ferrocarriles, cursos de agua, líneas eléctricas, de telecomunicación, teleféricos y edificios, conducciones de gas y todo aquello que se estime de interés, indicándose en el perfil la altura de arbolado y servicios, que disten menos de 10m del eje de la línea.

En cuanto a los apoyos, se indicará, en primer lugar, la naturaleza del mismo: (A) metálicos, (H) hormigón, y a continuación su tipo, alineación, ángulo, etc., seguido de una cifra que indique la longitud total del apoyo y separando una barra, una cifra siguiente que indicará el esfuerzo útil del apoyo y las letras que designarán el sistema de fijación de los conductores, todo ello de acuerdo con la siguiente nomenclatura:

### Apoyos

Apoyo de suspensión de alineación.....	SAL
Apoyo de suspensión de ángulo.....	SAG
Apoyo de amarre y alineación.....	AAL
Apoyo de amarre y ángulo.....	AAG
Apoyo de amarre y anclaje.....	AAN
Apoyo de amarre, principio o final de línea....	FL

### Cadenas de aisladores

	Polución media	Polución fuerte
• Suspensión seguridad normal.....II		IV
• Suspensión seguridad reforzada.....II		IV
• Amarre.....II		IV

### Crucetas

En cuanto a las crucetas se indicará, en primer lugar, la situación y tipo de la misma: (BP) bóveda de alineación, (BC) bóveda de celosía para ángulo o anclaje, (RC y RH) cruceta recta, seguida de una cifra que indique el esfuerzo nominal de la cruceta, y separada por una barra que identificará la separación entre conductores.

• Bóveda de alineación	BP
• Bóveda ángulo-anclaje	BC
• Cruceta recta para apoyos de perfiles metálicos	RC
• Cruceta recta para postes	RH

## 4 PLANO DE PASO POR TERRENOS DE ORGANISMOS

Estos planos estarán constituidos por el tramo de perfil y planta afectado. Se numerarán correlativamente cada uno de ellos. Además, llevarán señalado explícita y numéricamente, cada uno de ellos, el cumplimiento de las separaciones mínimas reglamentarias.

Las escalas preferentes a utilizar en estos planos serán:

Horizontal:	1: 2000
Vertical:	1: 500

Estos planos se utilizarán, asimismo en la confección de las distintas separatas del proyecto.

## 5 OTROS PLANOS

A igual que en la Memoria, no será necesario incluir planos de ningún elemento constructivo, apoyos aisladores, etc., por ser los correspondientes al presente Proyecto Tipo.

## 6 PRESUPUESTOS

Este capítulo constará de los siguientes apartados:

### 6.1 Estado de mediciones

Consistirá en una relación que especifique la cantidad de cada una de las distintas unidades compatibles de proyecto que componen la totalidad de la obra, tomando como referencia los documentos informativos MT 2.23.00 y 2.23.20 u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista.

### 6.2 Precios unitarios

En este apartado se relacionarán las distintas unidades de proyecto que integran la obra, indicando el precio unitario de cada una de ellas, que esté vigente en el momento de la ejecución.

### 6.3 Presupuesto general

Se obtendrá el Presupuesto de Ejecución Material, por la aplicación de los precios unitarios de cada unidad de proyecto al número de ellas, figurado en el Estado de Mediciones.

Se obtendrá el Presupuesto de Ejecución por Contrata, incrementando el de Ejecución Material en aquellos otros conceptos como Gastos Generales, Beneficio Industrial, etc., según los porcentajes legalmente vigentes.

Además de estos Presupuestos Generales, se incluirán los Presupuestos individuales de las partes de obra sometidas a intervención de los diversos organismos afectados.

Estos presupuestos se podrán obtener proporcionalmente al Presupuesto de Ejecución por Contrata, en la misma relación que la longitud del tramo a que afecta y la longitud total de la línea.

## 7 PLIEGO DE CONDICIONES

El Pliego de Condiciones Técnicas contendrá la información necesaria para que queden perfectamente definidos todos los materiales y equipos que constituyen el proyecto, así como las especificaciones para el correcto montaje de los mismos. Para ello se podrá hacer referencia a los documentos NI que se indican a continuación.

<b>Material</b>	<b>Documento</b>
Conductor	NI 54.63.01
Aislador	NI 48.08.01
Apoyos de celosía	NI 52.10.01

## **8 SEGURIDAD Y SALUD LABORAL, PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

Se observarán todas las disposiciones legales vigentes, tanto administrativas, técnicas como de seguridad y salud laboral. También en las diferentes fases tanto del proyecto como de la ejecución, con el fin de garantizar la correcta evaluación de los riesgos laborales y su prevención para asegurar al máximo la seguridad y salud de las personas.

Es en este sentido que tanto del coordinador de seguridad como la dirección facultativa, deberán formalizar, según corresponda, el Plan de Seguridad y Salud Laboral, en base al Estudio de Seguridad y Salud, donde se reflejarán las diferentes evaluaciones de riesgos que se presenten, en cada fase de prestación del servicio, los medios de prevención y protección, así como de medios necesarios, para velar por la seguridad y salud laboral del personal que los ejecuta.

## **9 PROTECCIÓN DEL MEDIOAMBIENTE**

Se tendrán en cuenta todas las disposiciones medioambientales vigentes (europeas, estatales, autonómicas y locales), exigidas para cada zona y circunstancia, con el fin de preservar al máximo el medioambiente (flora y fauna).

En este sentido, la dirección de obra, elaborará un documento que recoja la evaluación de riesgos medioambientales existentes en cada fase del servicio y las acciones a tener en cuenta para evitar el riesgo potencial de incidentes por vertidos, incendios, ruidos molestos, almacenamiento de equipos y materiales, y la gestión de materiales (residuos, escombros,...). En los casos que se requiera, se elaborará el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental teniendo en cuenta todas las disposiciones medioambientales vigentes que aplican en cada caso.

## Anexo B - Gráficos de Utilización de apoyos

### INDICE

	Página
1 Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de suspensión.....	70
2 Apoyos con cadenas de amarre, de alineación, ángulo, anclaje o fin de línea...	71
Gráficos de Utilización de apoyos Zona A.....	72
Gráficos de Utilización de apoyos Zona B.....	97
Gráficos de Utilización de apoyos Zona C.....	122

## Gráficos de utilización de apoyos y crucetas

En la Memoria del presente documento se dan las fórmulas necesarias para el cálculo de los diferentes tipos de apoyos y crucetas. En el presente anexo se dan los gráficos de utilización de los mismos.

### 1 Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de suspensión

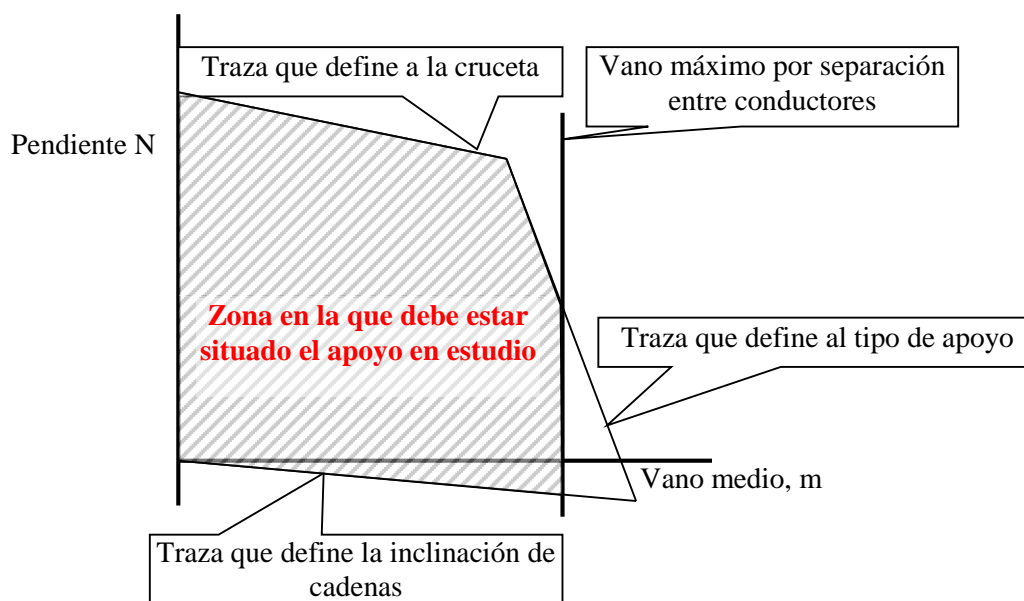
En este tipo de apoyos deben comprobarse los fustes de los apoyos, crucetas y posible inclinación de las cadenas de aisladores, en función del vano, pendiente y en su caso, el ángulo de desviación de la traza. Para este tipo de apoyo, se recomienda que el ángulo de desviación de la traza no supere el valor de 4 grados, además del cumplimiento de la separación entre conductores.

#### 1.1. Gráficos

Las crucetas que se contemplan en el presente proyecto tipo son las CR-1 y las CR-2, cuyas características se indican en la Memoria. En los gráficos siguientes no se representan, dado que su resistencia de cargas verticales (conjunto de tres crucetas) en la CR-1, supera ampliamente el triple de la resistencia por cargas verticales que puede soportar el apoyo considerado para este fin, que es el C-1000.

Los apoyos para alineación o ángulo con cadenas de suspensión, será el C-1000, cuyas características se indican en la Memoria. Un apoyo en estudio, definido por el vano medio y pendiente, el tipo de apoyo mínimo que cumple es aquel cuya traza queda en el gráfico a la derecha del punto que define al apoyo.

El empleo de cadenas de suspensión requiere, que cuando la pendiente del apoyo respecto a los colindantes sea negativa, comprobar la inclinación de las mismas. Un apoyo en estudio, definido por el vano medio y pendiente, no tendrá una inclinación excesiva, siempre que el punto que lo define quede por encima de la traza que define la inclinación de cadenas.



En este tipo de apoyos, deben comprobarse, los fustes de los apoyos, crucetas y posible inclinación de las cadenas de aisladores, en función del vano, pendiente y en su caso, el

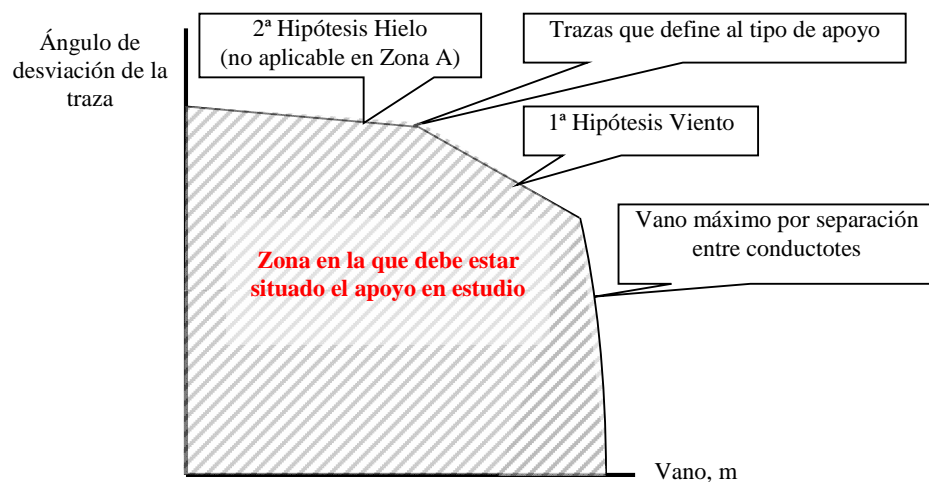
ángulo de desviación de la traza. Para este tipo de apoyo, se recomienda que el ángulo de desviación de la traza no supere el valor de 4 grados.

## 2 Apoyos con cadenas de amarre, de alineación, ángulo, anclaje o fin de línea.

En este tipo de apoyos, deben comprobarse, los fustes de los apoyos, crucetas y posible inclinación de las cadenas de aisladores, en función del vano, pendiente y en su caso, el ángulo de desviación de la traza. Para este tipo de apoyo, se recomienda que el ángulo de desviación de la traza no supere el valor de 4 grados.

### 2.1. Gráficos

En este caso los gráficos de los apoyos se representan en la forma siguiente:



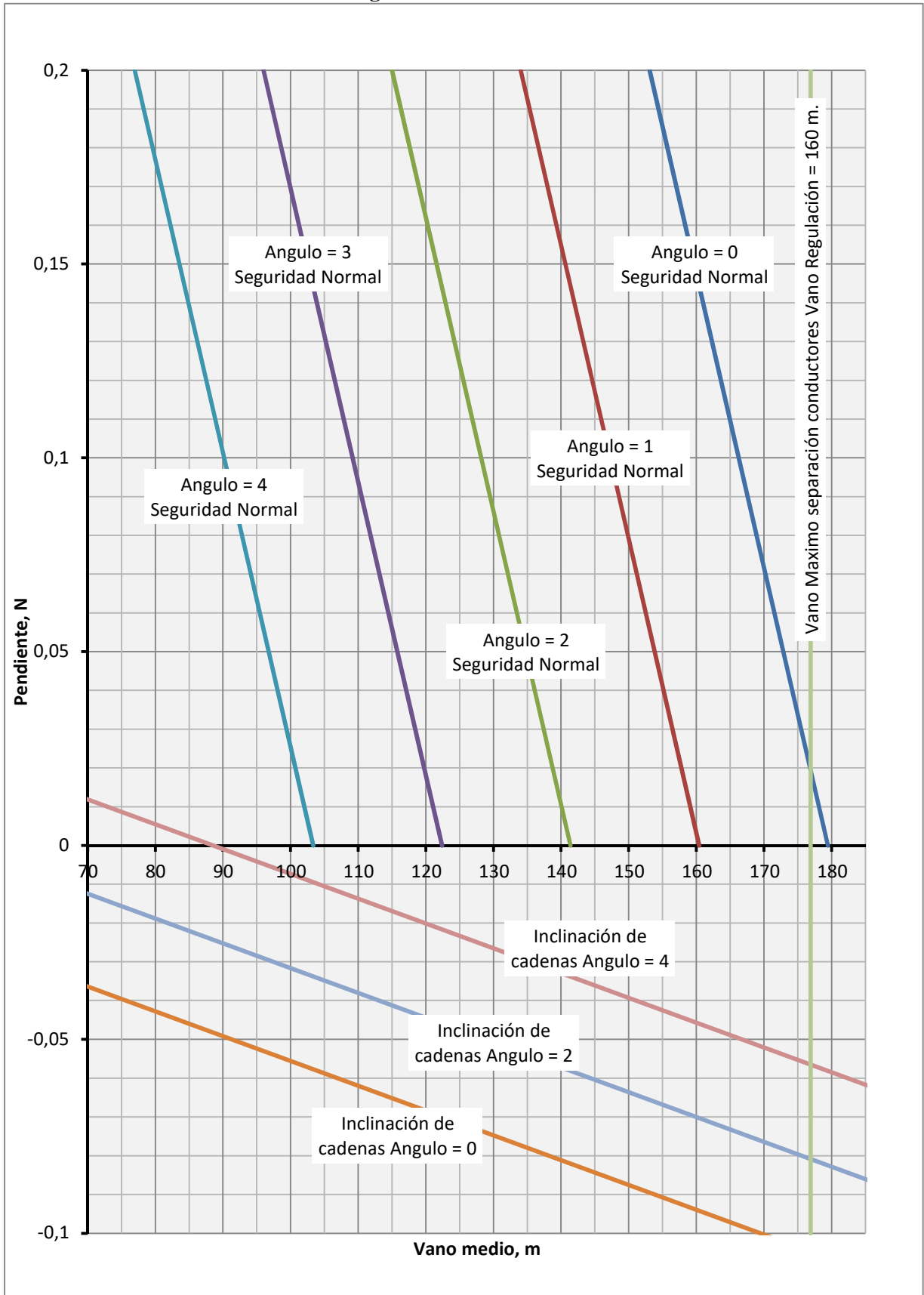
Los límites de utilización de las crucetas seleccionadas CR-1 y CR-2, superan holgadamente los esfuerzos longitudinales y transversales a los que estarán sometidas en 1ª, 2ª, 3ª y 4ª hipótesis, dado que son capaces de soportar 2000 daN, siendo la tracción de conductores máxima de 1100 daN en zona A y 1200 daN en zonas B o C.

## **Gráficos de Utilización de apoyos Zona A**

- **Apoyos con Cadenas de Suspensión, alineación o ángulo.**
- **Apoyos con Cadenas de Amarre, alineación, ángulo, anclaje o fin de línea.**

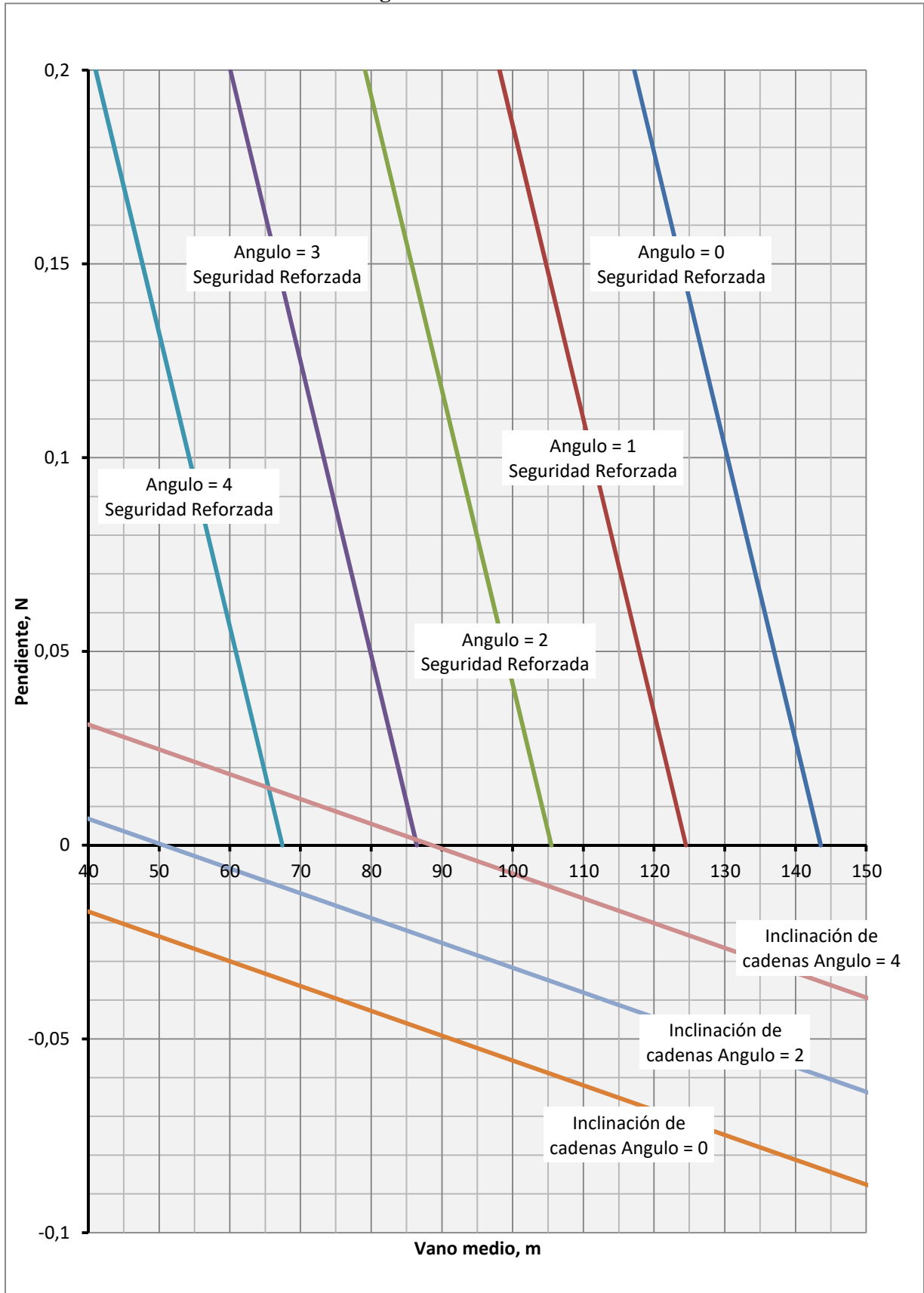


**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 1,80 m.**  
**Tense Límite Estático Dinámico - Zona A**  
**Seguridad Normal**



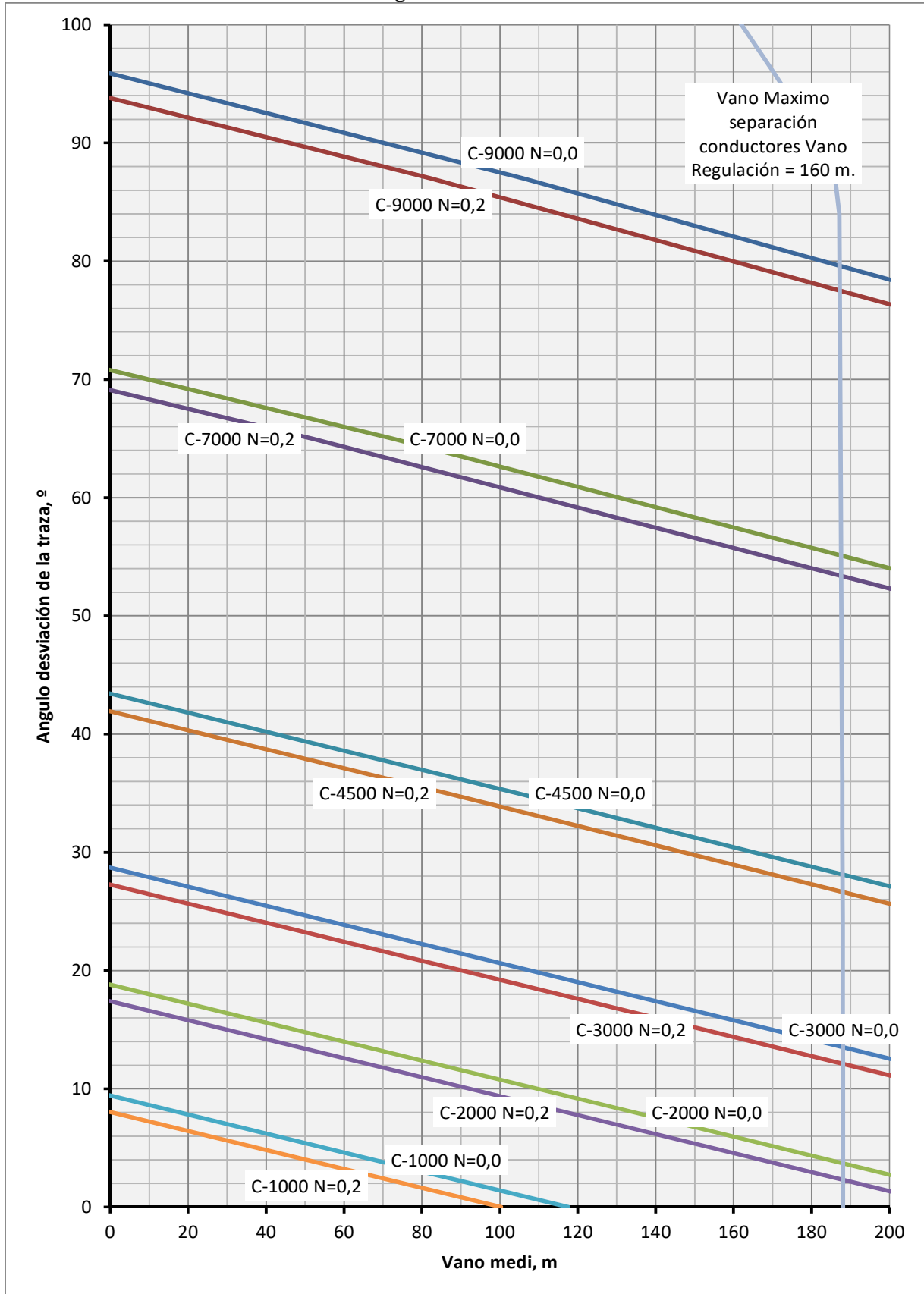
Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 1,80 m.

Tense Límite Estático Dinámico - Zona A  
Seguridad Reforzada

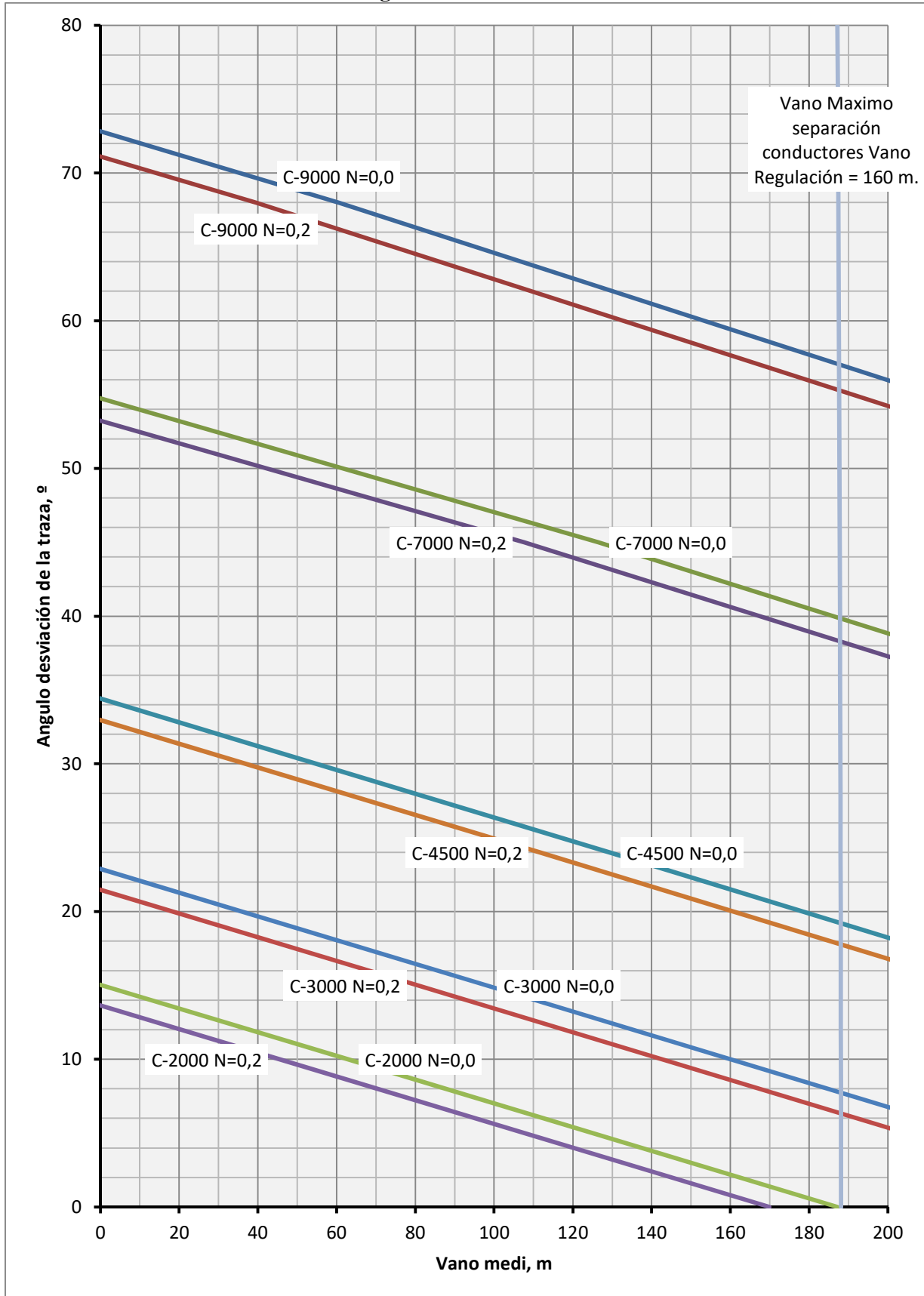


La separación entre conductores, no limita.

**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona A. Tense Límite Estático Dinámico**  
**Armado sin extensionamiento. Distancia vertical entre crucetas, 1,80 m**  
**Seguridad Normal**

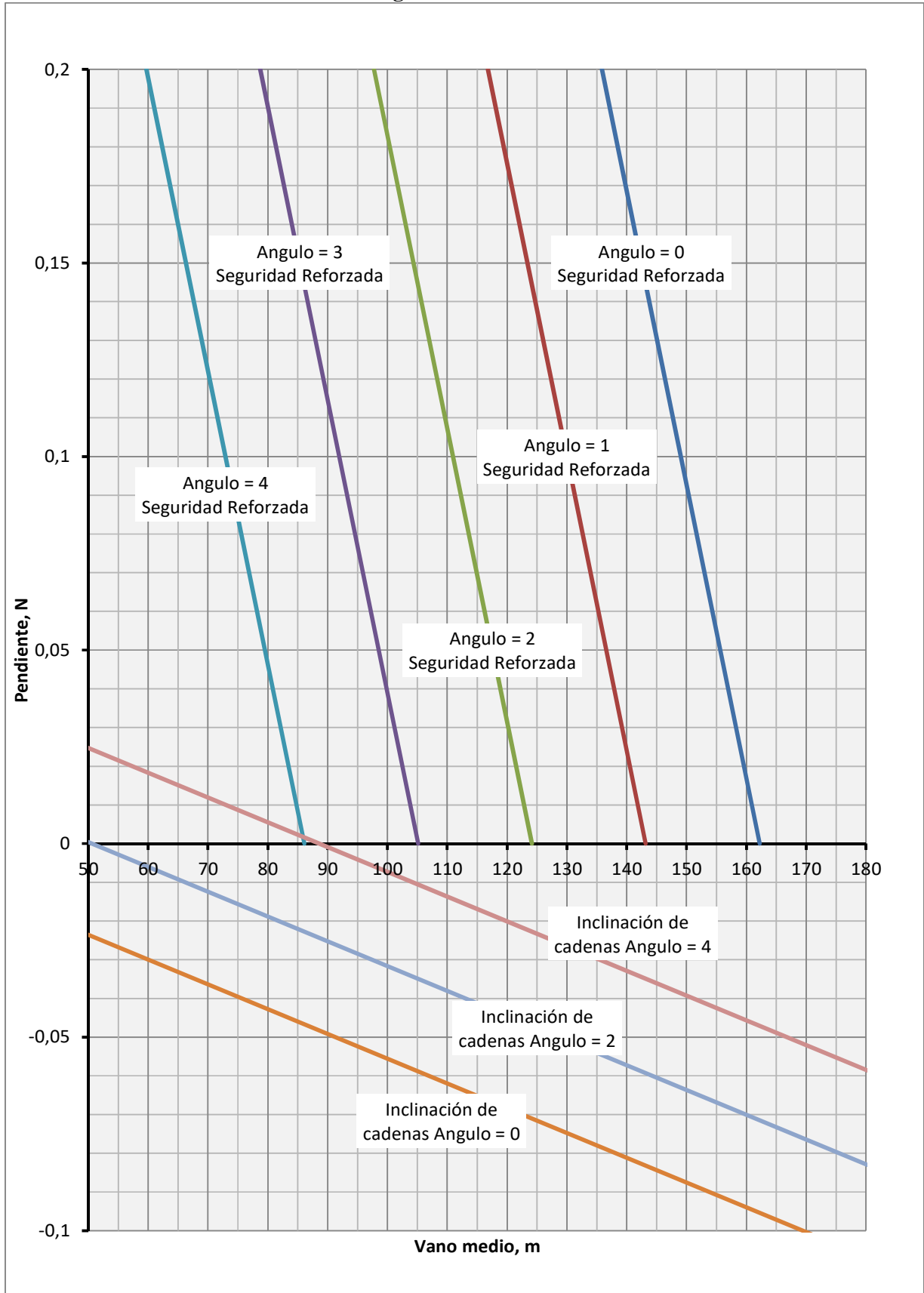


**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona A. Tense Límite Estático Dinámico**  
**Armado sin extensionamiento. Distancia vertical entre cruceetas, 1,80 m**  
**Seguridad Reforzada**



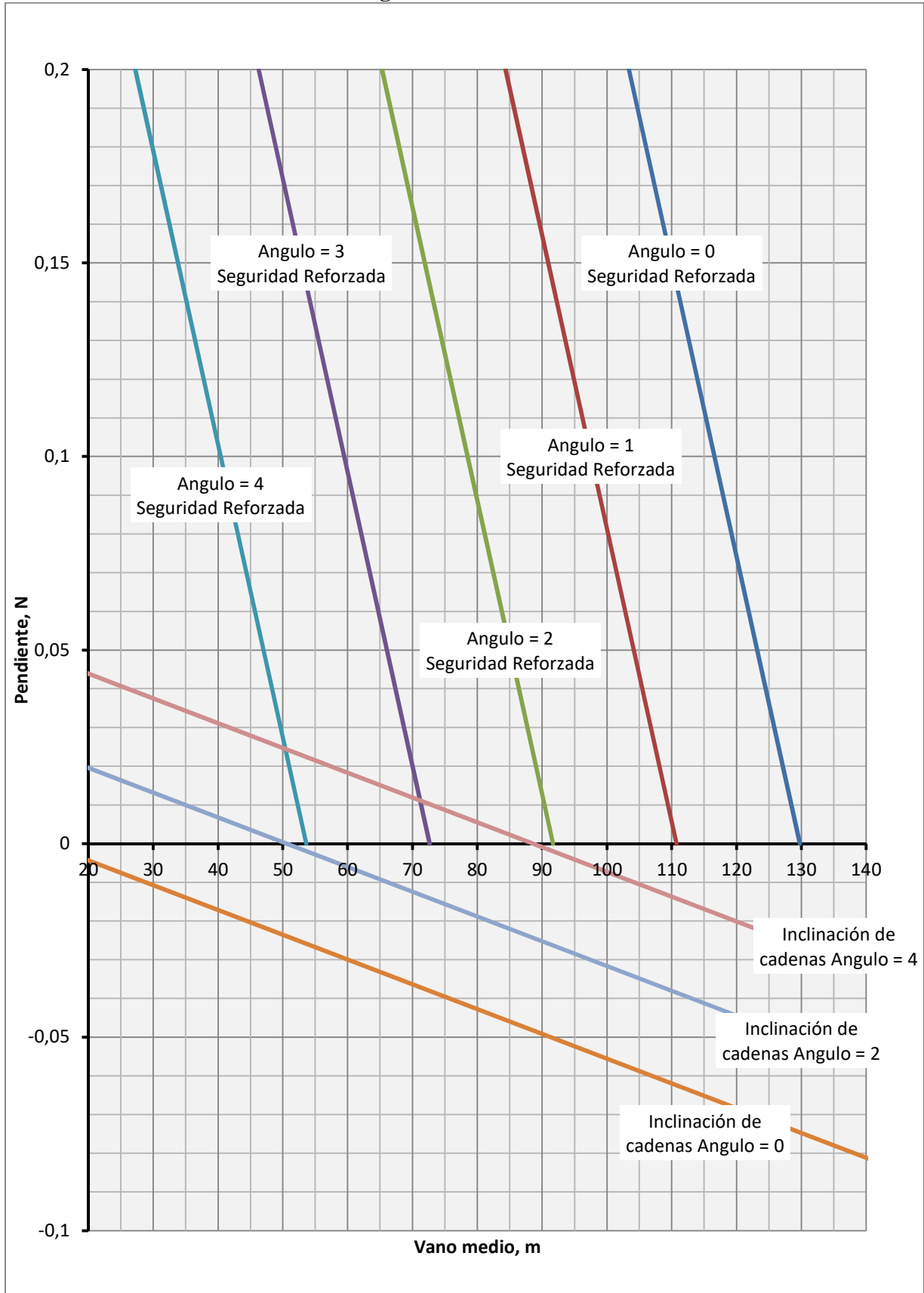
Nota: El apoyo C-1000, con el armado indicado, no cumple 3ª hipótesis con seguridad reforzada

**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 2,40 m.  
Tense Límite Estático Dinámico - Zona A  
Seguridad Normal**



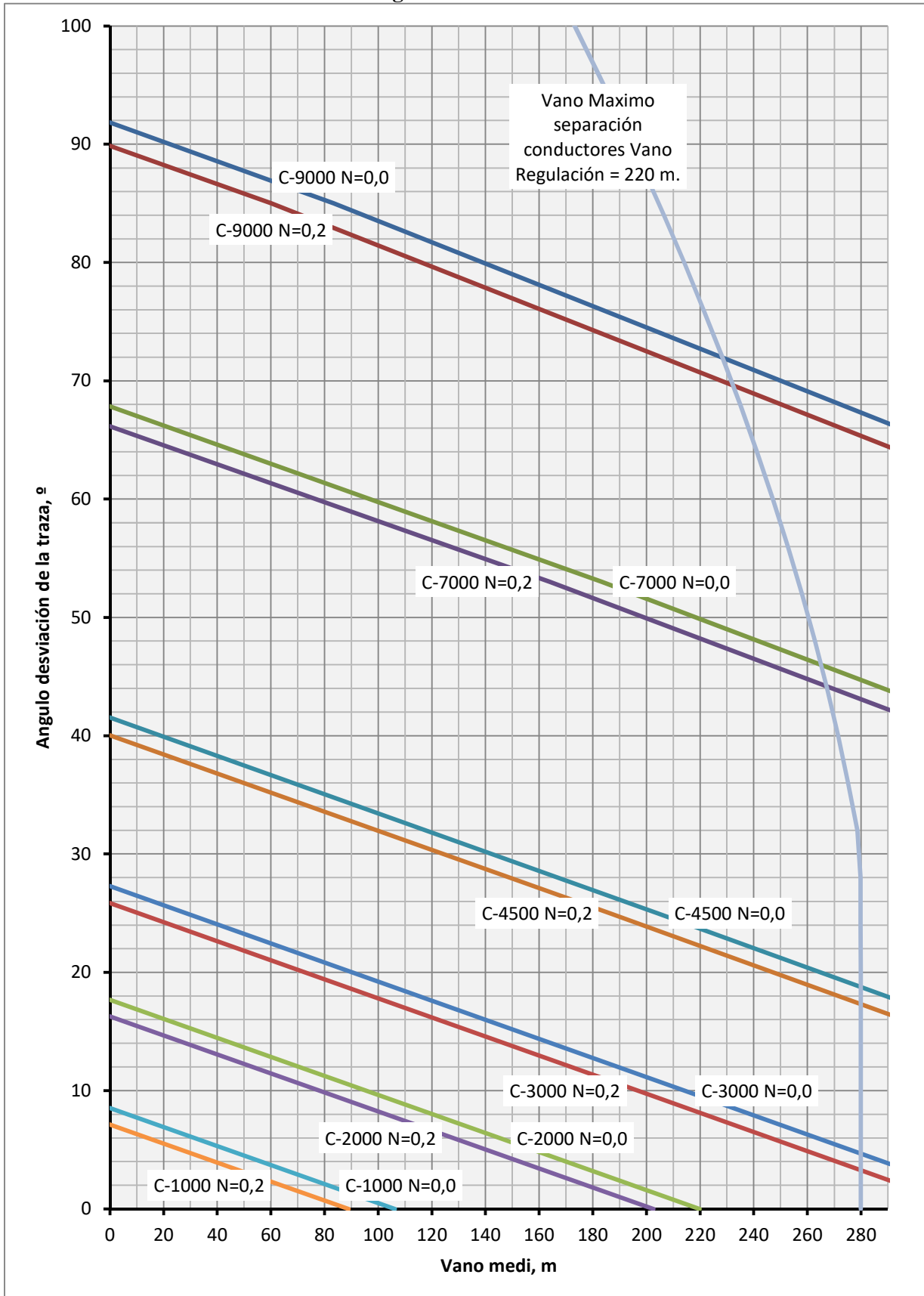
La separación entre conductores, no limita.

**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 2,40 m.**  
**Tense Límite Estático Dinámico - Zona A**  
**Seguridad Reforzada**

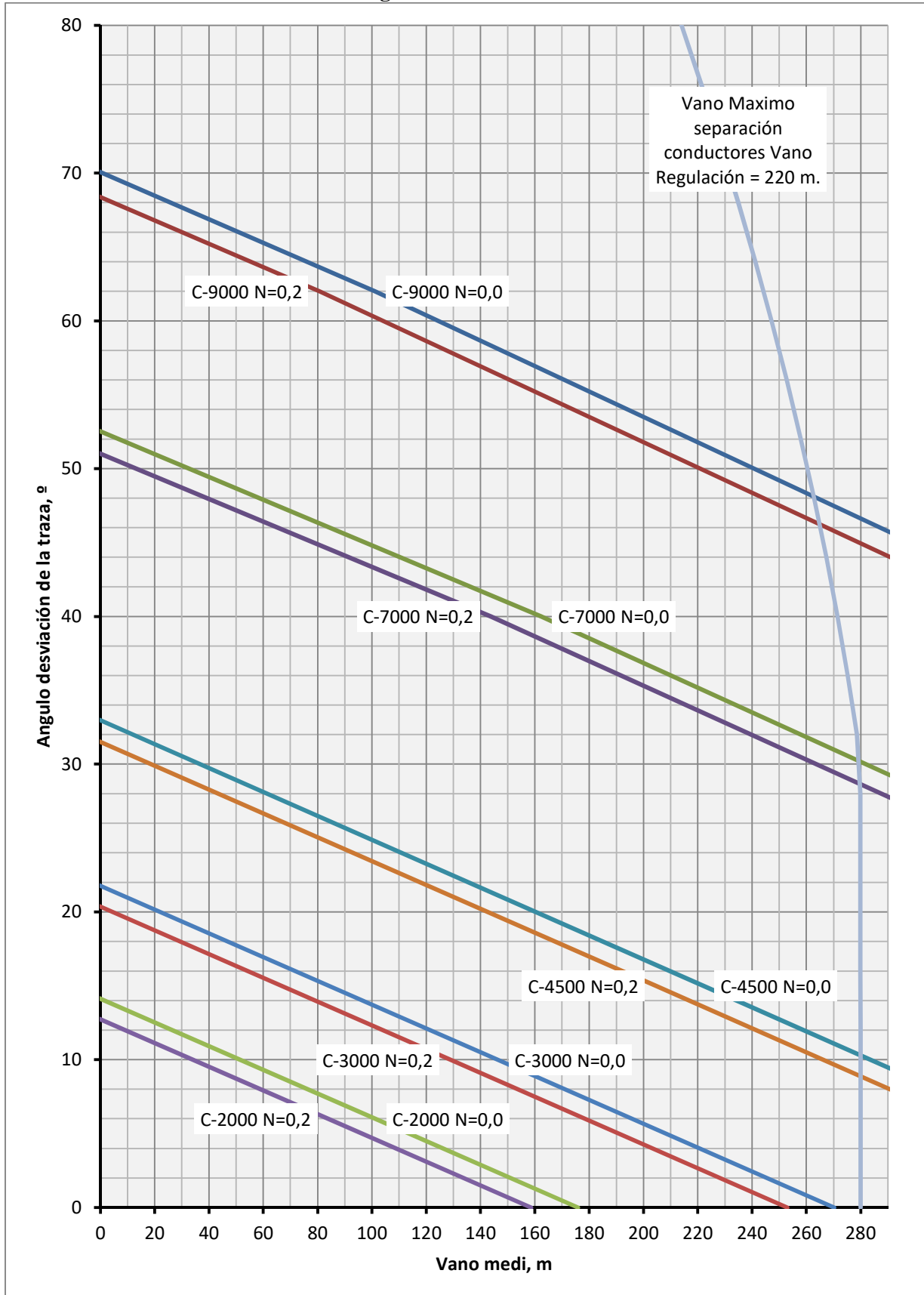


La separación entre conductores, no limita.

Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona A. Tense Límite Estático Dinámico  
Armado con extensionamiento de 1,20 m, crucetas distanciadas 2,40 m.  
Seguridad Normal



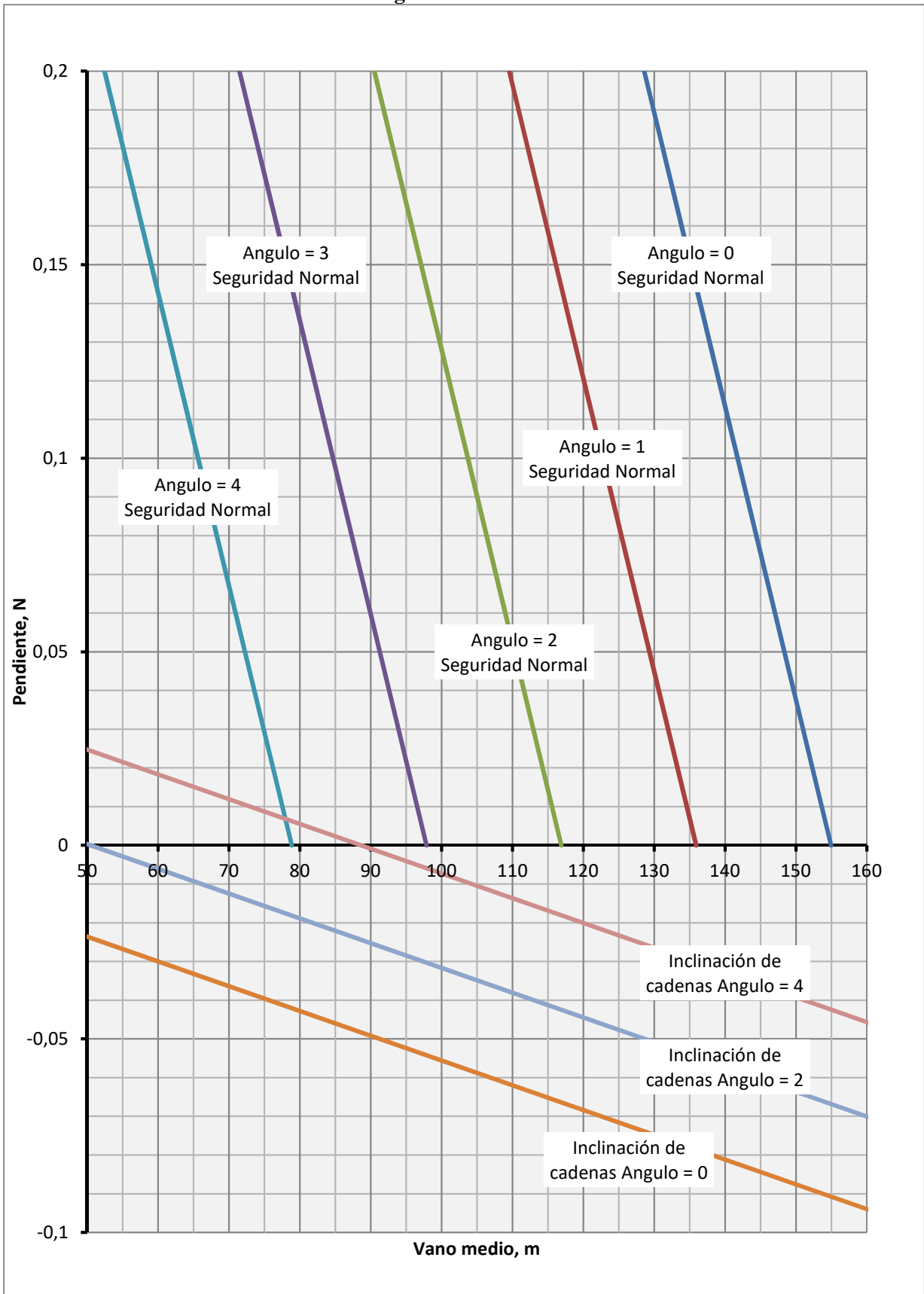
**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona A. Tense Límite Estático Dinámico**  
**Armado con extensionamiento de 1,20 m, crucetas distanciadas 2,40 m.**  
**Seguridad Reforzada**



Nota: El apoyo C-1000, con el armado indicado, no cumple 3ª hipótesis.



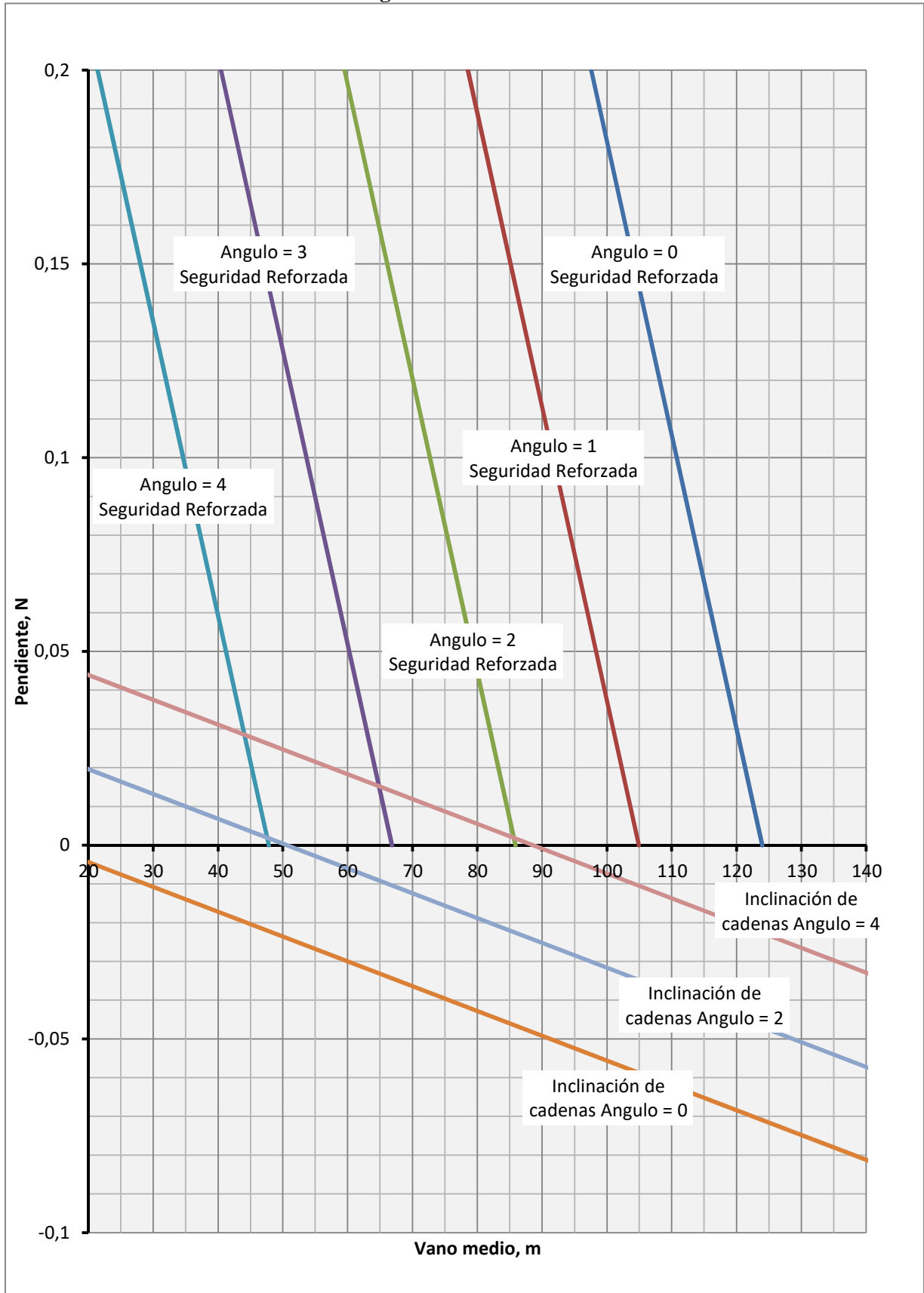
**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 3,00 m.  
Tense Límite Estático Dinámico - Zona A  
Seguridad Normal**



La separación entre conductores, no limita.

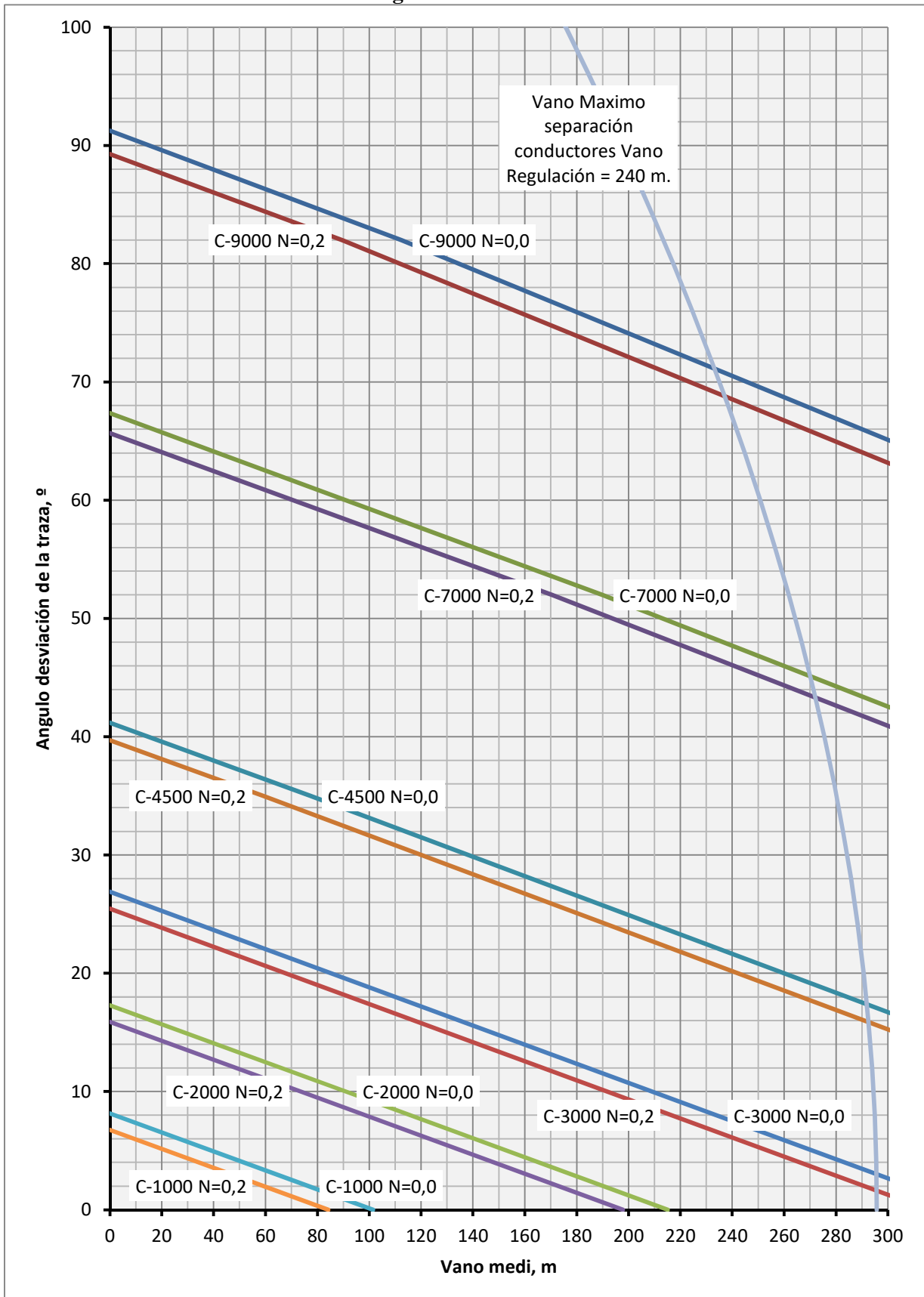
Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 3,00 m.

Tense Límite Estático Dinámico - Zona A  
Seguridad Reforzada

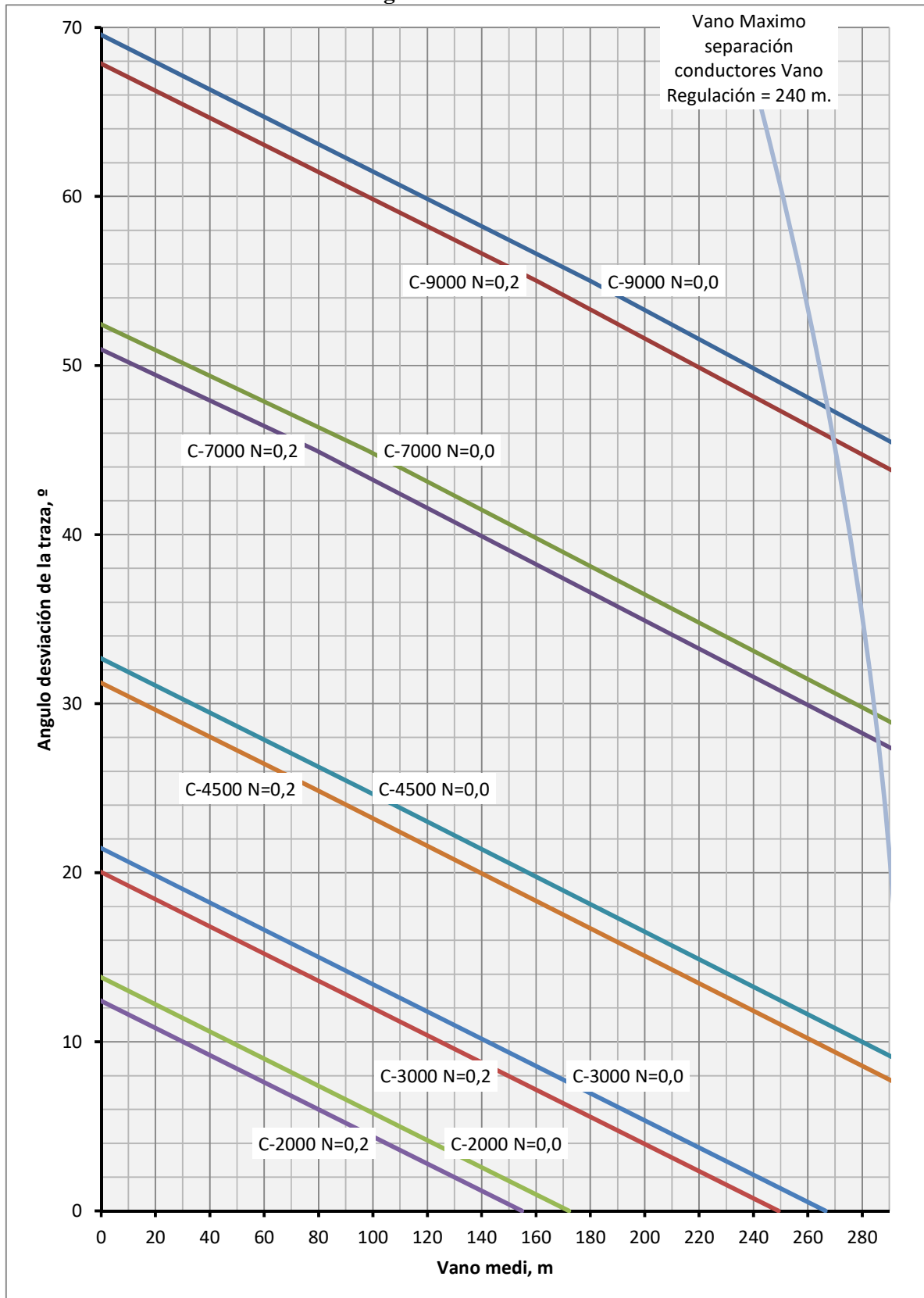


La separación entre conductores, no limita.

**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona A. Tense Límite Estático Dinámico**  
**Armado con extensionamiento de 1,80 m, crucetas distanciadas 3,00 m.**  
**Seguridad Normal**



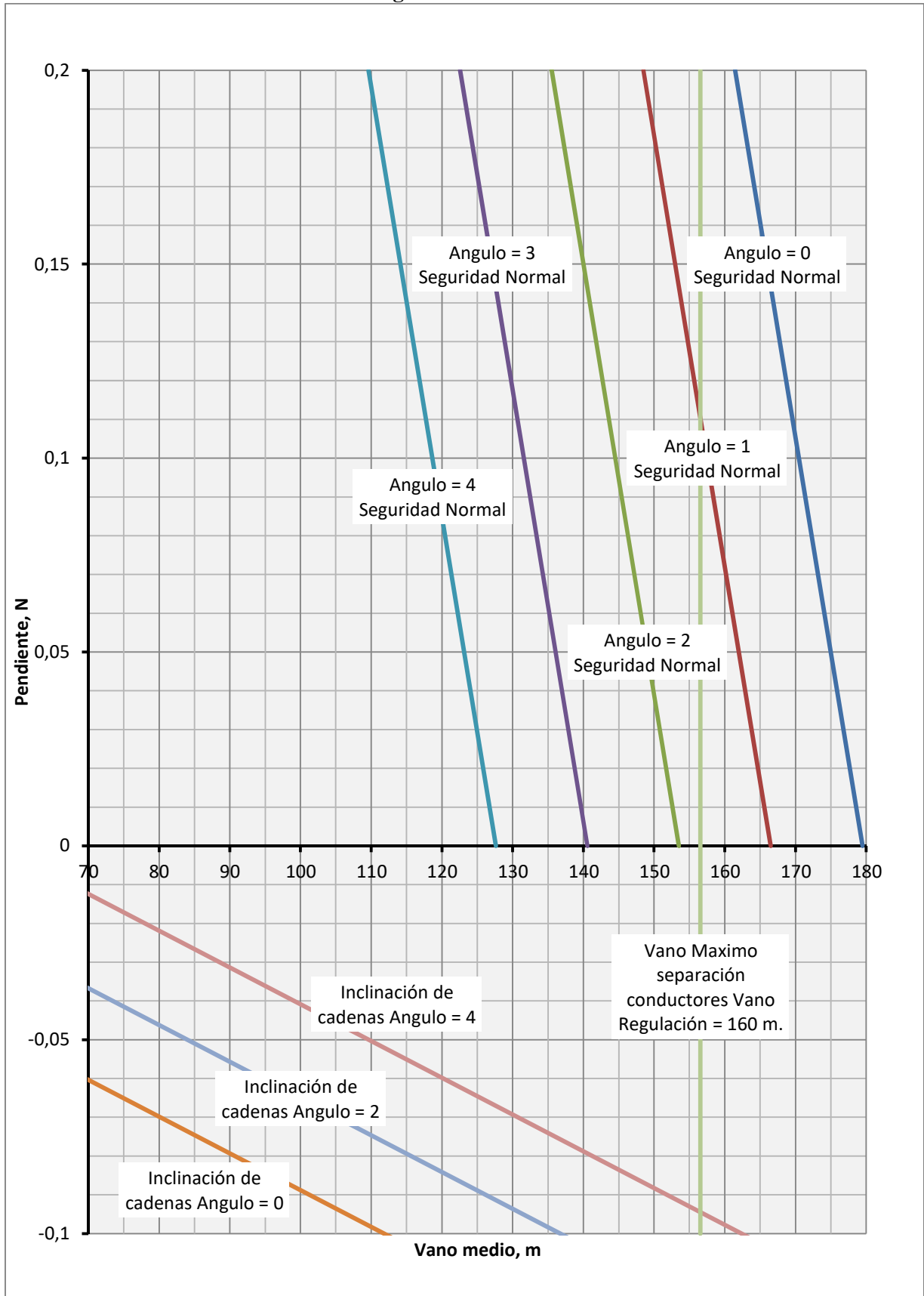
**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona A. Tense Límite Estático Dinámico  
Armado con extensionamiento de 1,80 m, crucetas distanciadas 3,00 m.  
Seguridad Reforzada**



Nota: El apoyo C-1000, con el armado indicado, no cumple 3ª hipótesis.

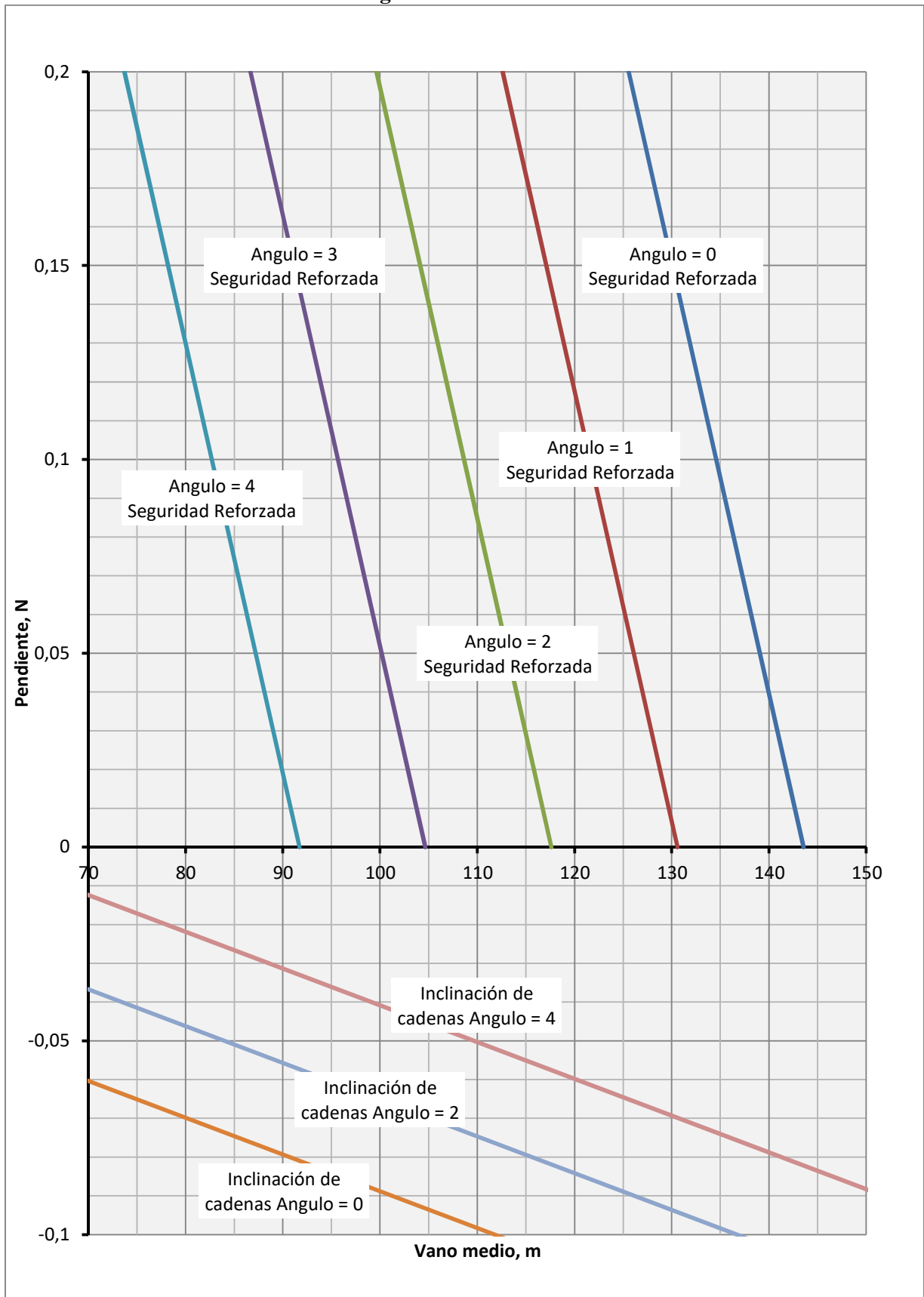
Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 1,80 m.

Tense Reducido – Zona A  
Seguridad Normal



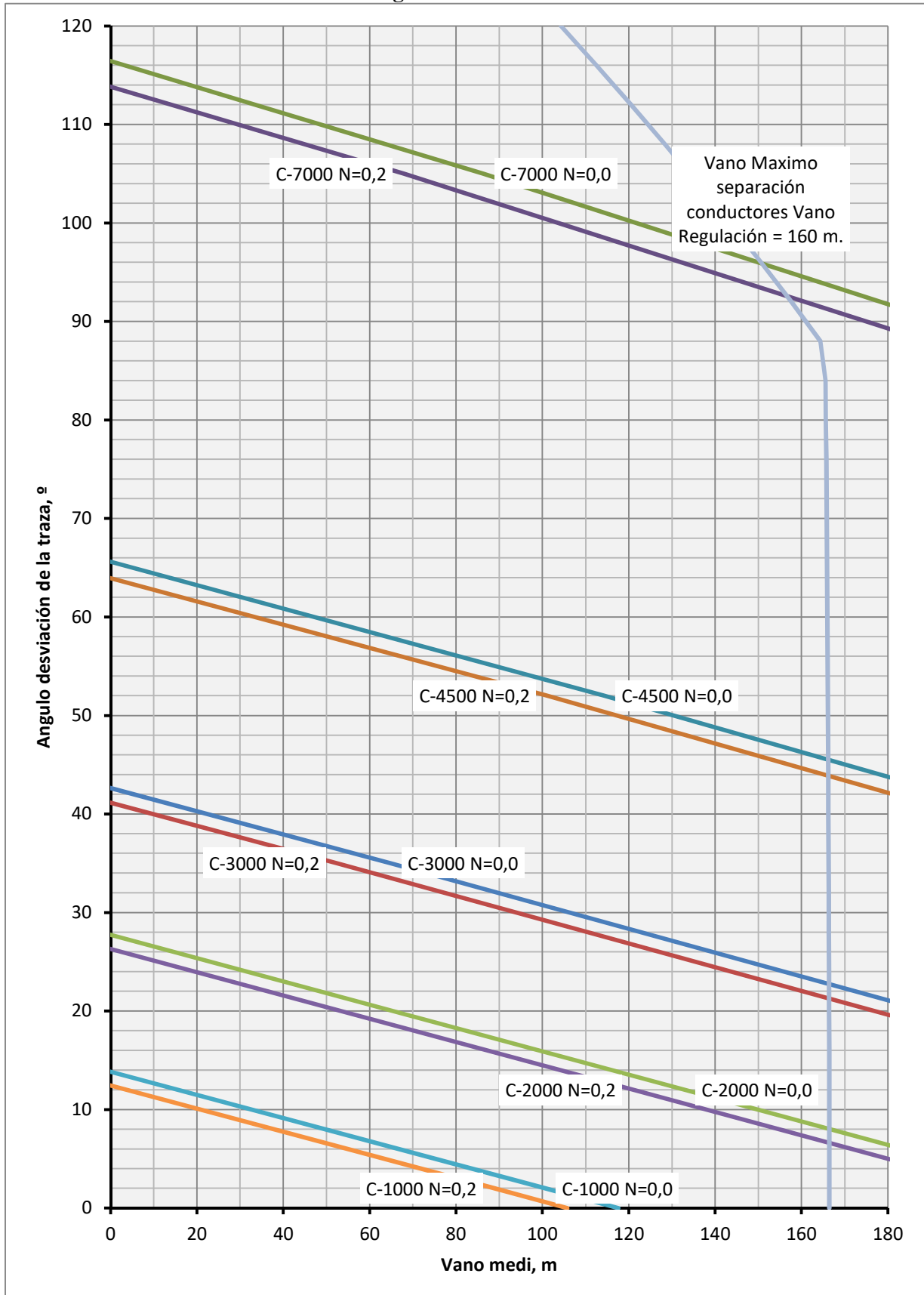
Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 1,80 m.

Tense Reducido - Zona A  
Seguridad Reforzada

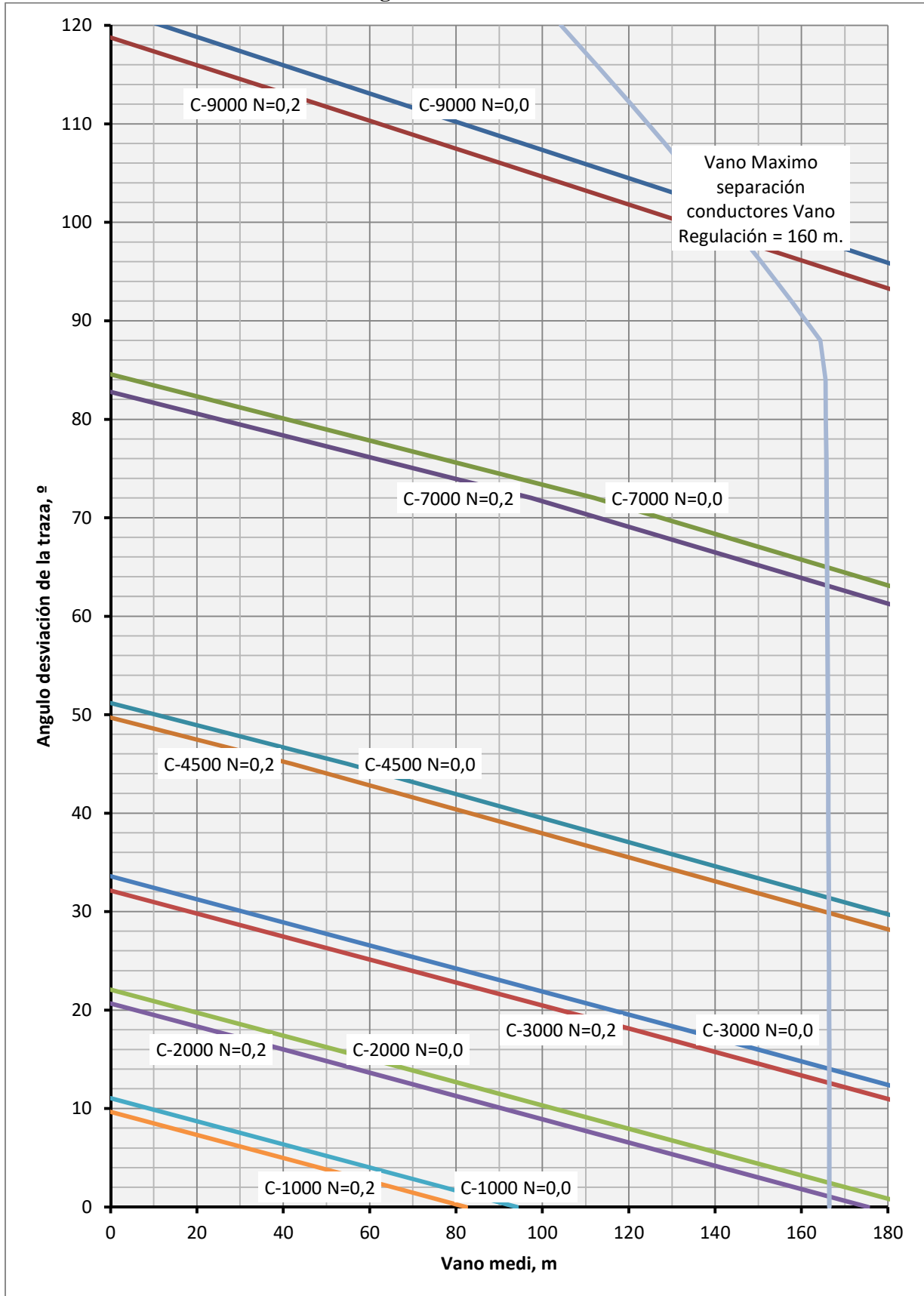


La separación entre conductores, no limita.

**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona A. Tense Reducido**  
**Armado sin extensionamiento. Distancia vertical entre crucetas, 1,80 m**  
**Seguridad Normal**



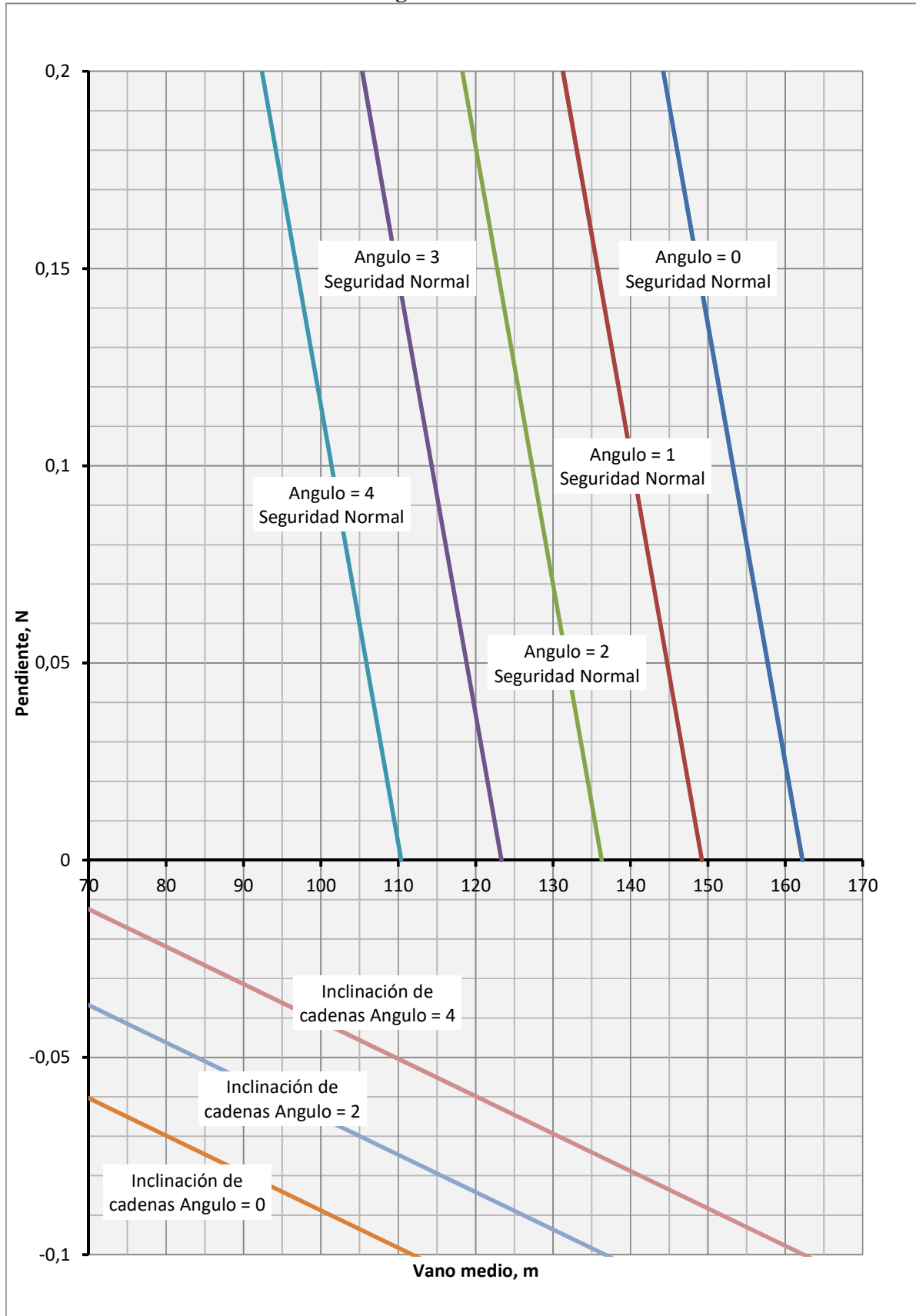
**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona A. Tense Reducido**  
**Armado sin extensionamiento. Distancia vertical entre crucetas, 1,80 m**  
**Seguridad Reforzada**





Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 2,40 m.

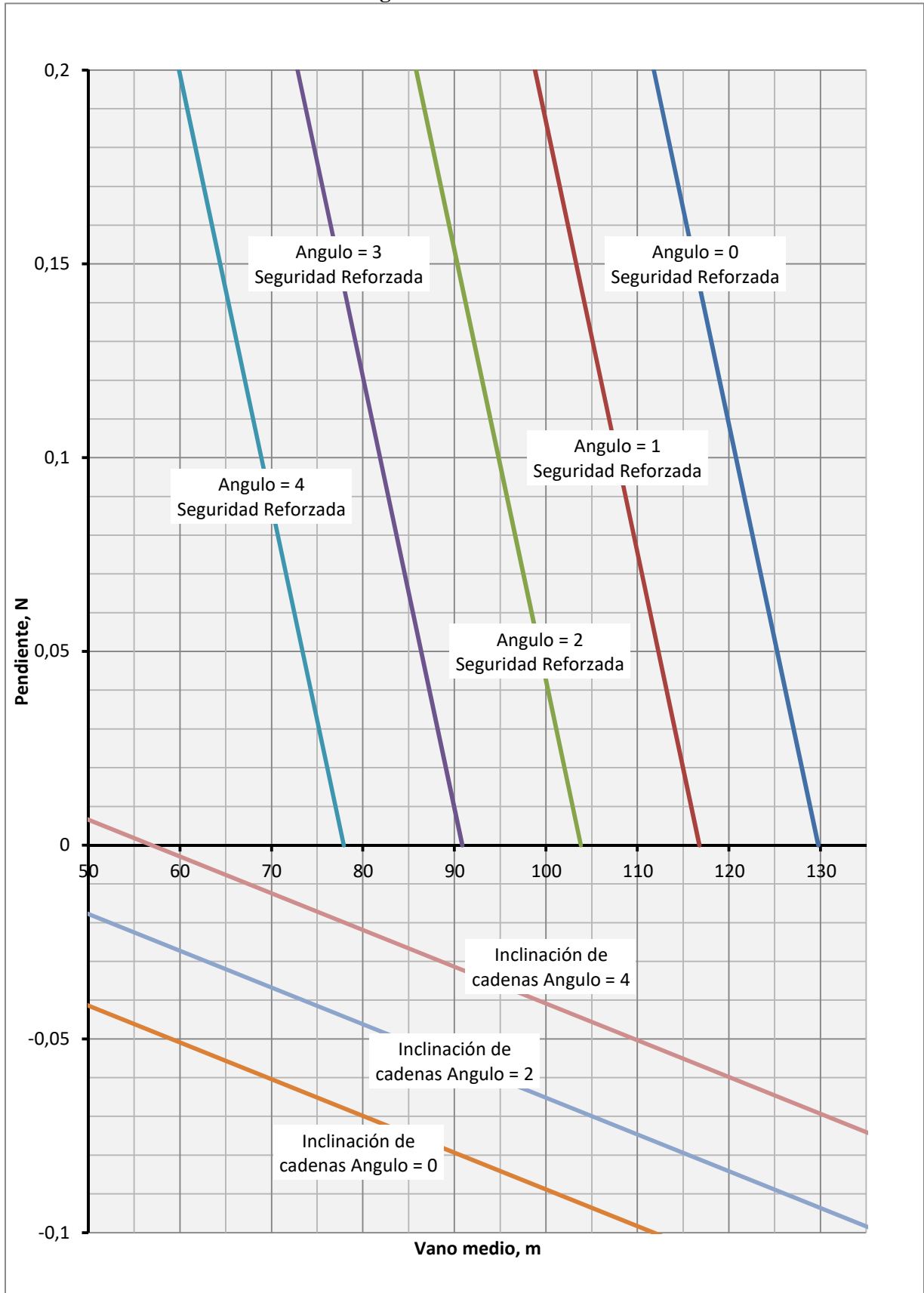
Tense Reducido - Zona A  
Seguridad Normal



La separación entre conductores, no limita.

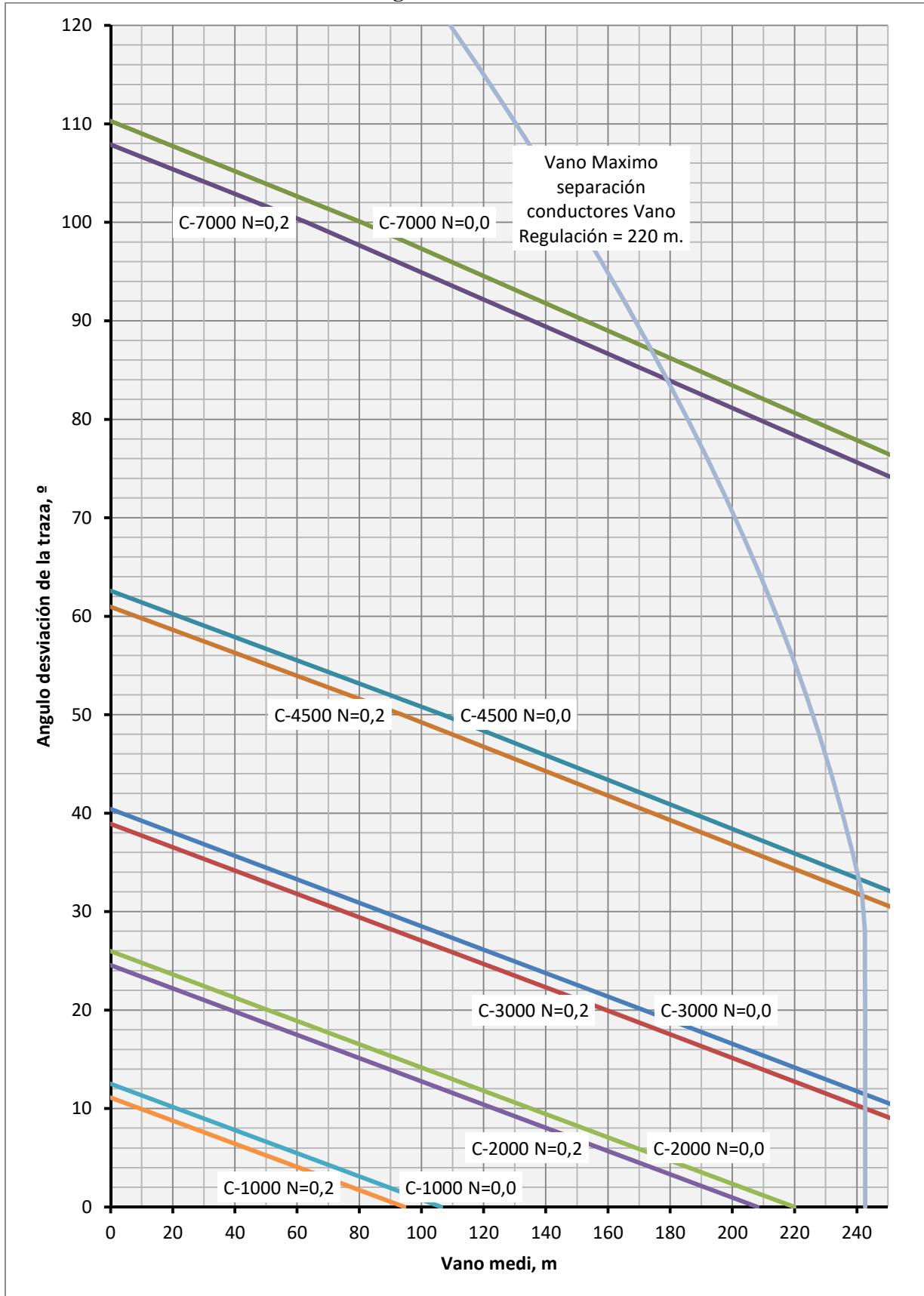
Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 2,40 m.

Tense Reducido - Zona A  
Seguridad Reforzada

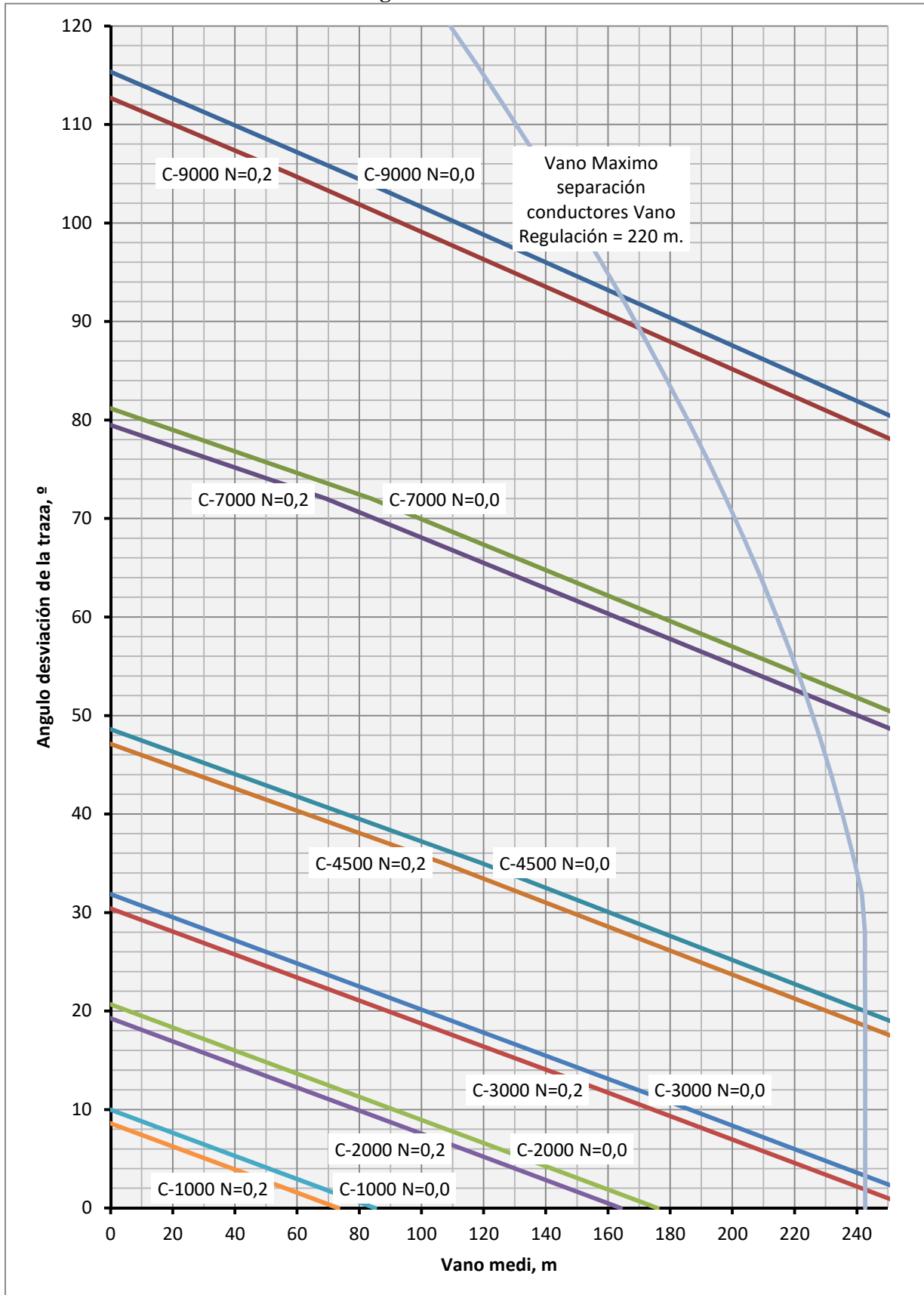


La separación entre conductores, no limita.

**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona A. Tense Reducido**  
**Armado con extensionamiento de 1,20 m, crucetas distanciadas 2,40 m.**  
**Seguridad Normal**

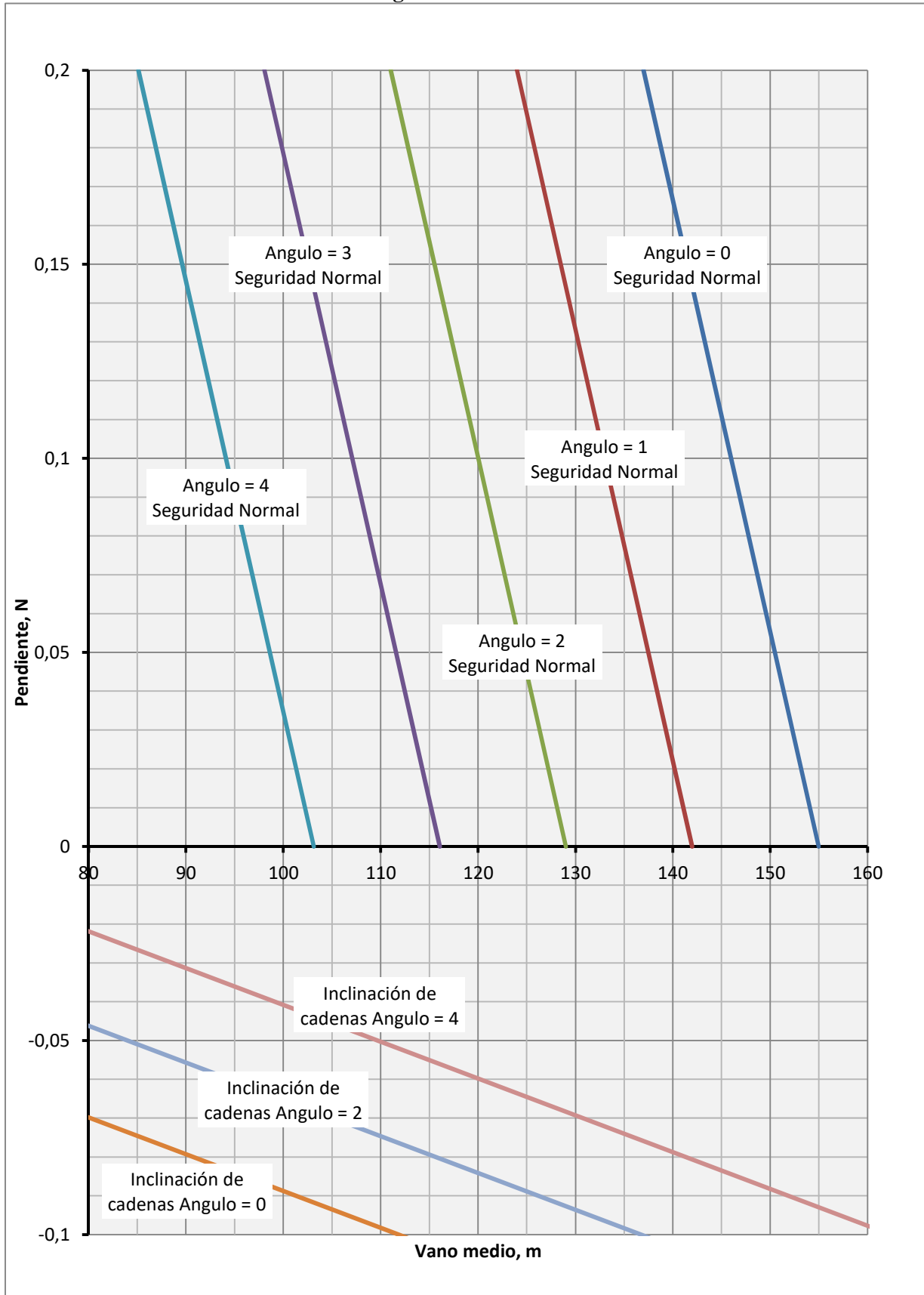


**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona A. Tense Reducido**  
**Armado con extensionamiento de 1,20 m, crucetas distanciadas 2,40 m.**  
**Seguridad Reforzada**



Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 3,00 m.

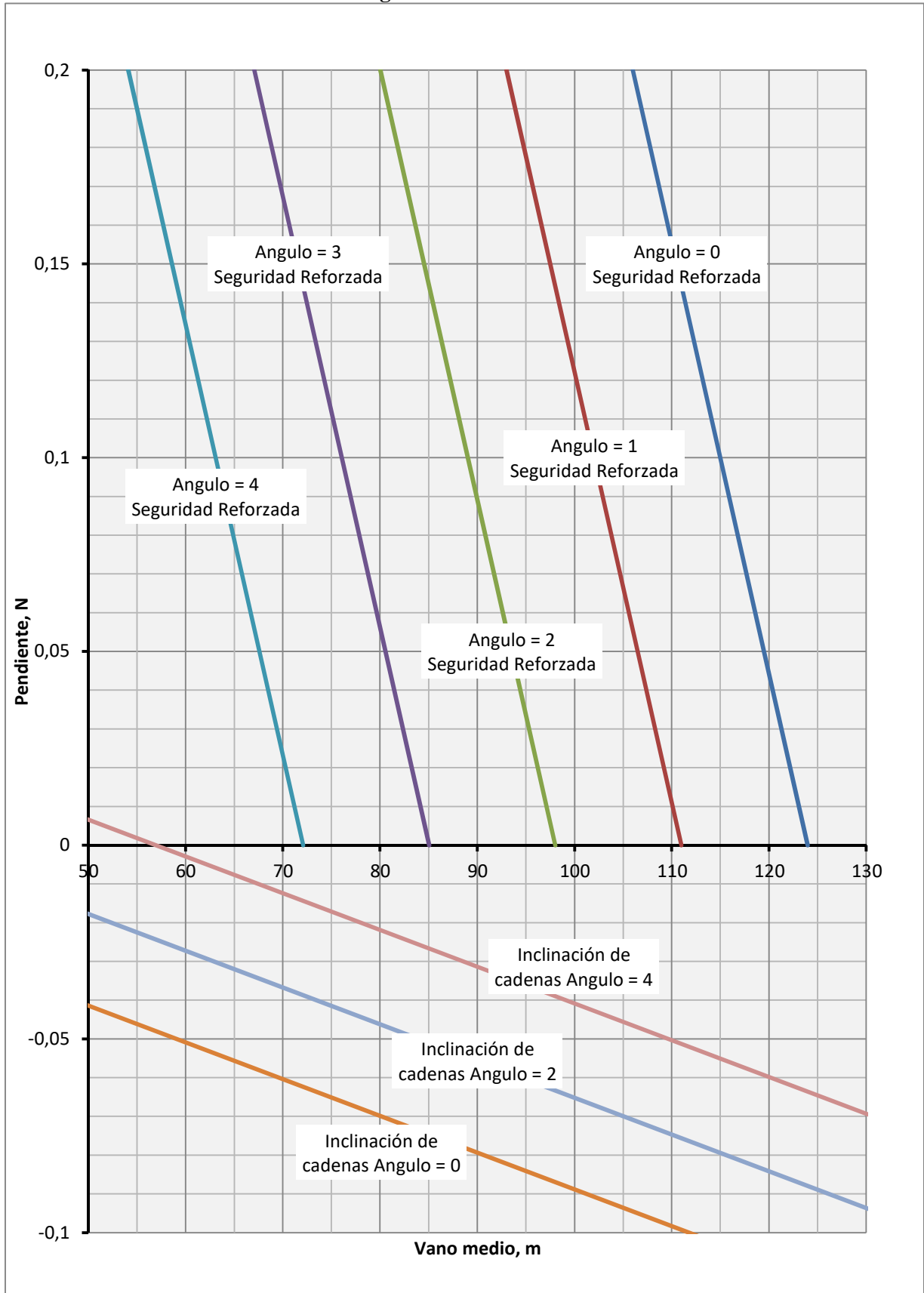
Tense Reducido - Zona A  
Seguridad Normal



La separación entre conductores, no limita.

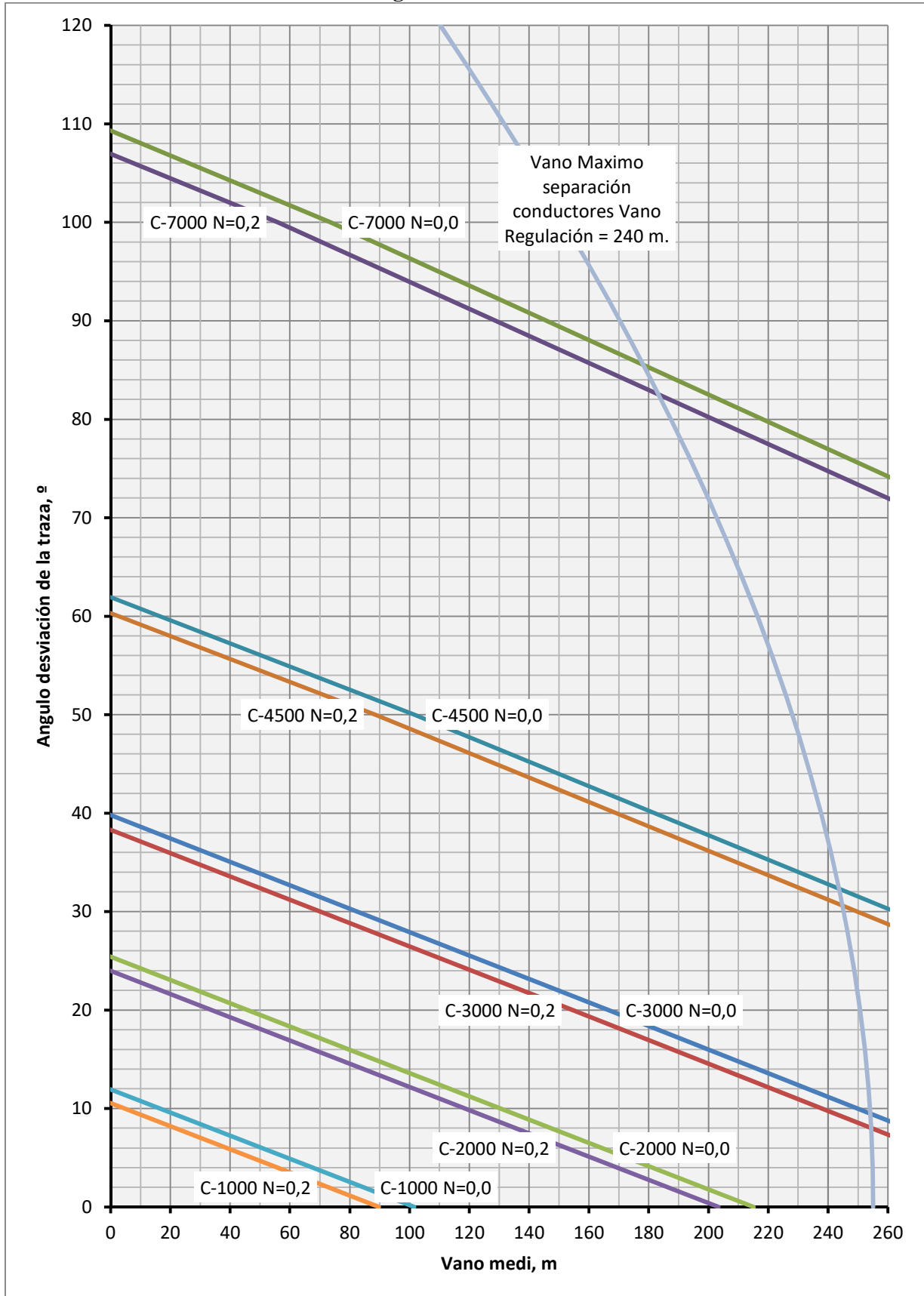
Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 3,00 m.

Tense Reducido - Zona A  
Seguridad Reforzada

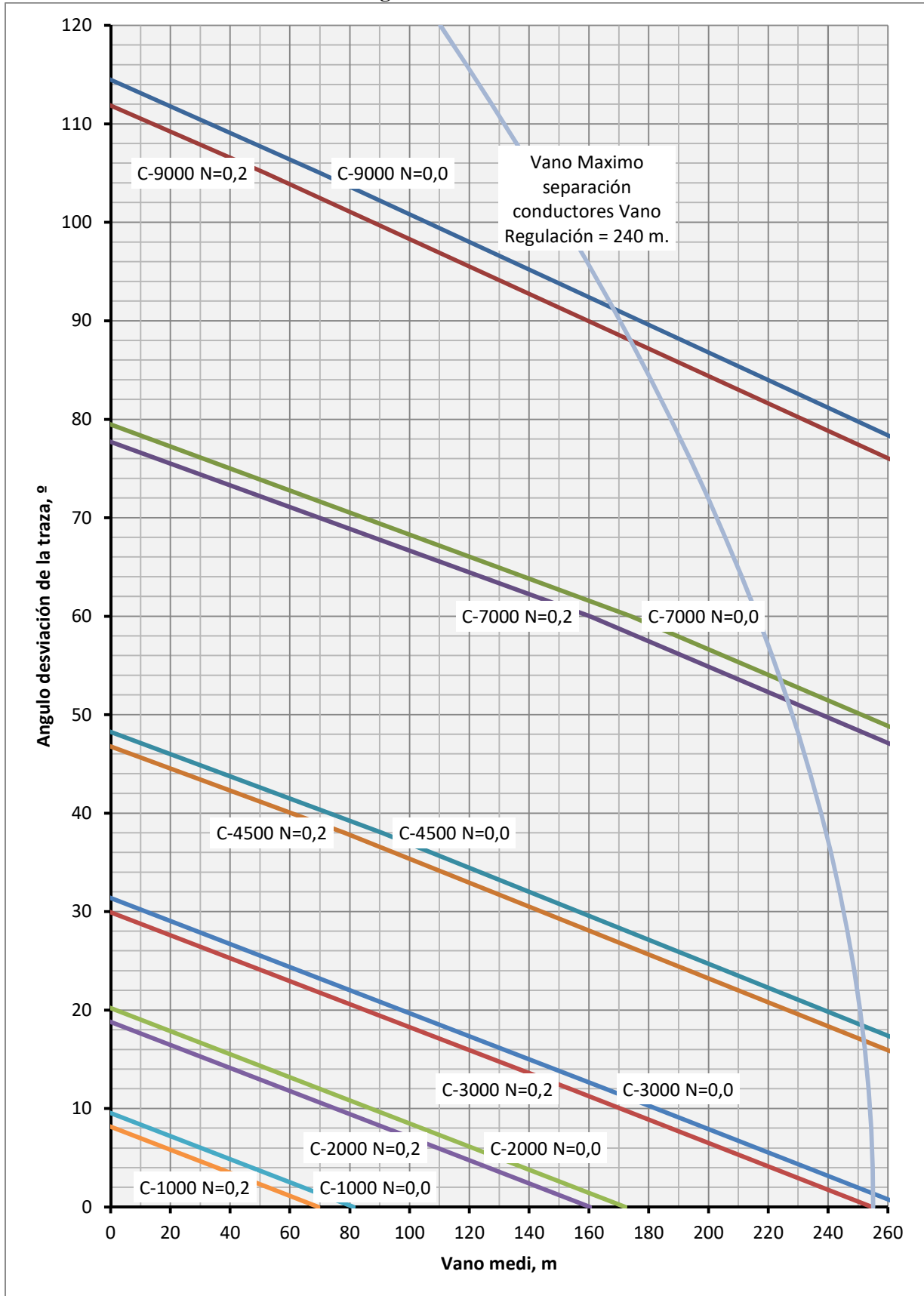


La separación entre conductores, no limita.

**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona A. Tense Reducido**  
**Armado con extensionamiento de 1,80 m, crucetas distanciadas 3,00 m.**  
**Seguridad Normal**



**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona A. Tense Reducido**  
**Armado con extensionamiento de 1,80 m, crucetas distanciadas 3,00 m.**  
**Seguridad Reforzada**

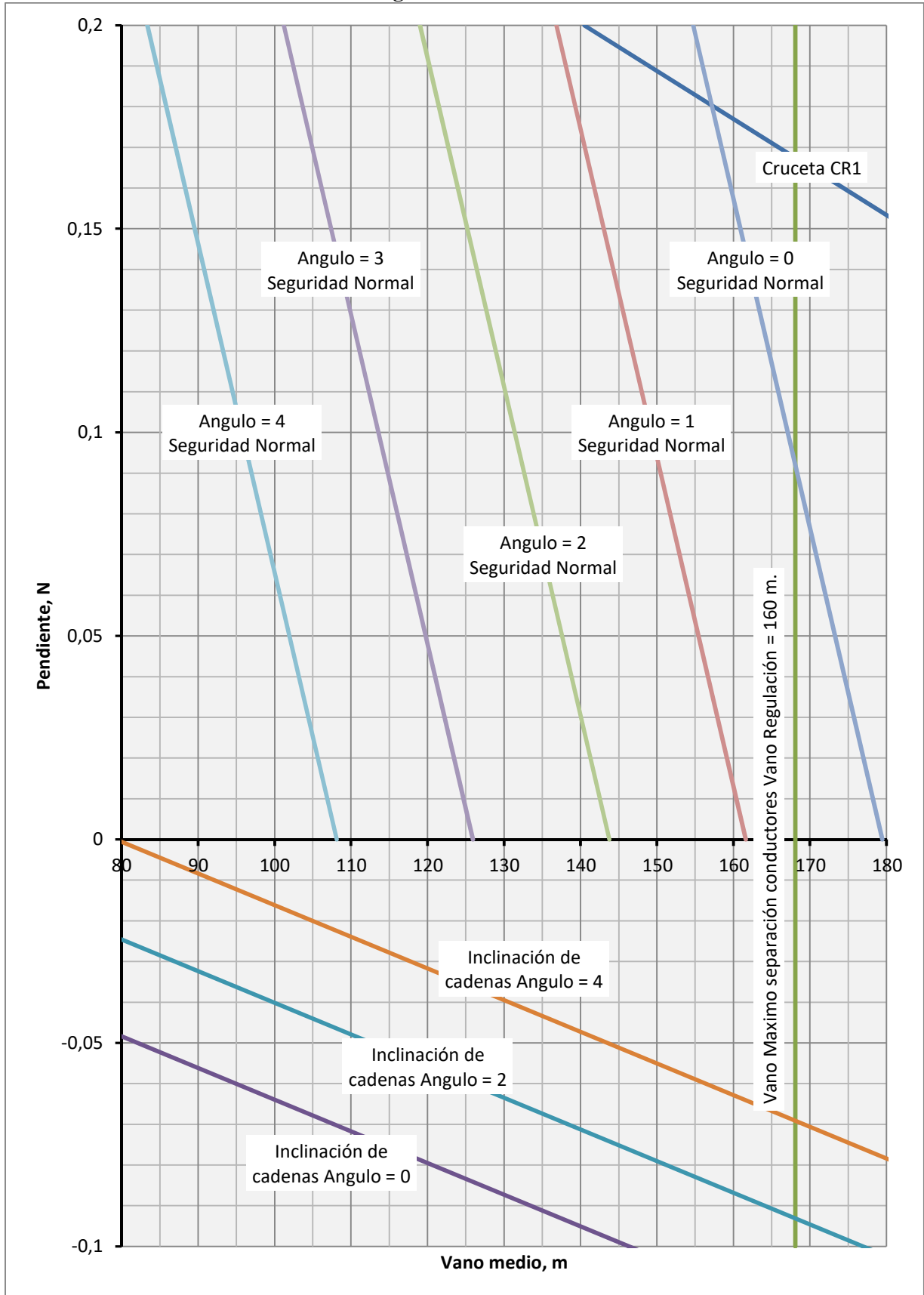




## **Gráficos de Utilización de apoyos Zona B**

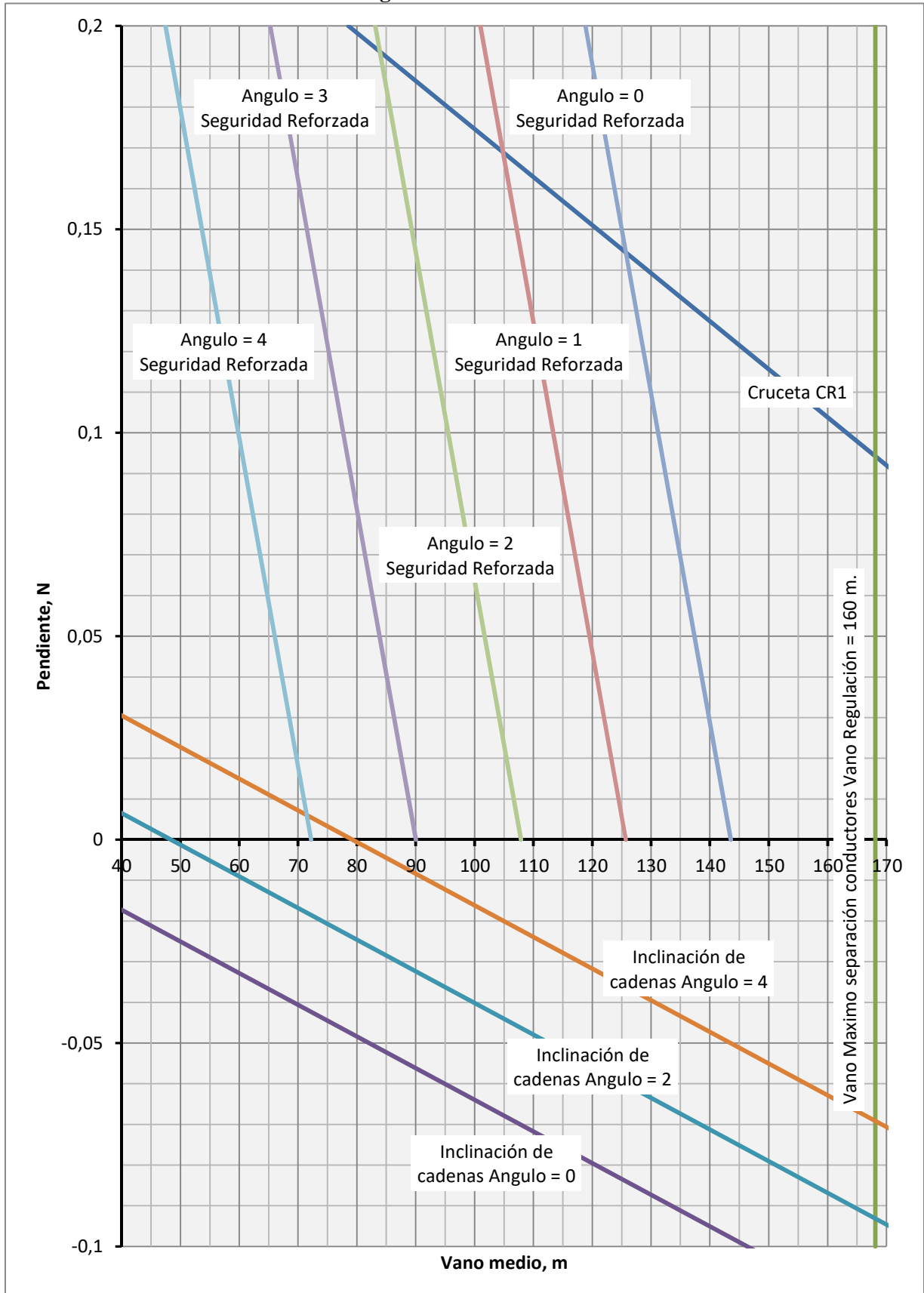
- **Apoyos con Cadenas de Suspensión, alineación o ángulo.**
- **Apoyos con Cadenas de Amarre, alineación, ángulo, anclaje o fin de línea.**

**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 1,80 m.**  
**Tense Límite Estático Dinámico - Zona B**  
**Seguridad Normal**



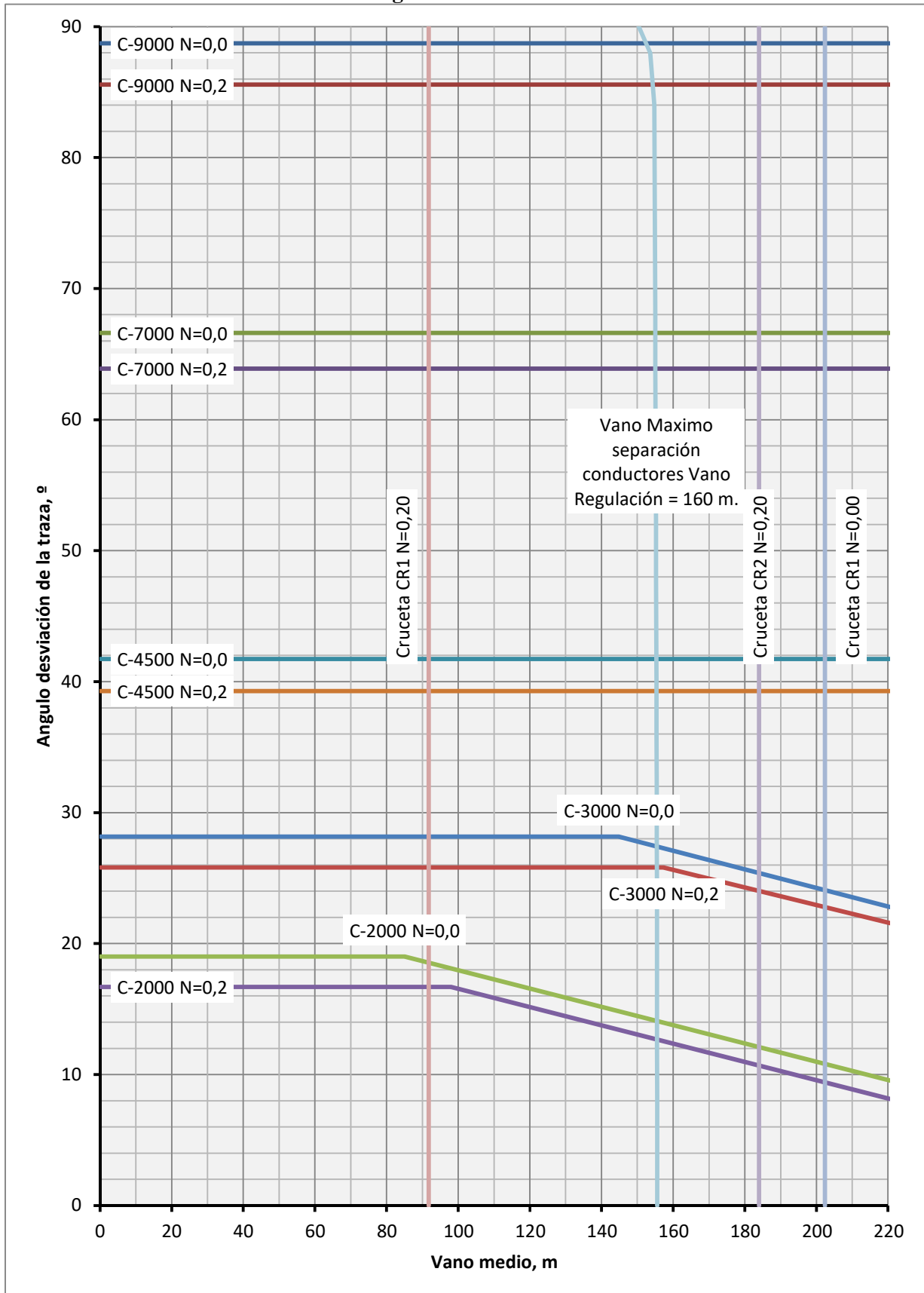
Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 1,80 m.

**Tense Límite Estático Dinámico - Zona B  
Seguridad Reforzada**



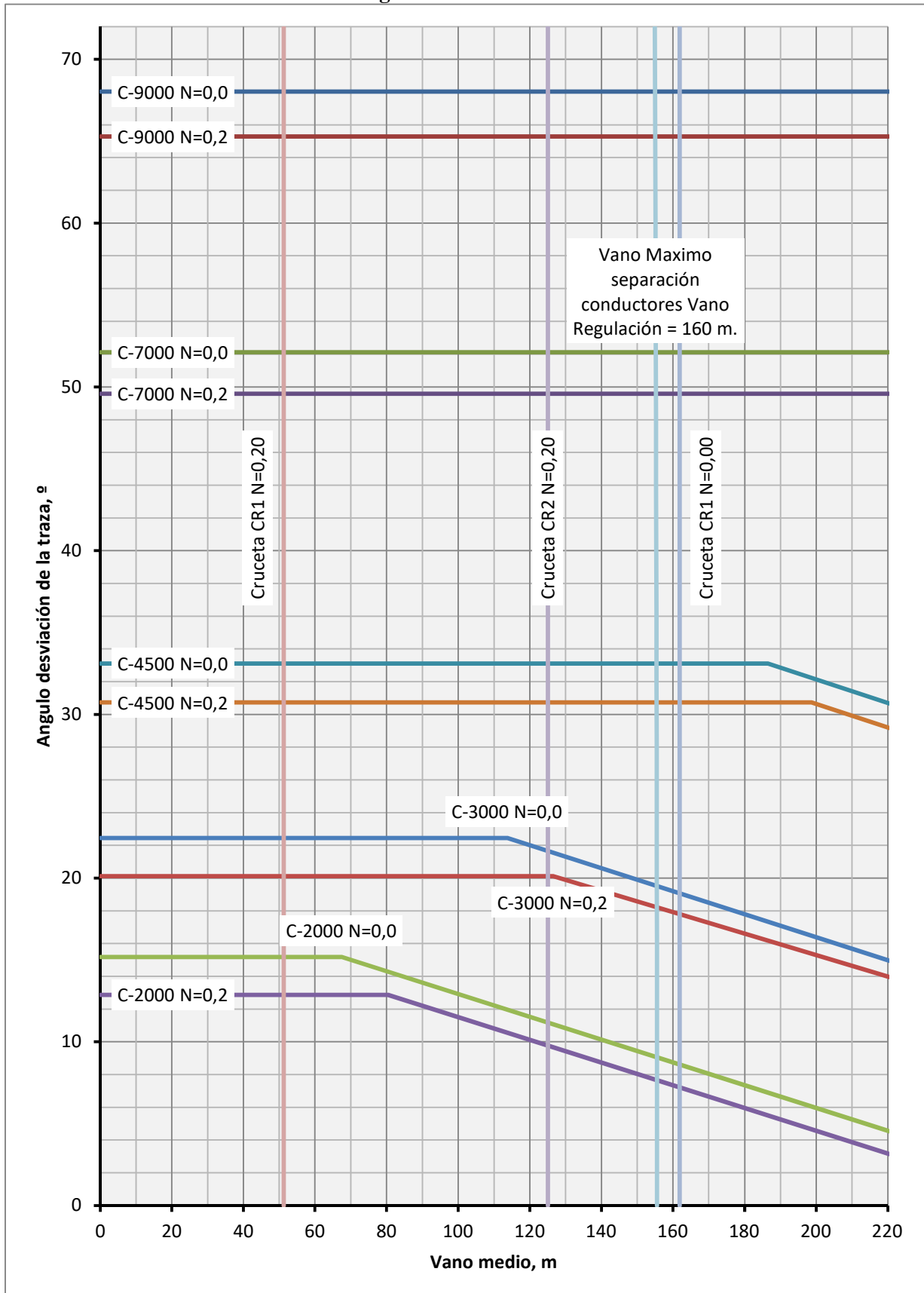
La separación entre conductores, no limita.

**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona B. Tense Límite Estático Dinámico**  
**Armado sin extensionamiento. Distancia vertical entre crucetas, 1,80 m**  
**Seguridad Normal**



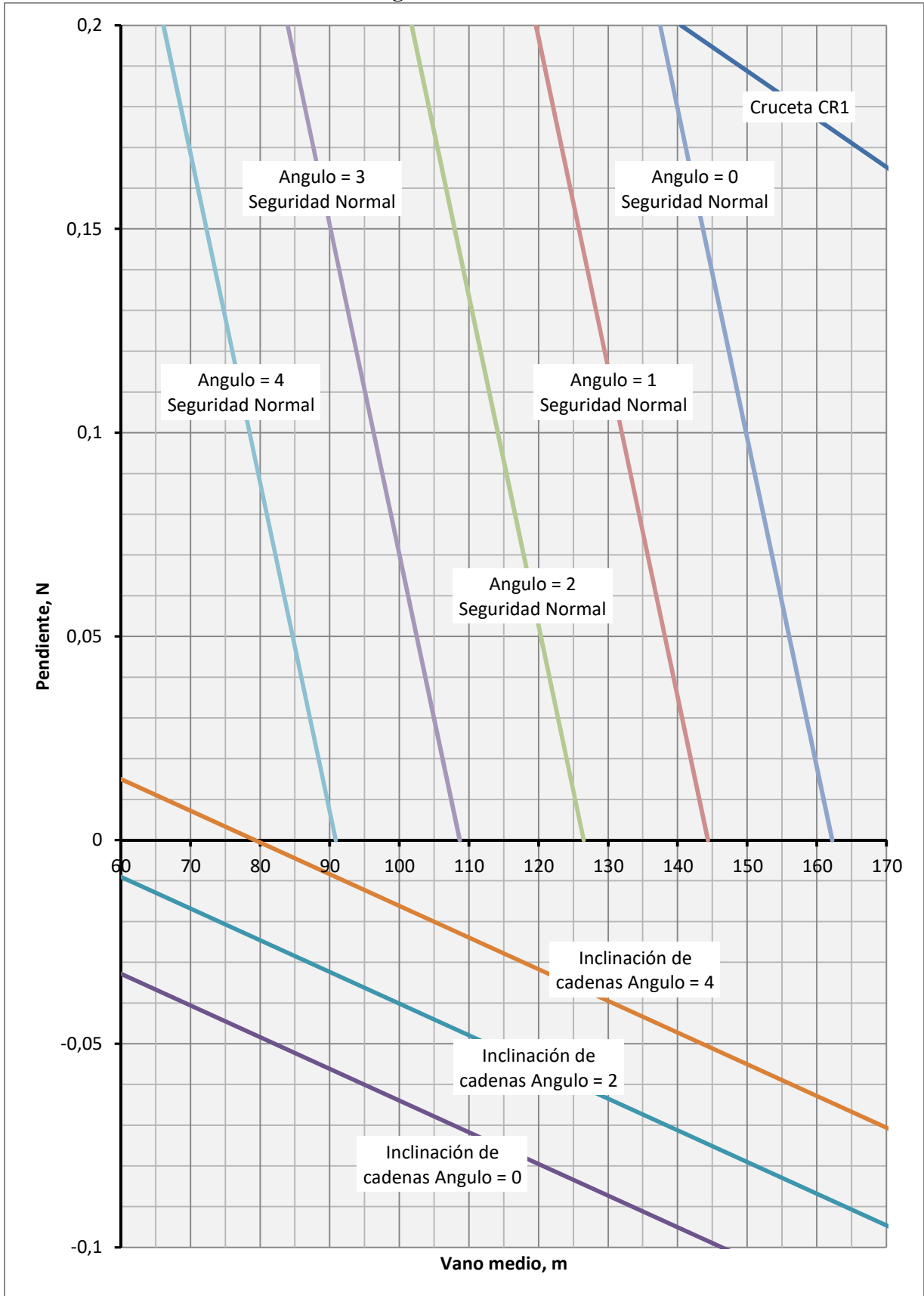
Nota: El apoyo C-1000, con el armado indicado, no cumple 3ª hipótesis.

**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona B. Tense Límite Estático Dinámico**  
**Armado sin extensionamiento. Distancia vertical entre crucetas, 1,80 m**  
**Seguridad Reforzada**



Nota: El apoyo C-1000, con el armado indicado, no cumple 3ª hipótesis.

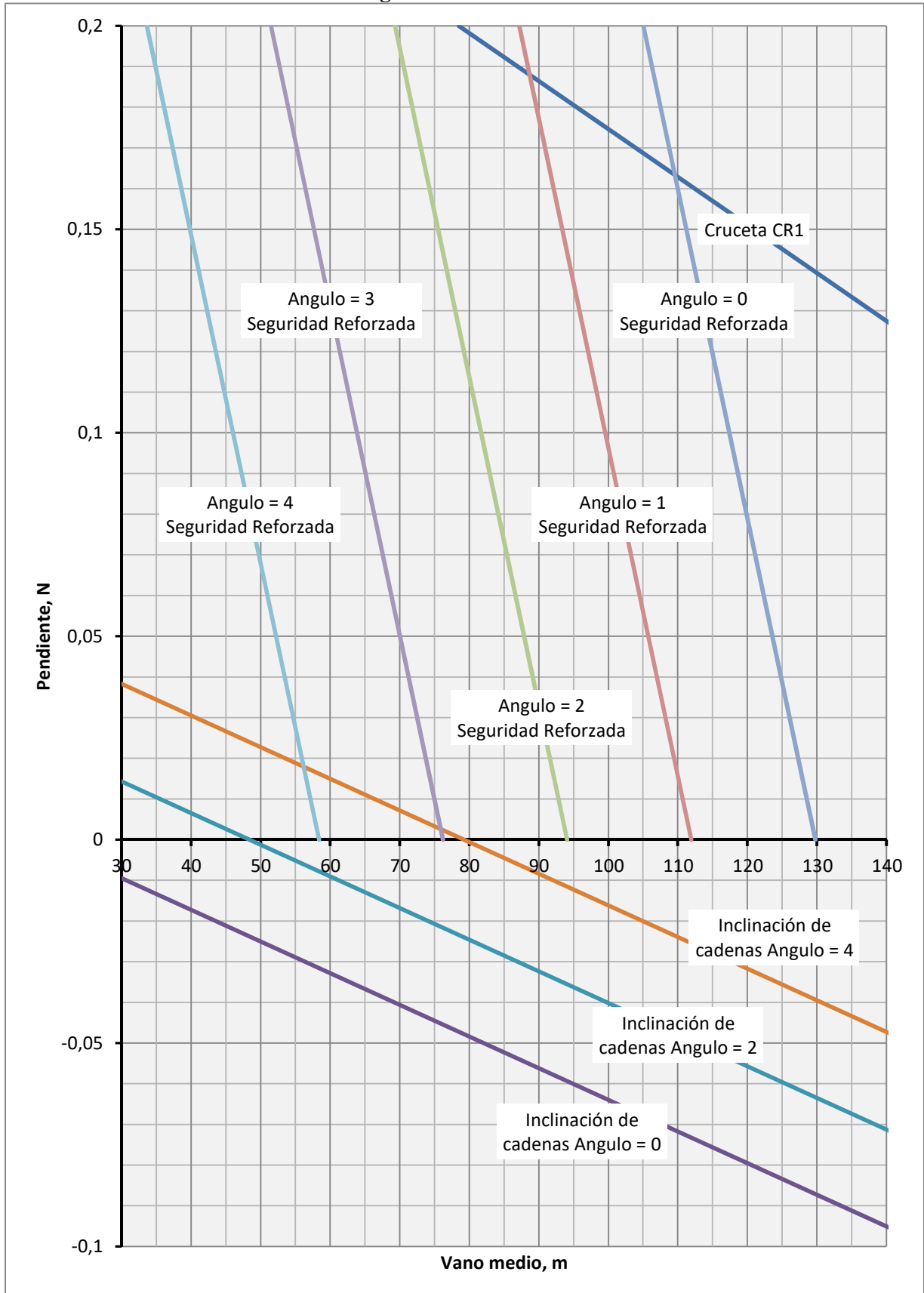
**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 2,40 m.  
Tense Límite Estático Dinámico - Zona B  
Seguridad Normal**



La separación entre conductores, no limita.

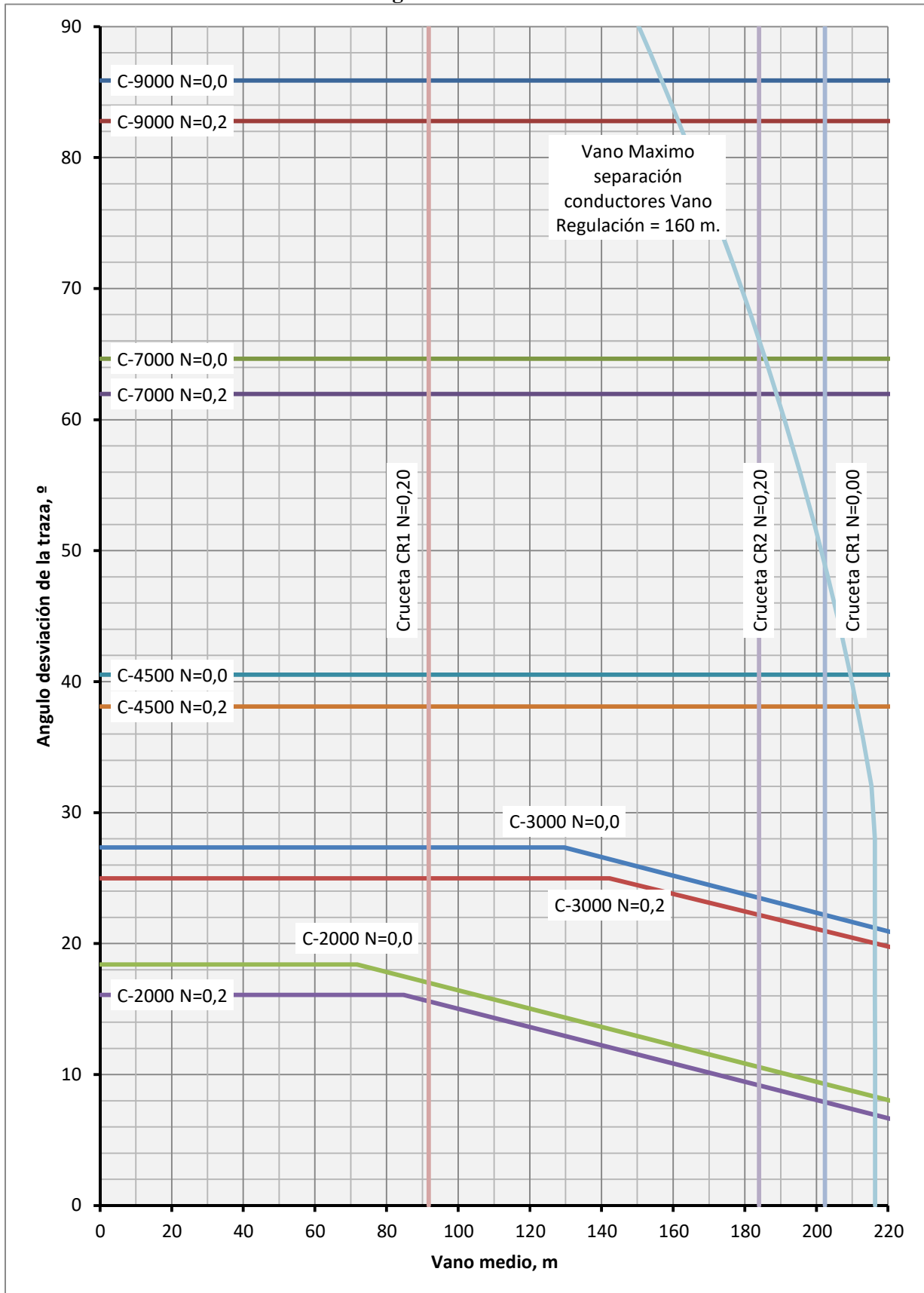
Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 2,40 m.

**Tense Límite Estático Dinámico - Zona B**  
**Seguridad Reforzada**



La separación entre conductores, no limita.

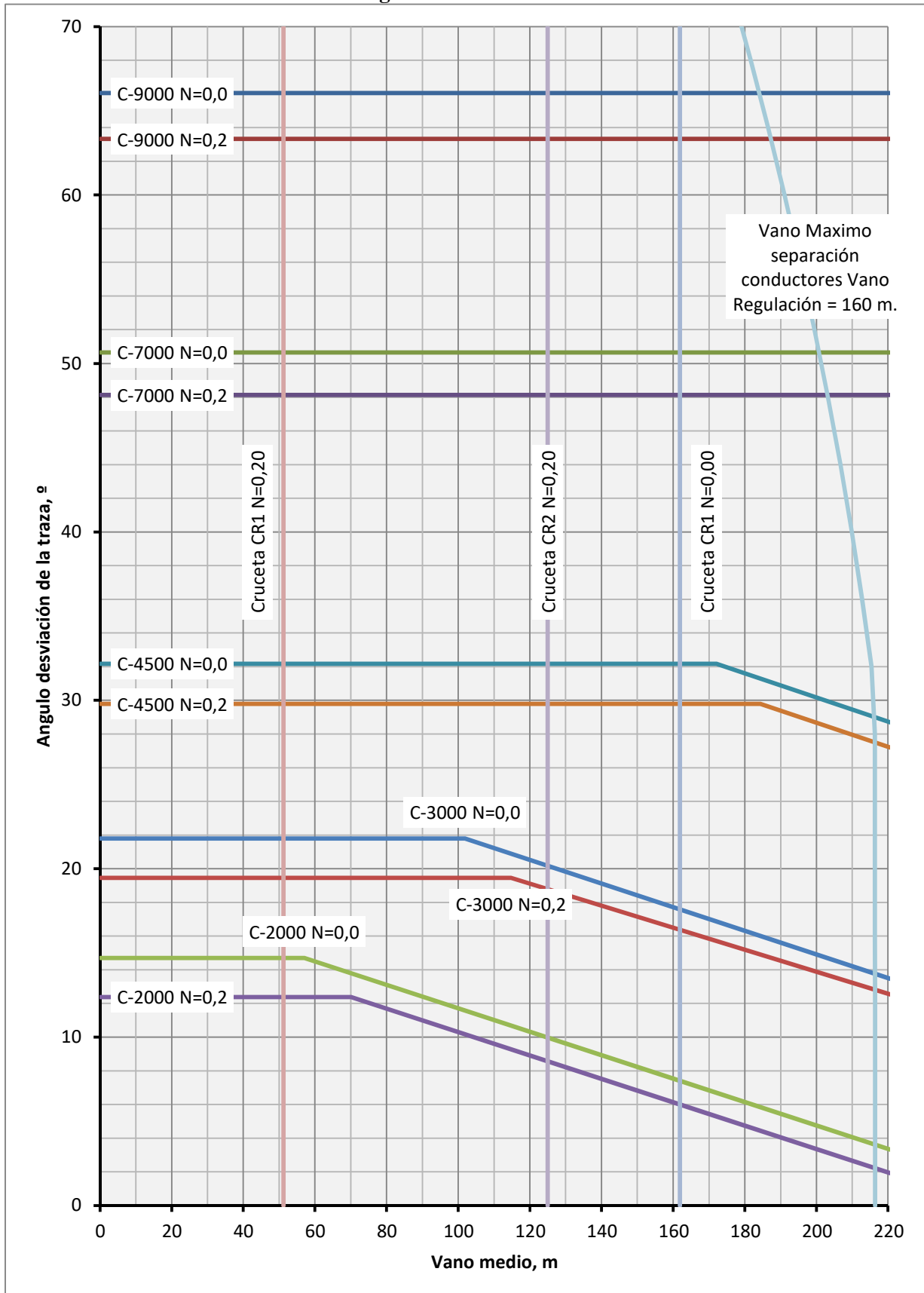
**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona B. Tense Límite Estático Dinámico**  
**Armado con extensionamiento de 1,20 m, crucetas distanciadas 2,40 m.**  
**Seguridad Normal**



Nota: El apoyo C-1000, con el armado indicado, no cumple 3ª hipótesis.

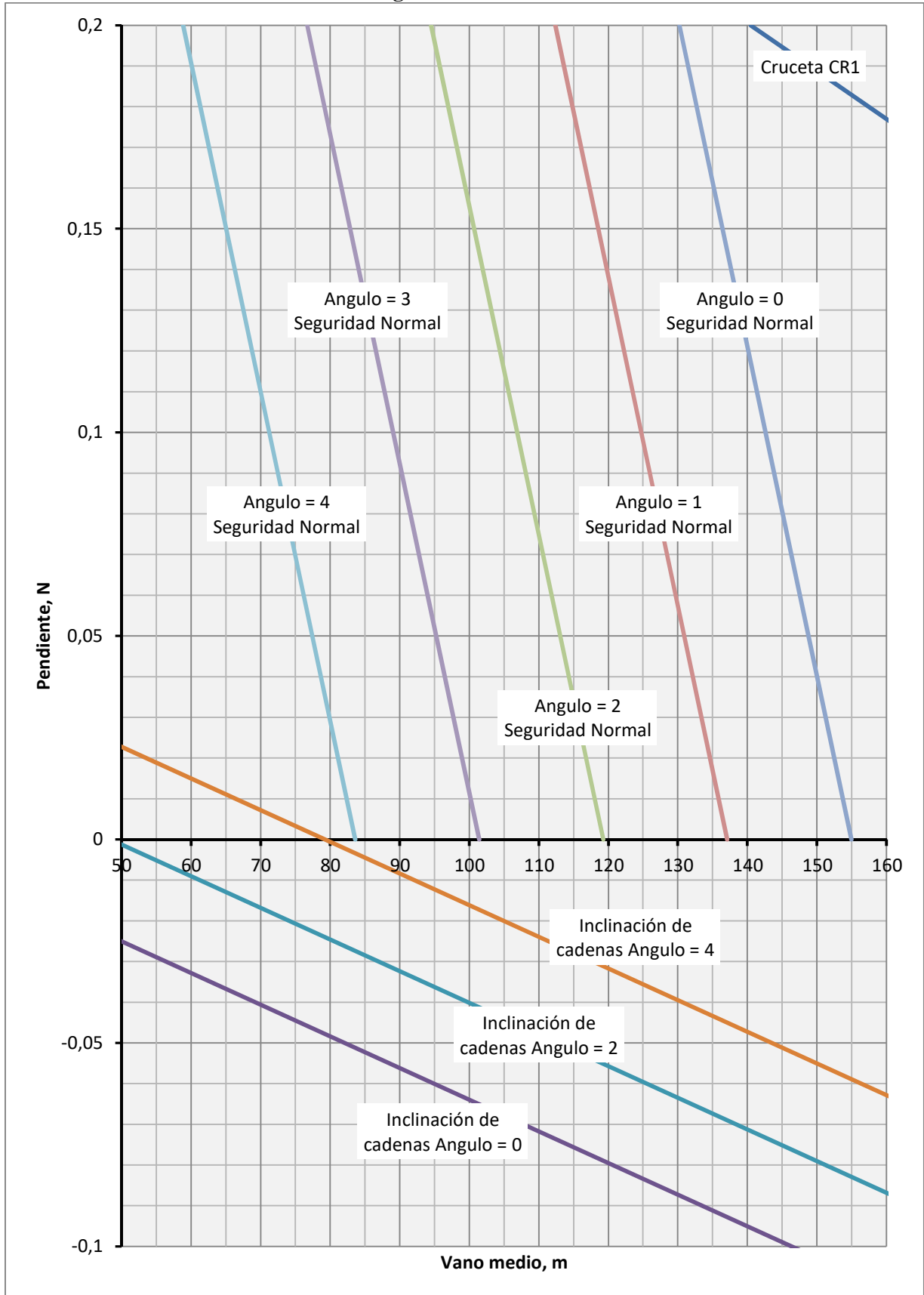


**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona B. Tense Límite Estático Dinámico**  
**Armado con extensionamiento de 1,20 m, crucetas distanciadas 2,40 m.**  
**Seguridad Reforzada**



Nota: El apoyo C-1000, con el armado indicado, no cumple 3ª hipótesis.

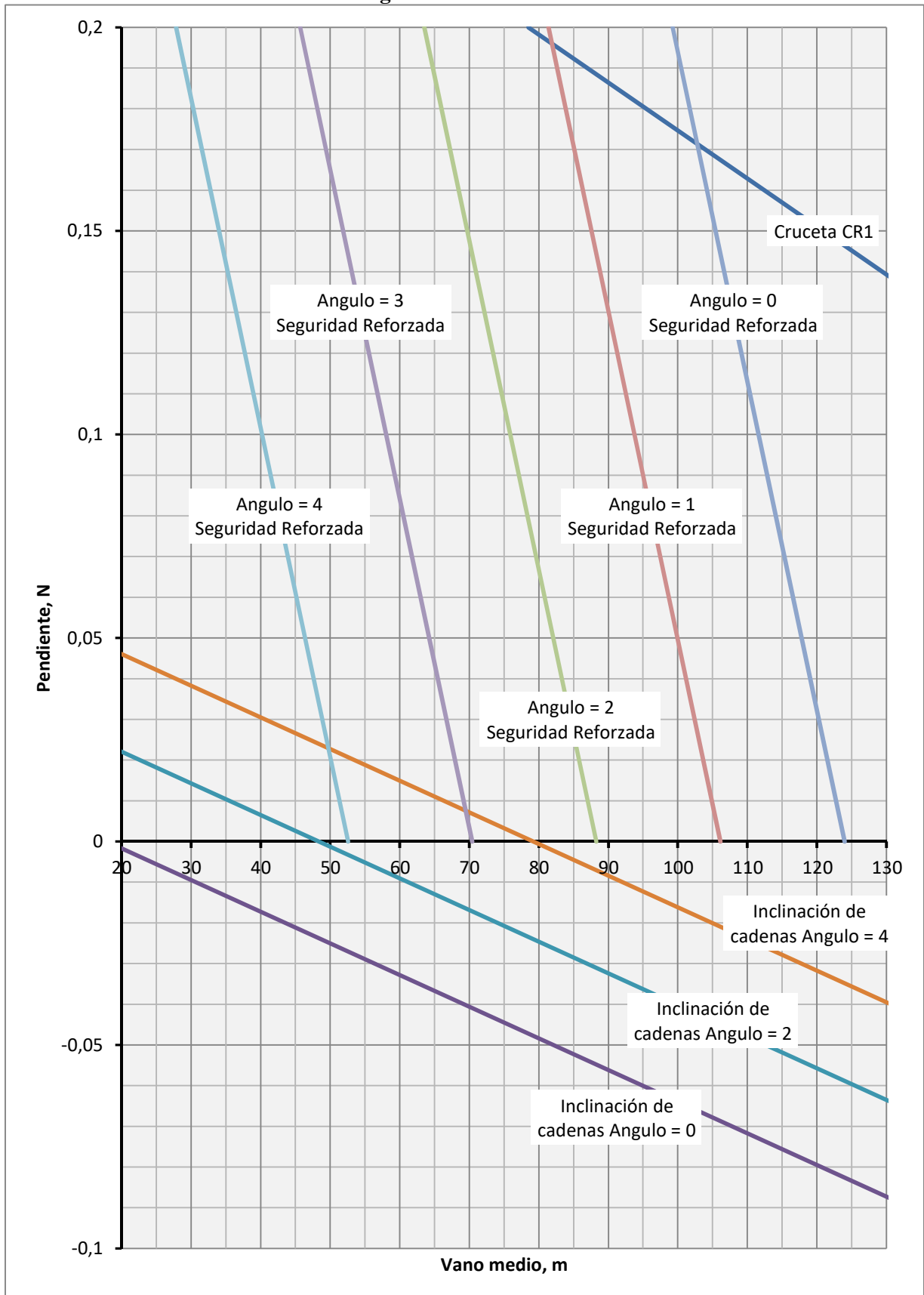
**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 3,00 m.**  
**Tense Límite Estático Dinámico - Zona B**  
**Seguridad Normal**



La separación entre conductores, no limita.

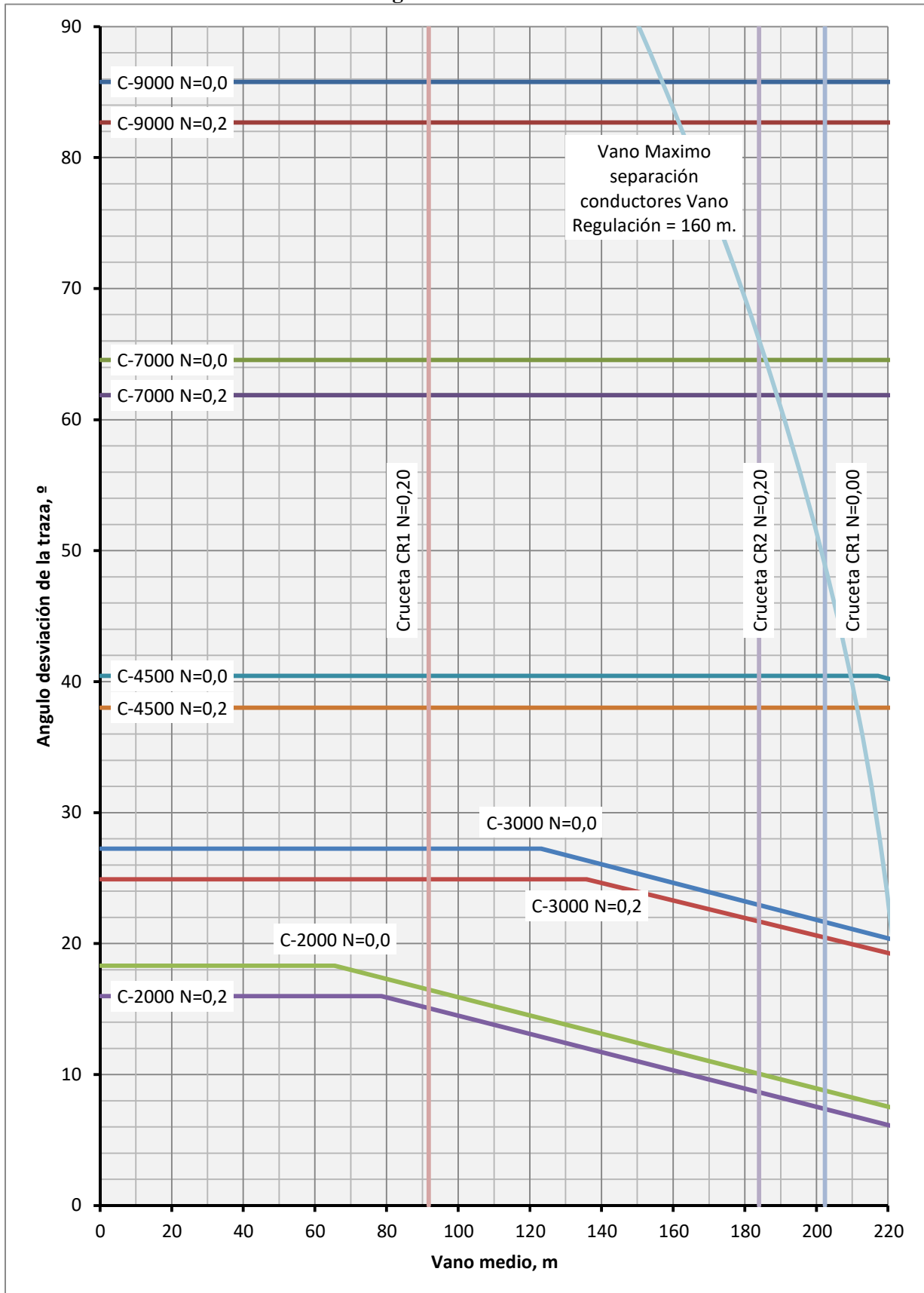
Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 3,00 m.

Tense Límite Estático Dinámico - Zona B  
Seguridad Reforzada



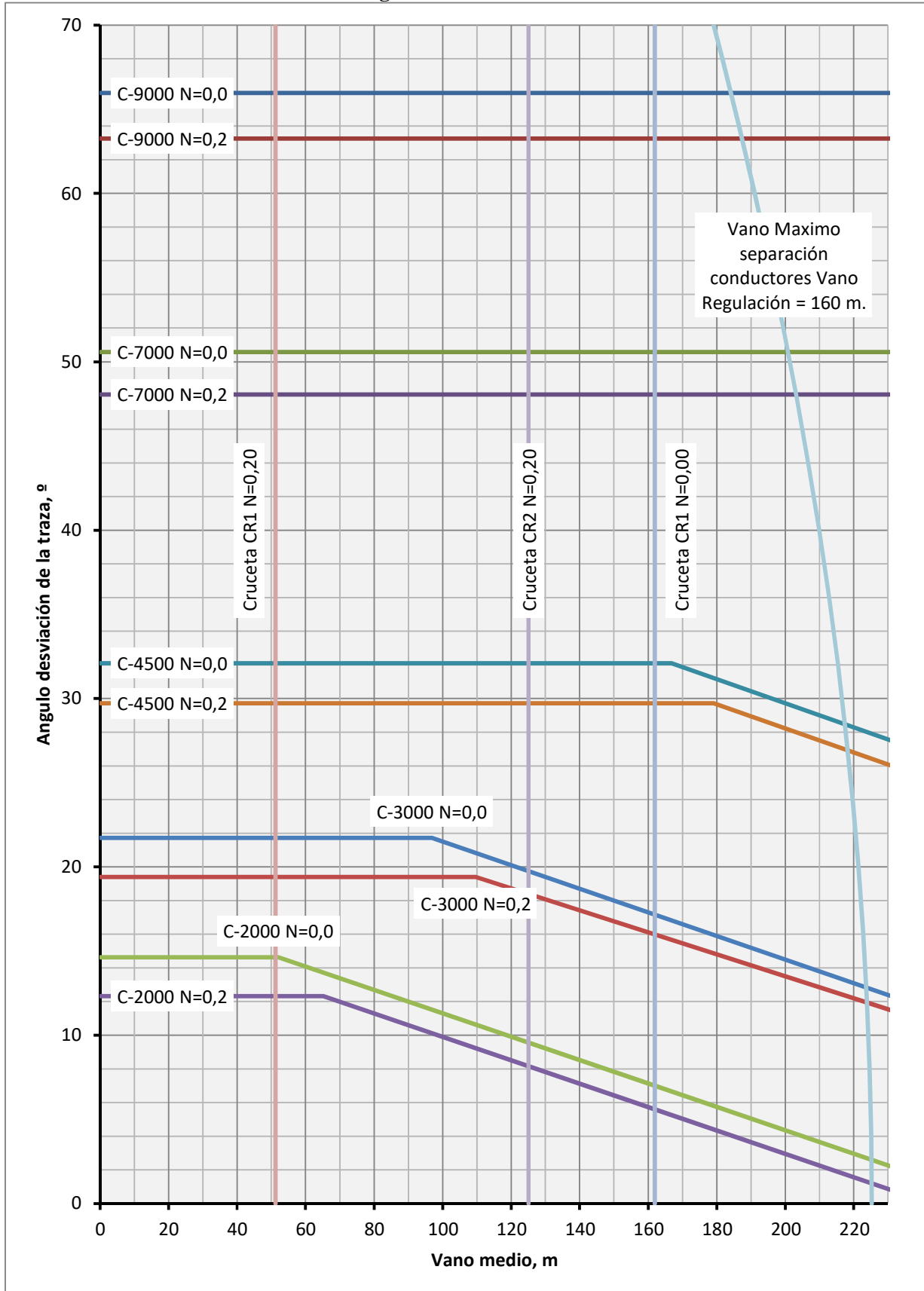
La separación entre conductores, no limita.

**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona B. Tense Límite Estático Dinámico**  
**Armado con extensionamiento de 1,80 m, crucetas distanciadas 3,00 m.**  
**Seguridad Normal**



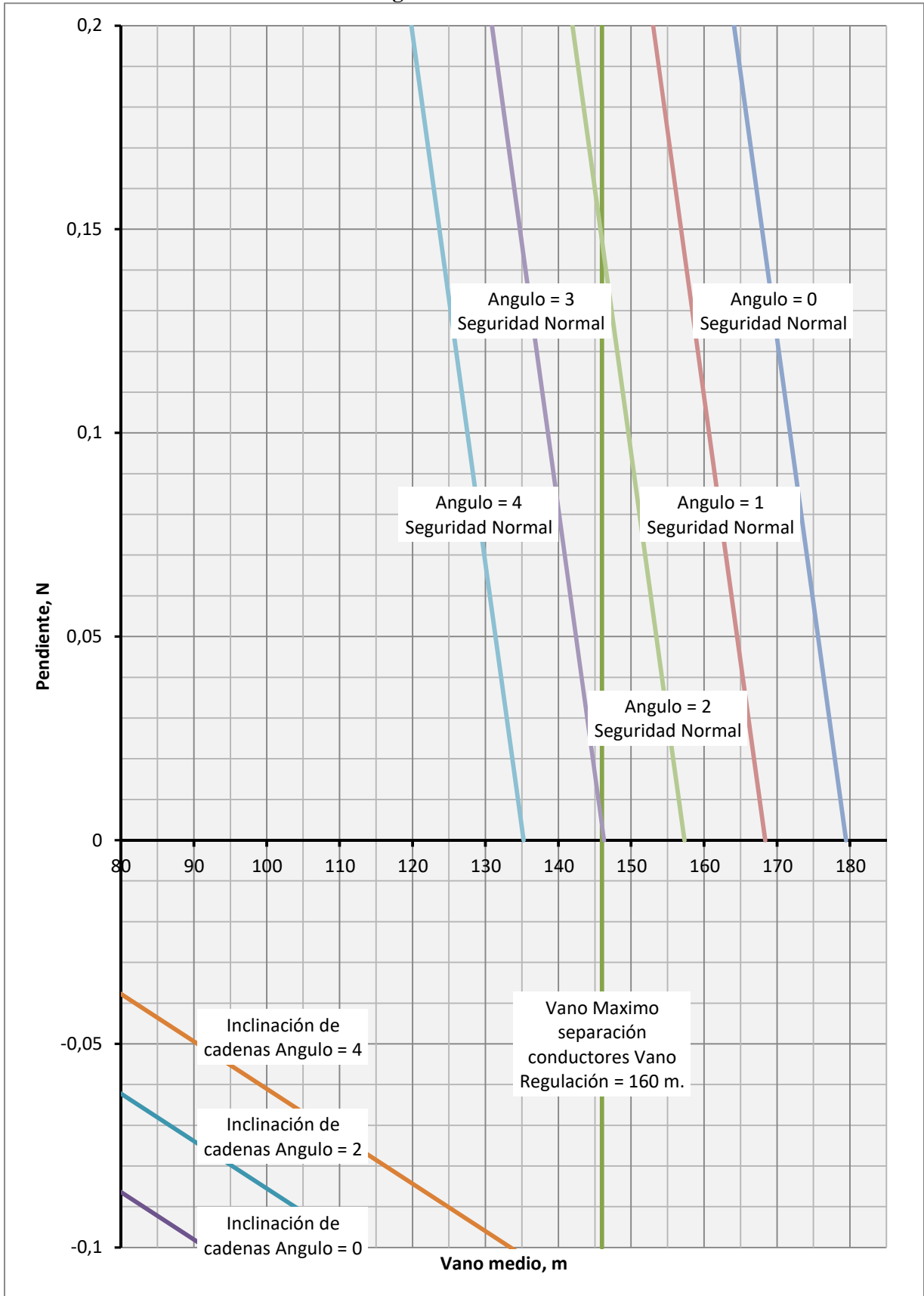
Nota: El apoyo C-1000, con el armado indicado, no cumple 3ª hipótesis.

**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona B. Tense Límite Estático Dinámico**  
**Armado con extensionamiento de 1,80 m, crucetas distanciadas 3,00 m.**  
**Seguridad Reforzada**

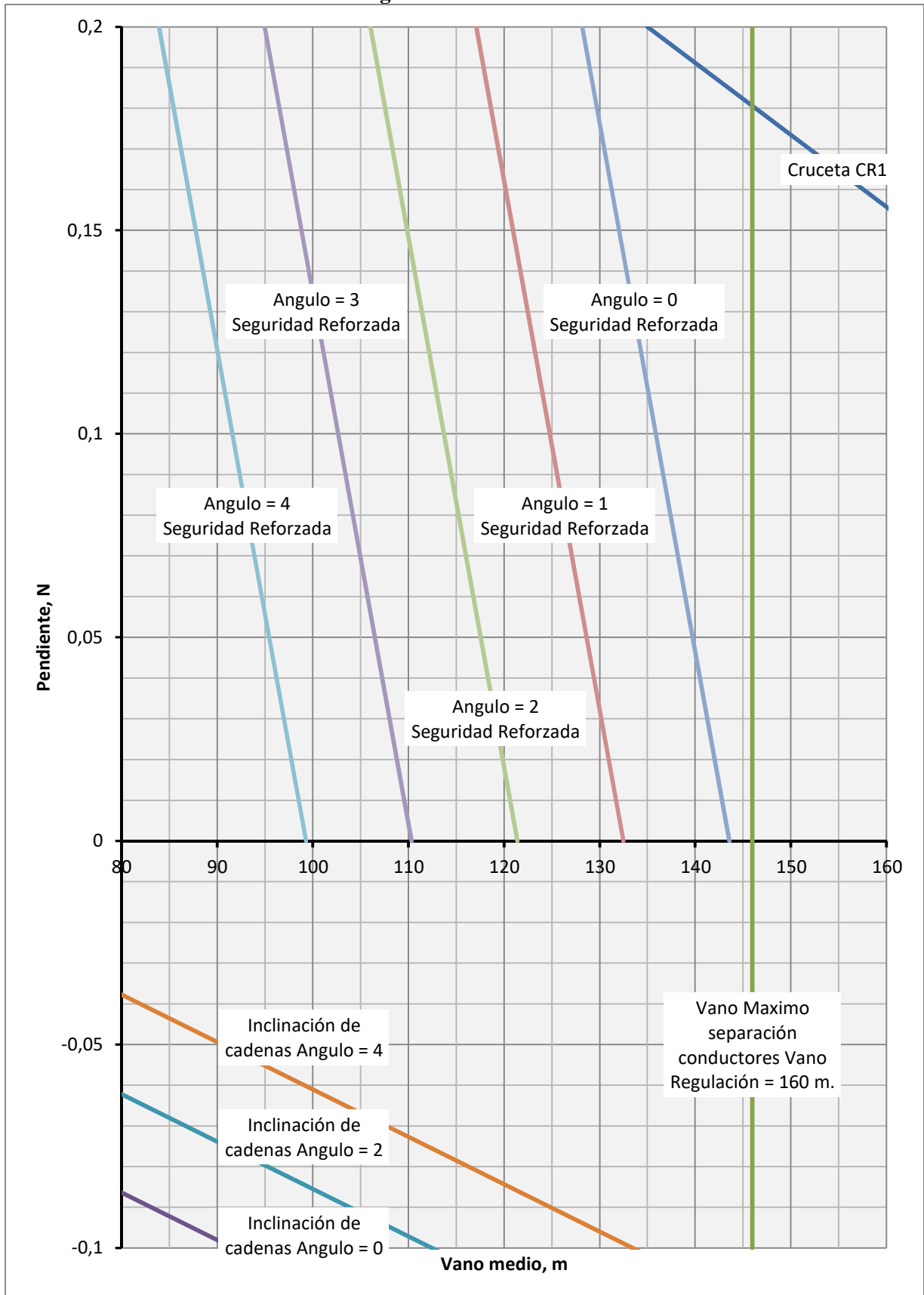


Nota: El apoyo C-1000, con el armado indicado, no cumple 3ª hipótesis.

**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 1,80 m.  
Tense Reducido - Zona B  
Seguridad Normal**

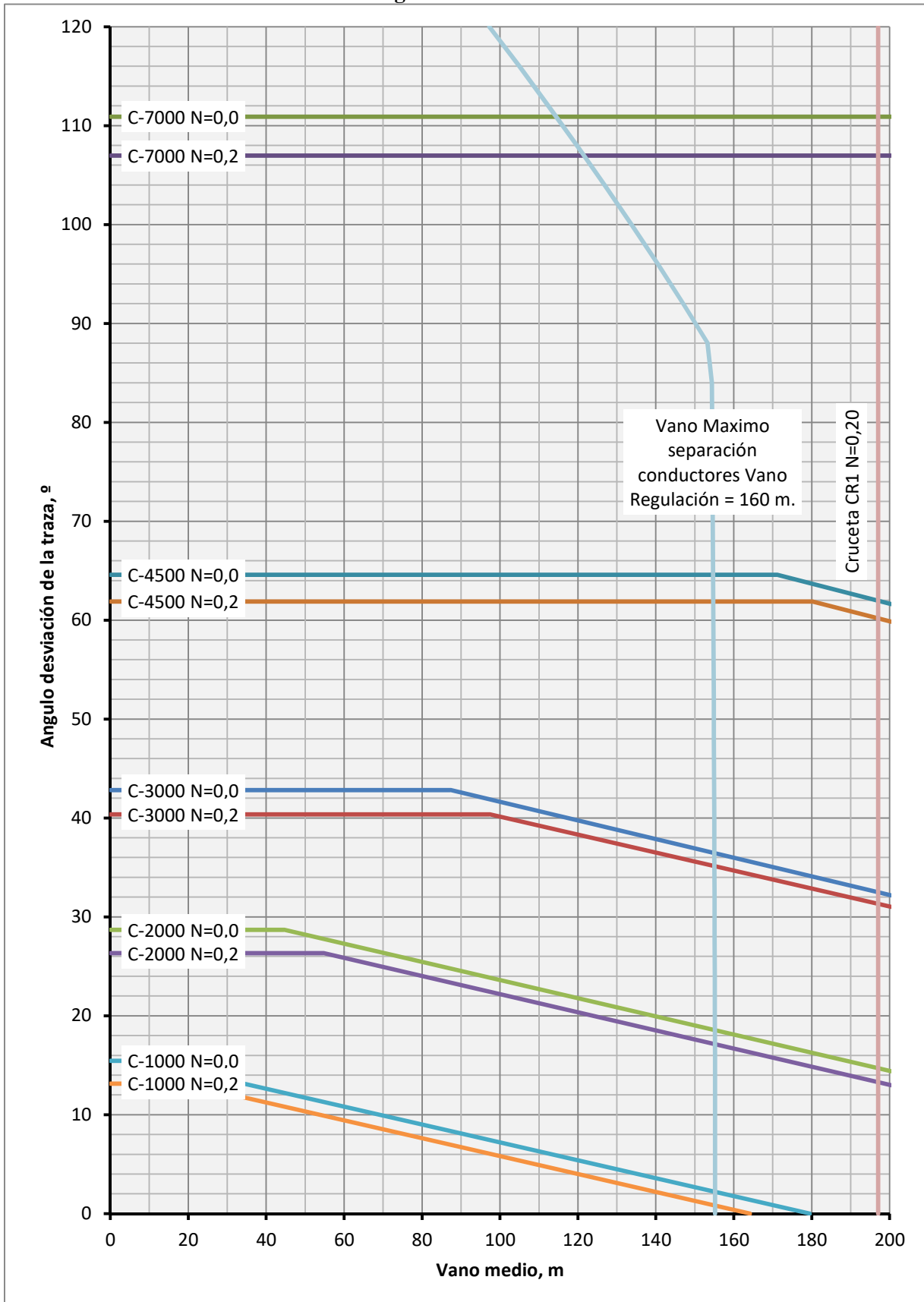


**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 1,80 m.  
Tense Reducido - Zona B  
Seguridad Reforzada**



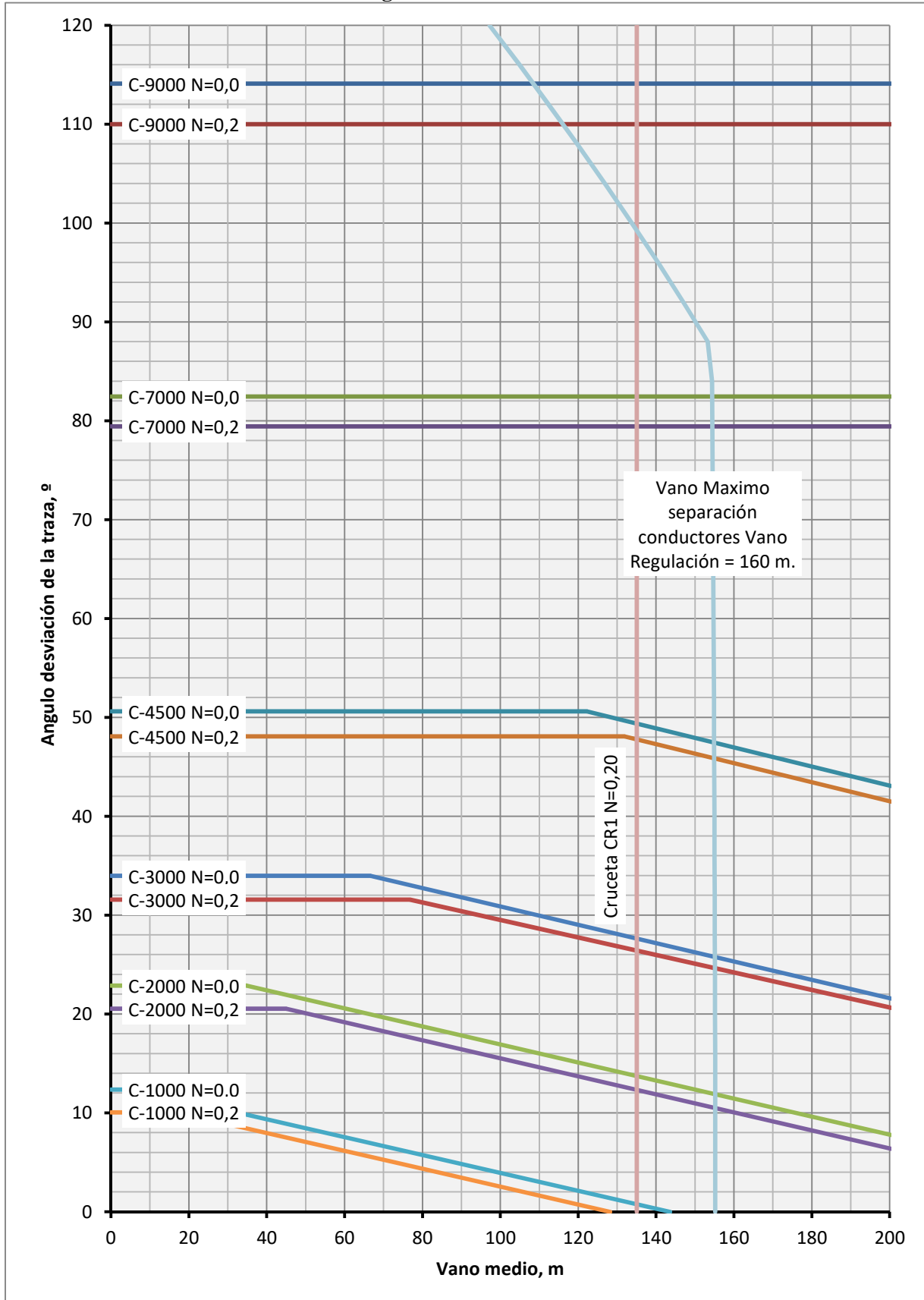
La separación entre conductores, no limita.

**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona B. Tense Reducido**  
**Armado sin extensionamiento. Distancia vertical entre crucetas, 1,80 m**  
**Seguridad Normal**

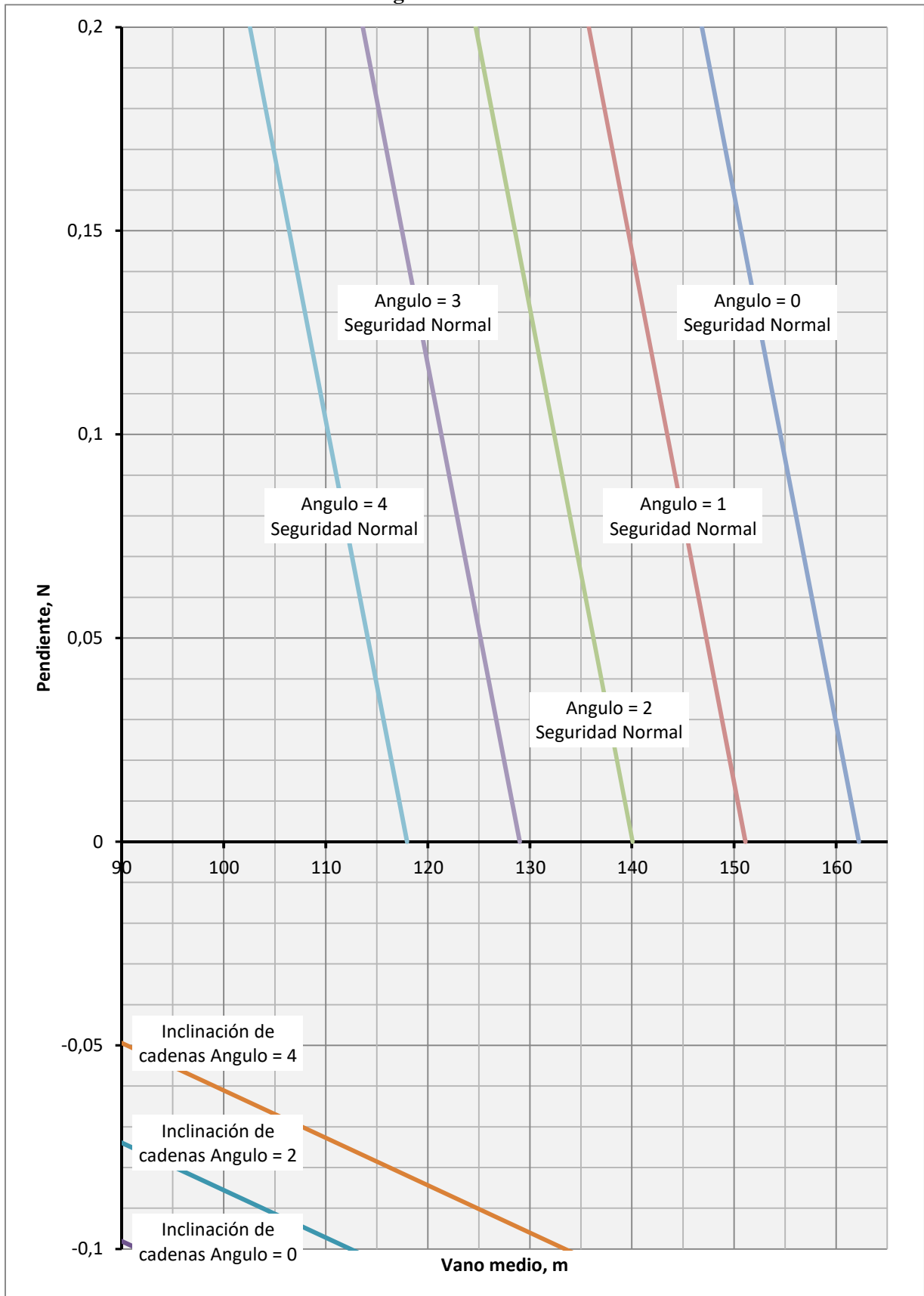




**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona B. Tense Reducido**  
**Armado sin extensionamiento. Distancia vertical entre crucetas, 1,80 m**  
**Seguridad Reforzada**

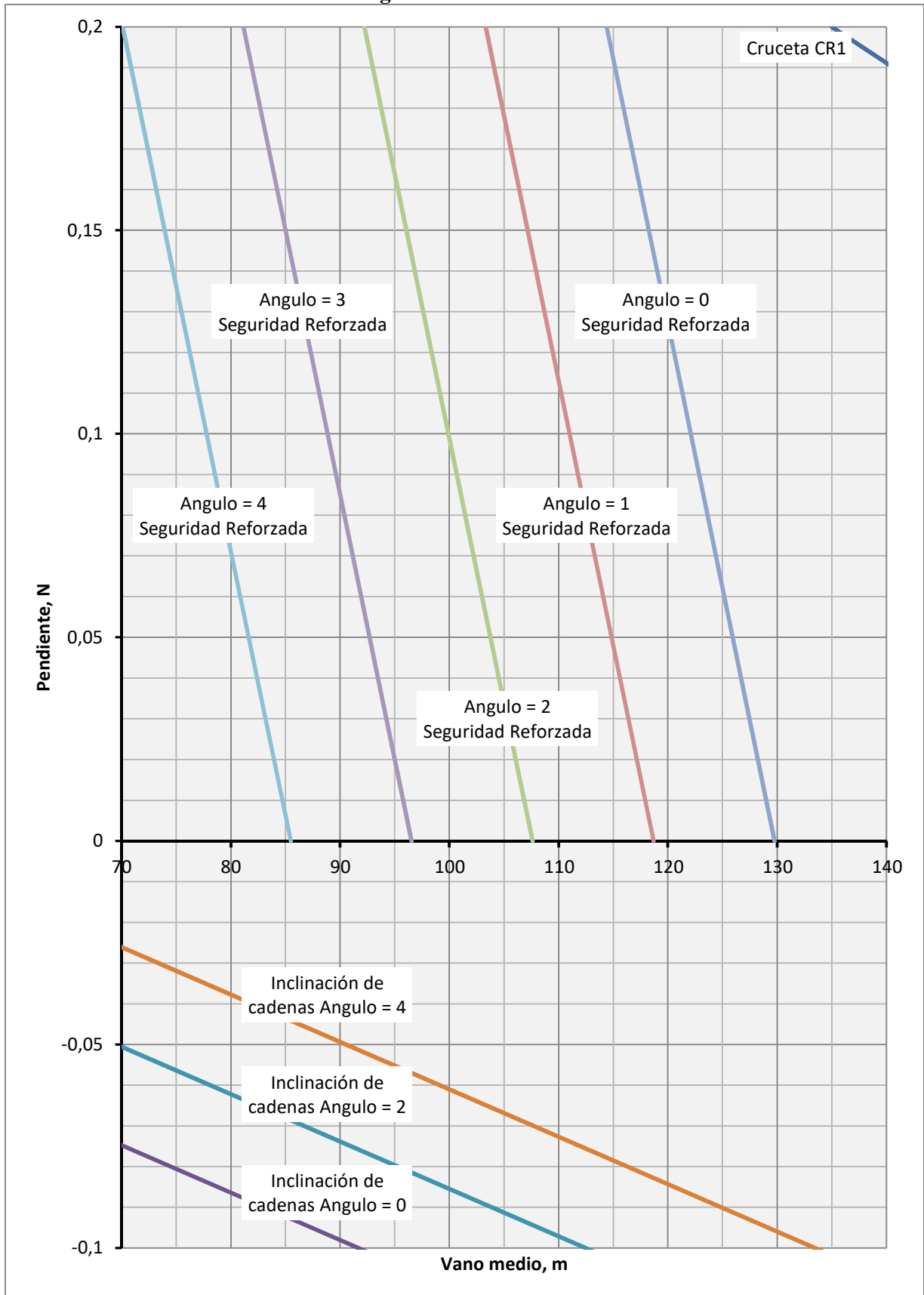


**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 2,40 m.**  
**Tense Reducido - Zona B**  
**Seguridad Normal**



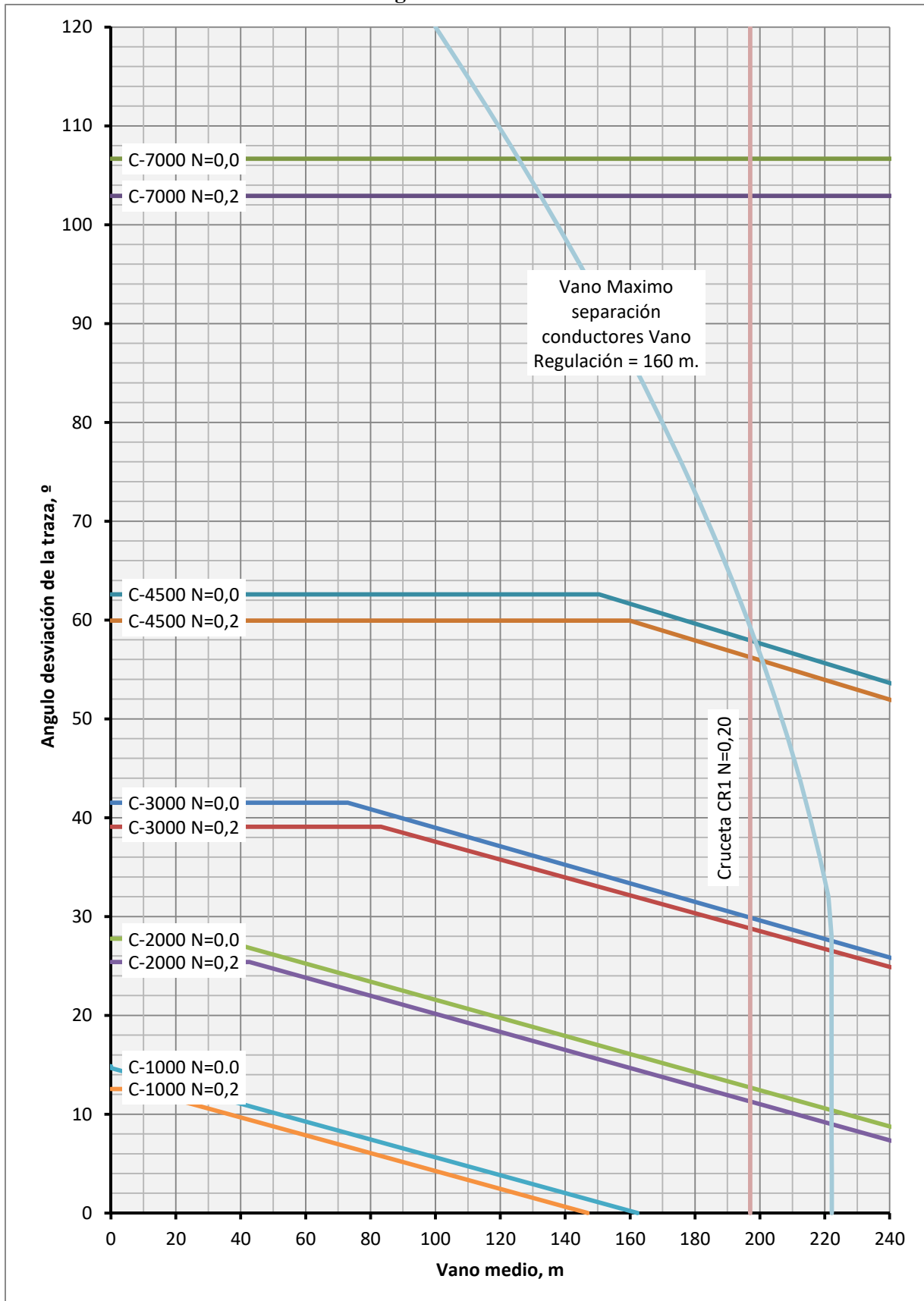
La separación entre conductores, no limita.

**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 2,40 m.  
Tense Reducido - Zona B  
Seguridad Reforzada**

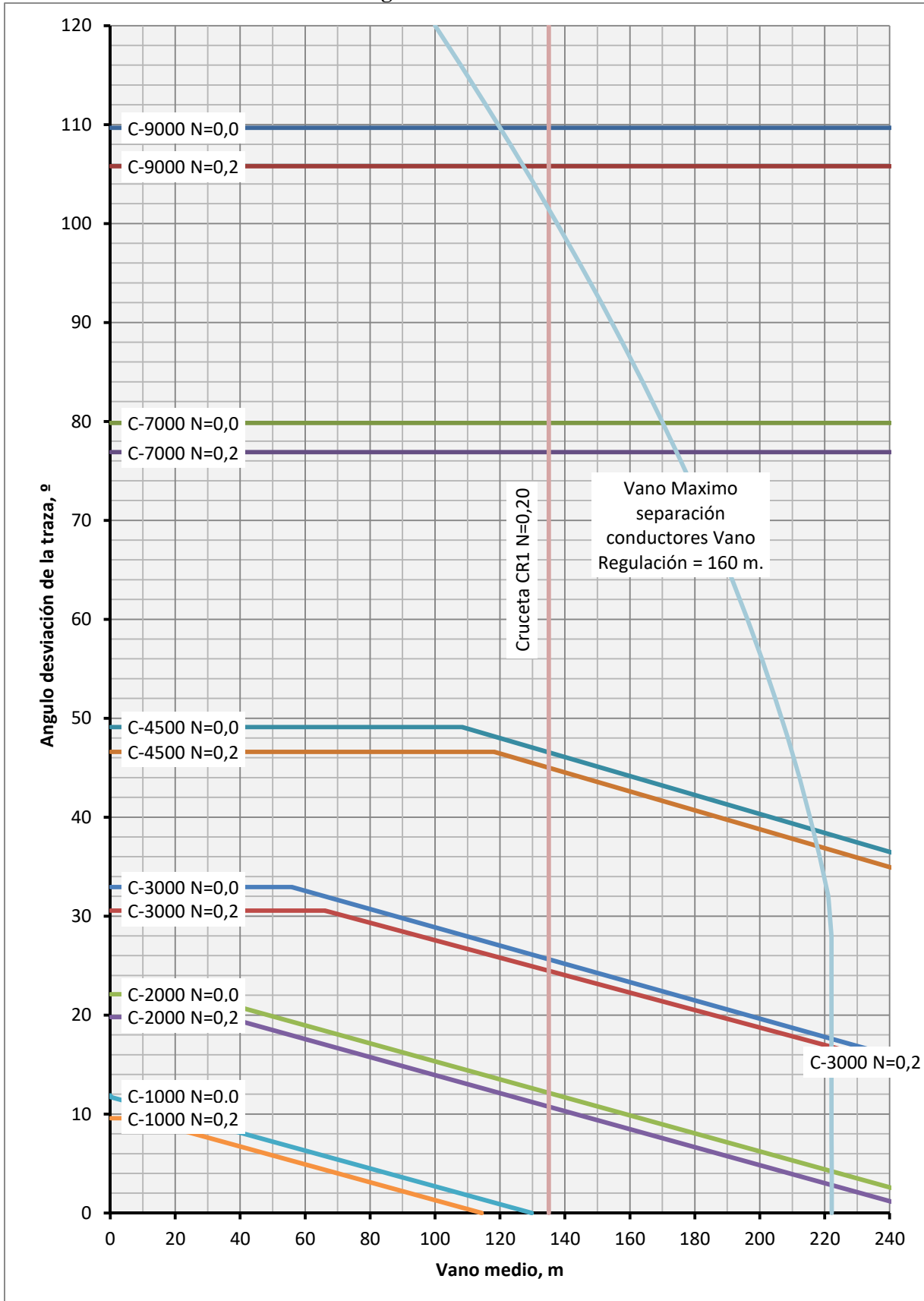


La separación entre conductores, no limita

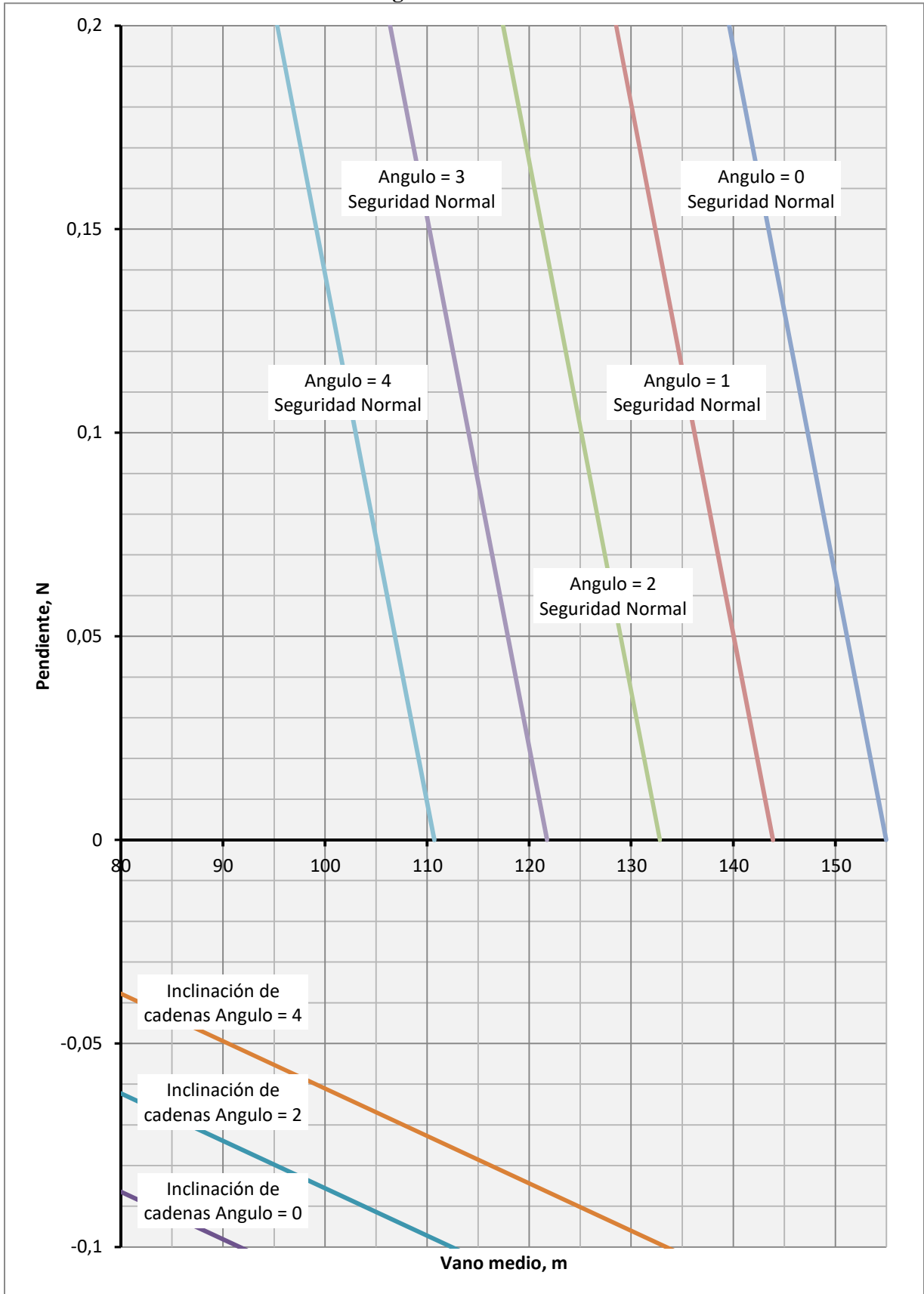
**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona B. Tense Reducido**  
**Armado con extensionamiento de 1,20 m, crucetas distanciadas 2,40 m.**  
**Seguridad Normal**



**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona B. Tense Reducido**  
**Armado con extensionamiento de 1,20 m, crucetas distanciadas 2,40 m.**  
**Seguridad Reforzada**

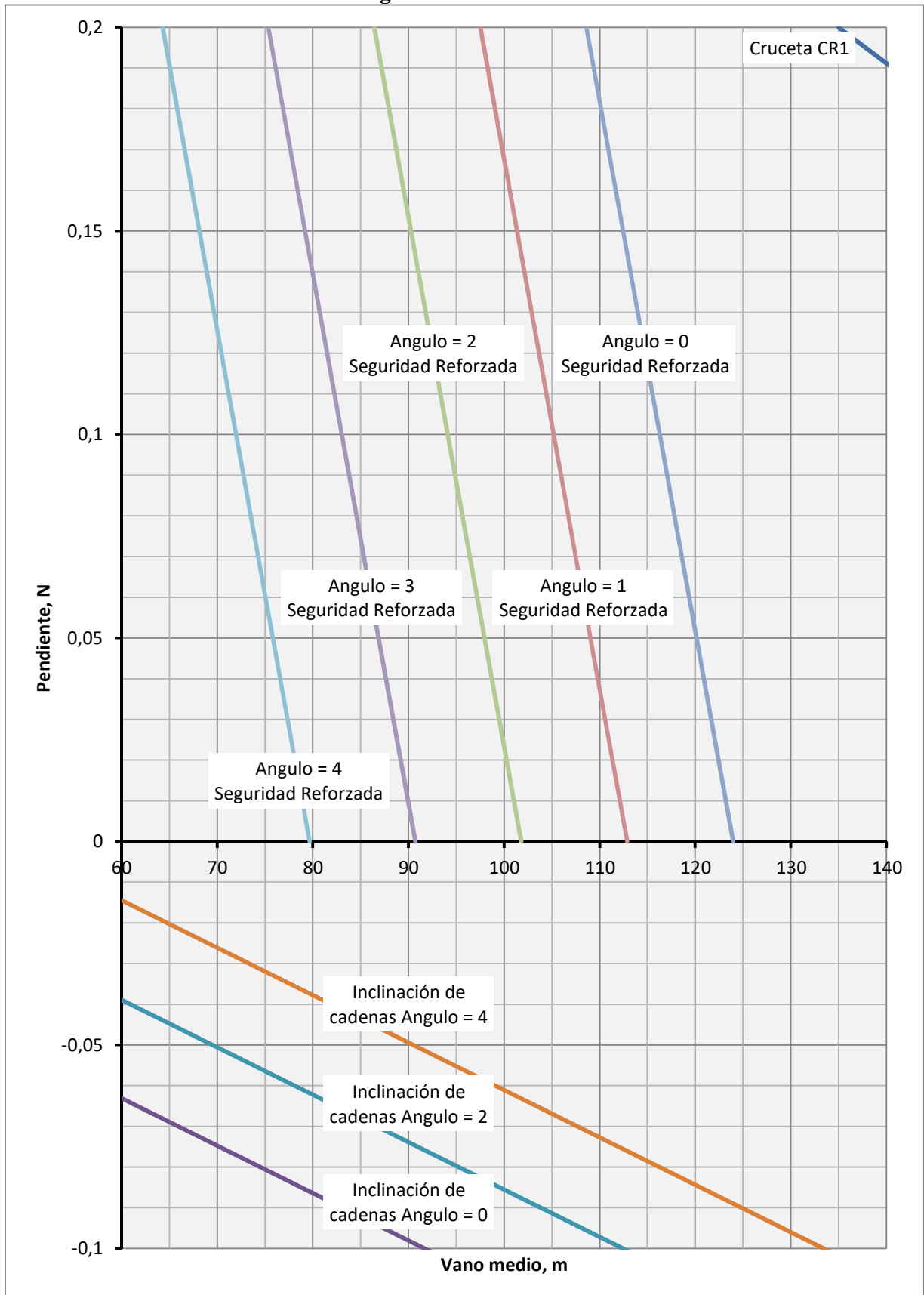


**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 3,00 m.  
Tense Reducido - Zona B  
Seguridad Normal**



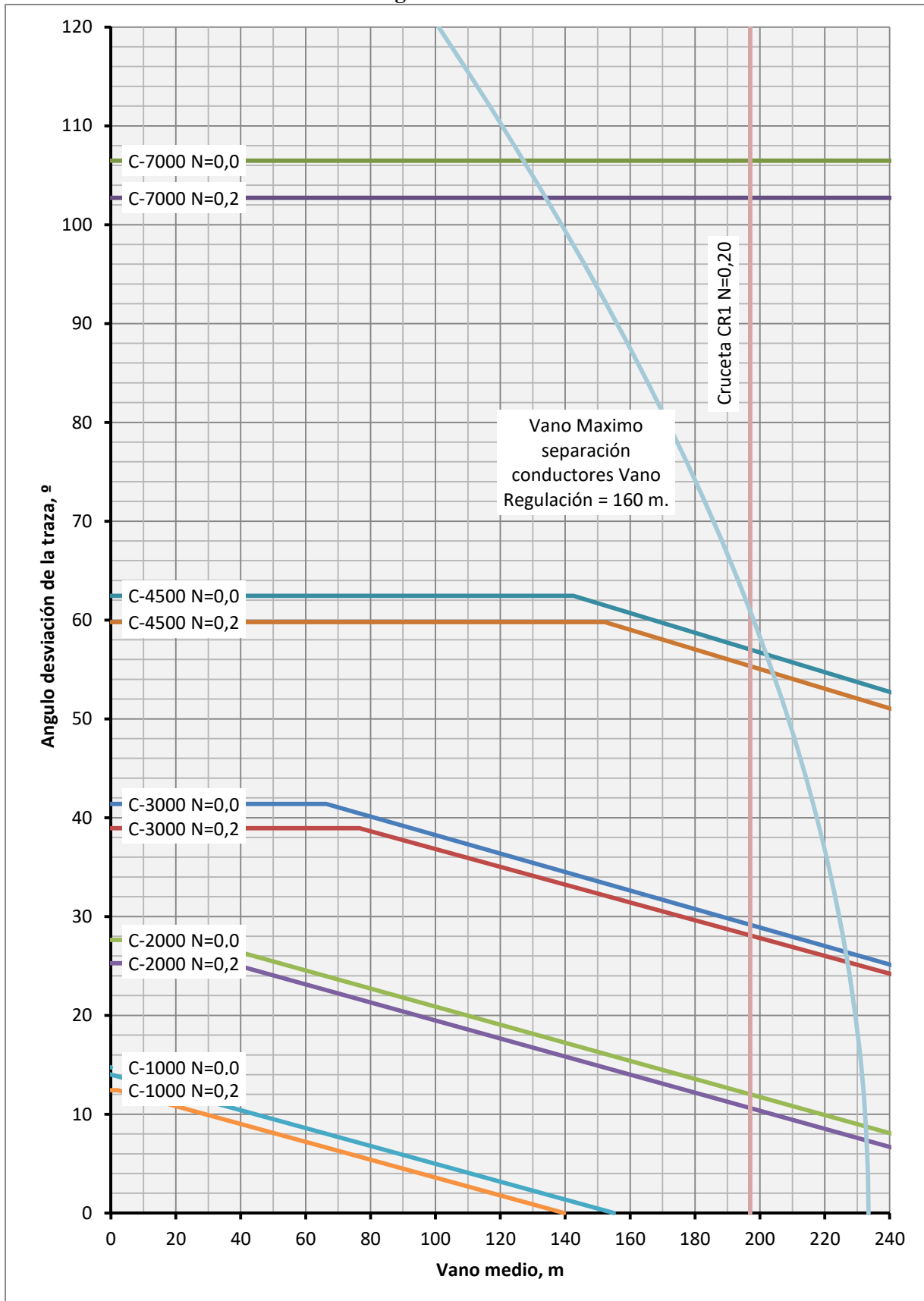
La separación entre conductores, no limita.

**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 3,00 m.  
Tense Reducido - Zona B  
Seguridad Reforzada**



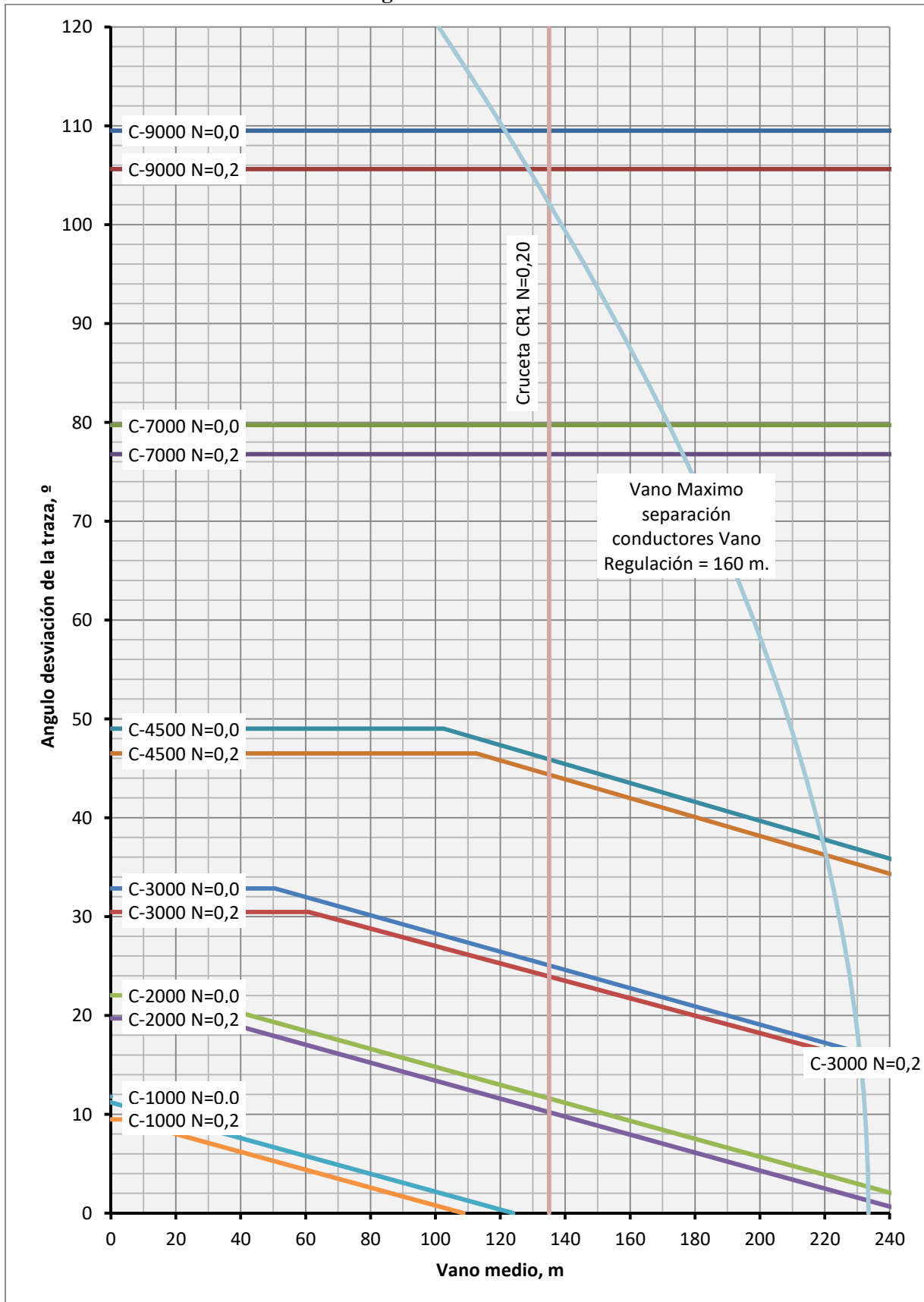
La separación entre conductores, no limita.

**Apoyo de alineación 0o ángulo con cadenas de amarre. Zona B. Tense Reducido**  
**Armado con extensionamiento de 1,80 m, crucetas distanciadas 3,00 m.**  
**Seguridad Normal**





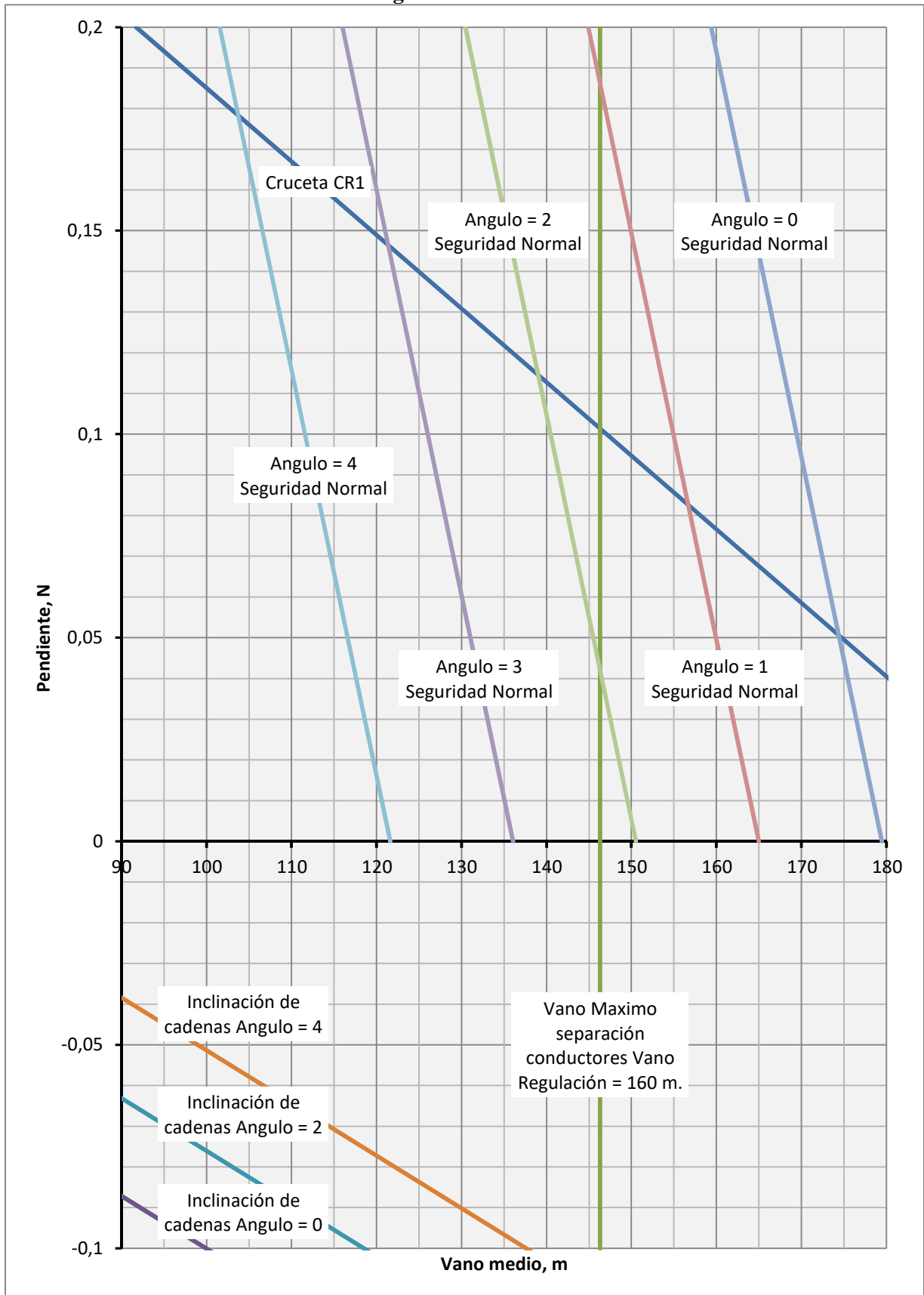
**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona B. Tense Reducido**  
**Armado con extensionamiento de 1,80 m, crucetas distanciadas 3,00 m.**  
**Seguridad Reforzada**



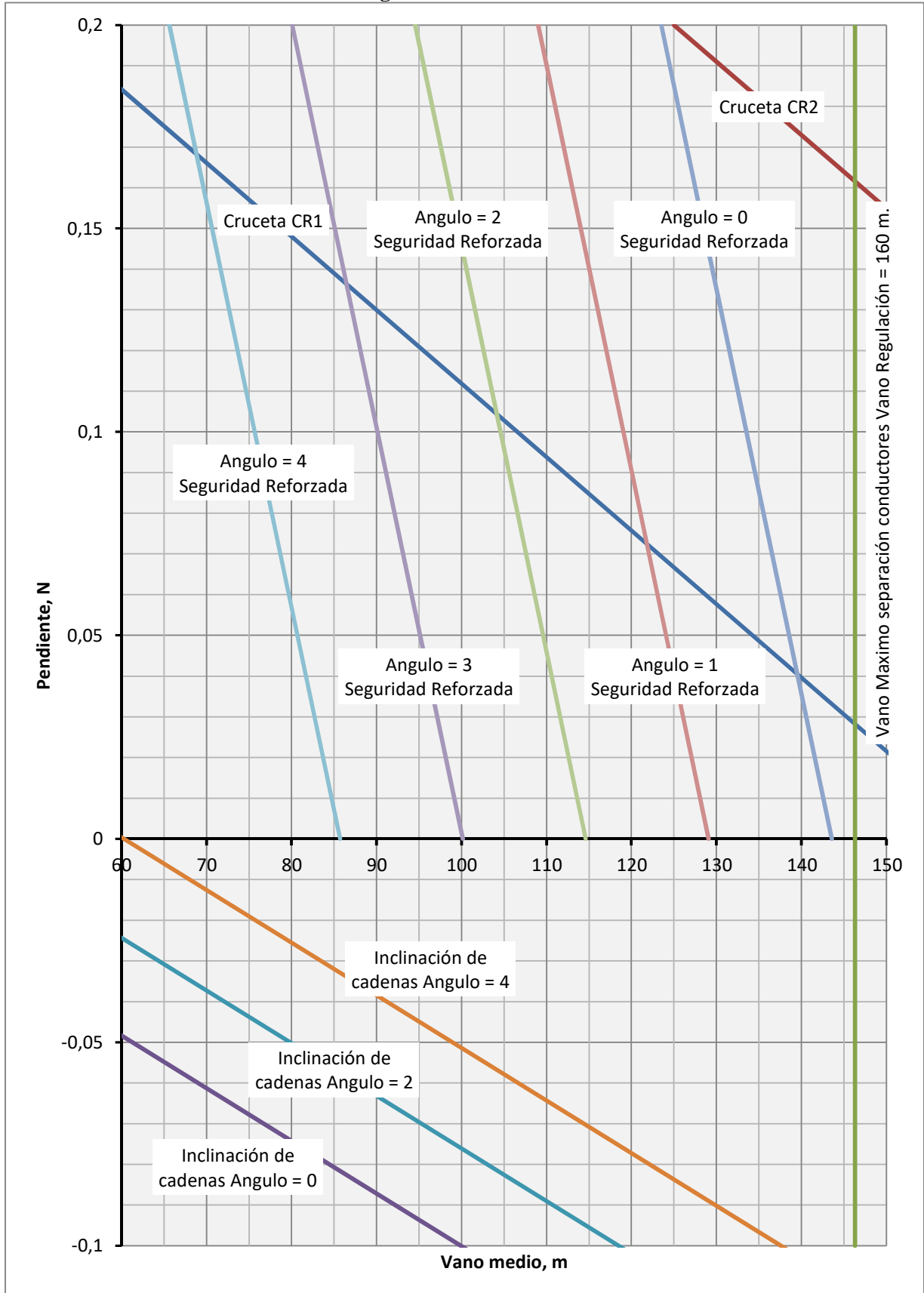
### **Gráficos de Utilización de apoyos Zona C**

- **Apoyos con Cadenas de Suspensión, alineación o ángulo.**
- **Apoyos con Cadenas de Amarre, alineación, ángulo, anclaje o fin de línea.**

**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 1,80 m.  
Tense Límite Estático Dinámico - Zona C  
Seguridad Normal**

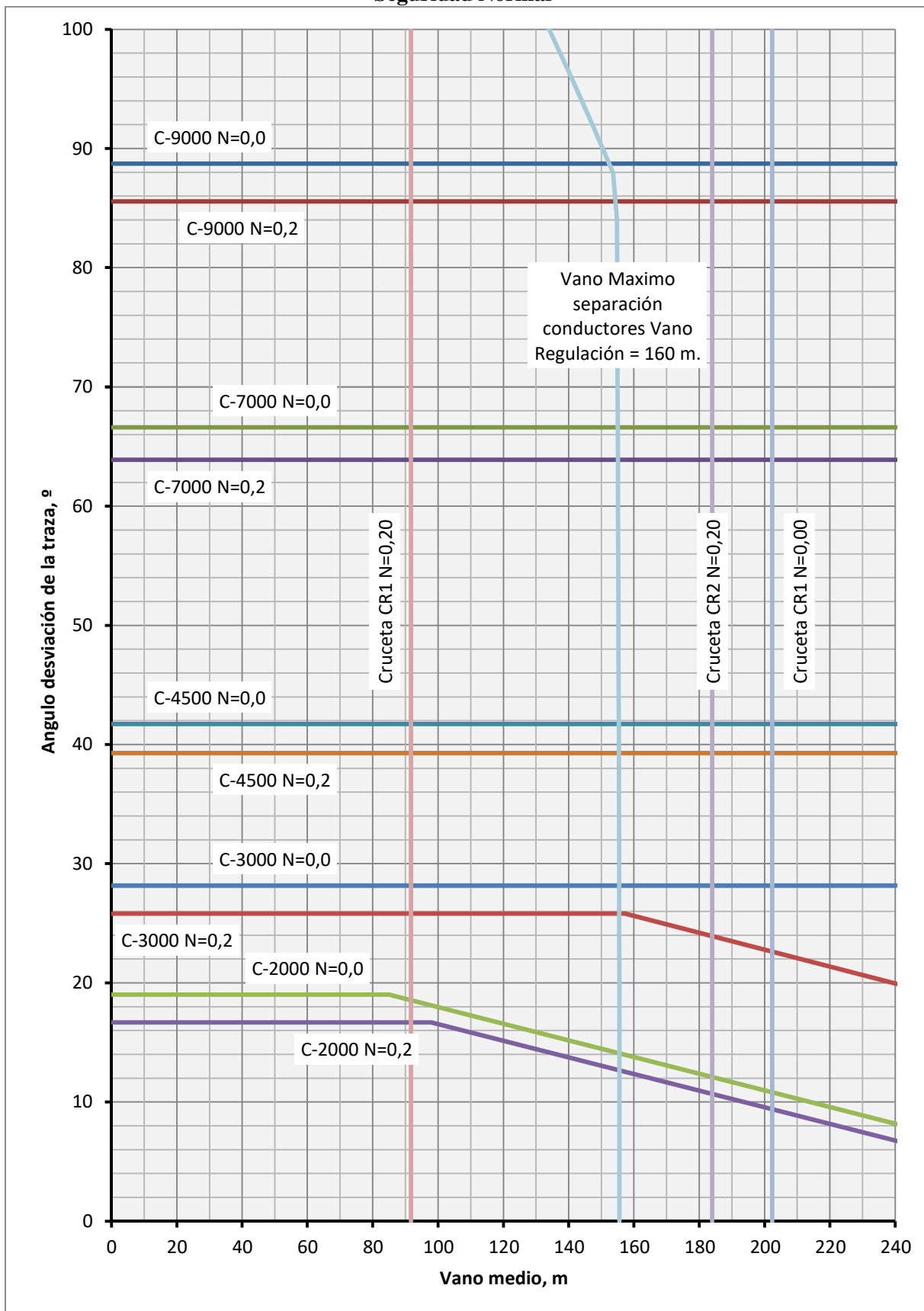


**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 1,80 m.  
Tense Límite Estático Dinámico - Zona C  
Seguridad Reforzada**



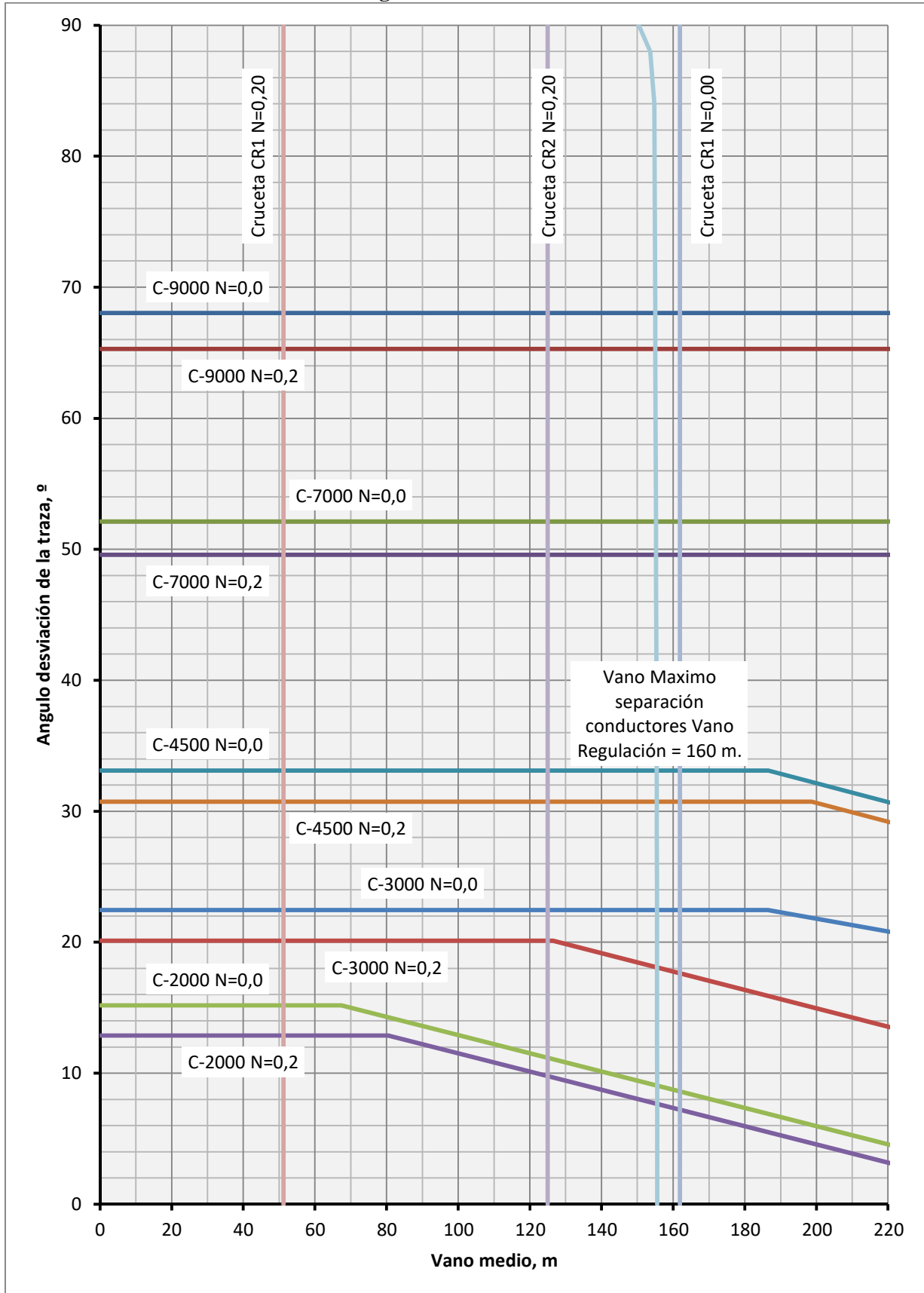
La separación entre conductores, no limita.

**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona C. Tense Límite Estático Dinámico**  
**Armado sin extensionamiento. Distancia vertical entre crucetas, 1,80 m**  
**Seguridad Normal**



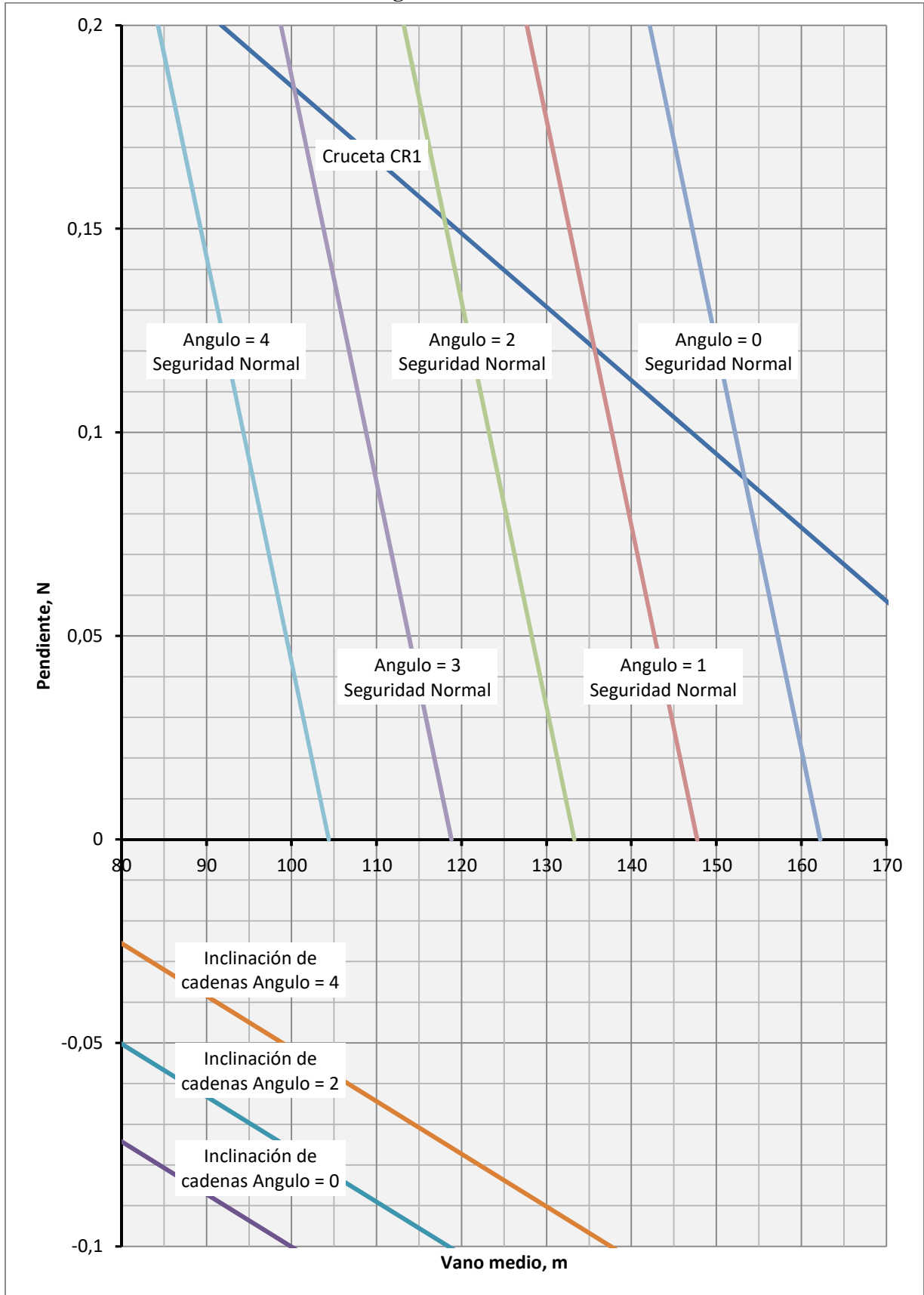
Nota: El apoyo C-1000, con el armado indicado, no cumple 3ª hipótesis.

**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona C. Tense Límite Estático Dinámico Armado sin extensionamiento. Distancia vertical entre crucetas, 1,80 m Seguridad Reforzada**



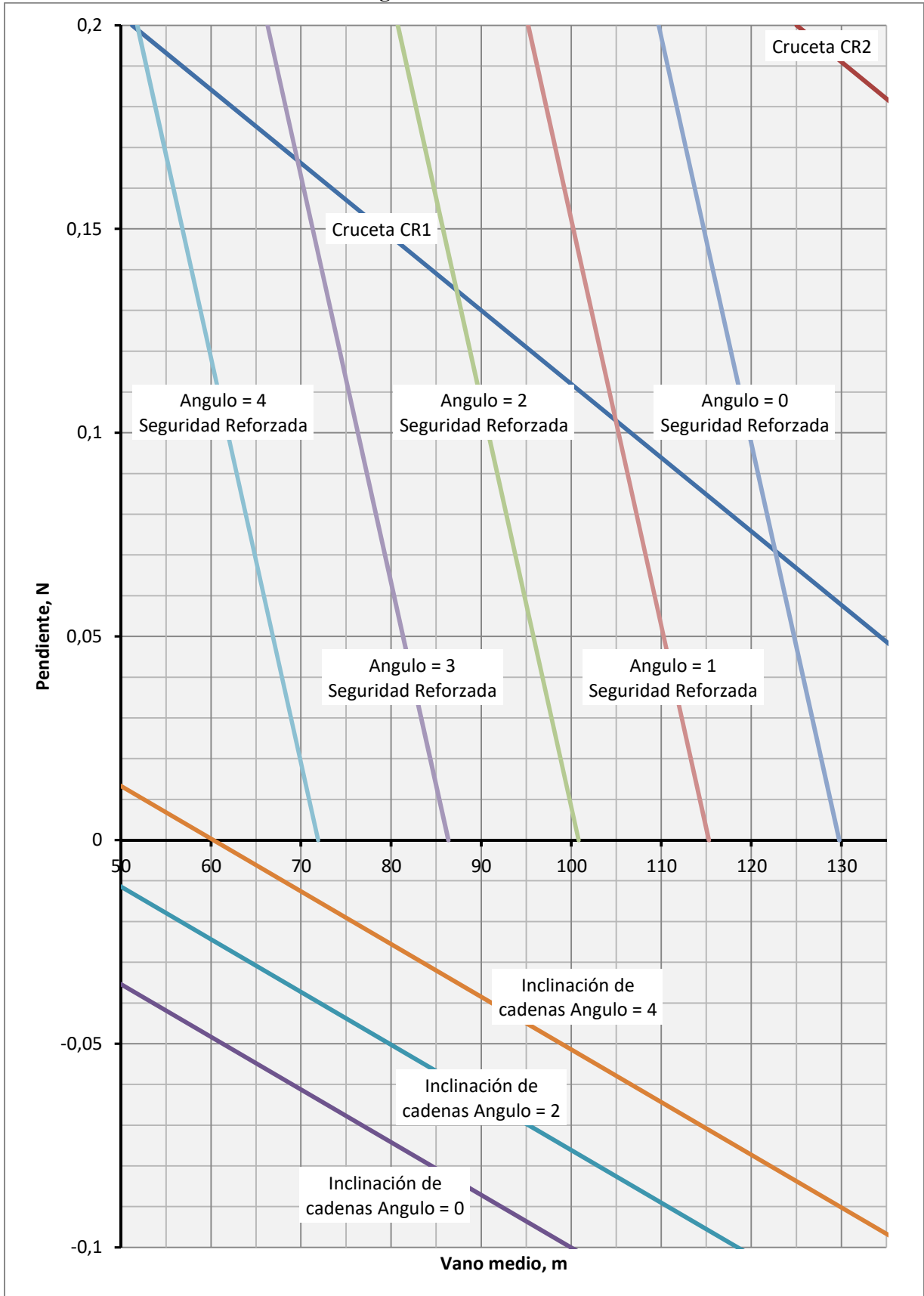
Nota: El apoyo C-1000, con el armado indicado, no cumple 3ª hipótesis.

**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 2,40 m.**  
**Tense Límite Estático Dinámico - Zona C**  
**Seguridad Normal**



La separación entre conductores, no limita

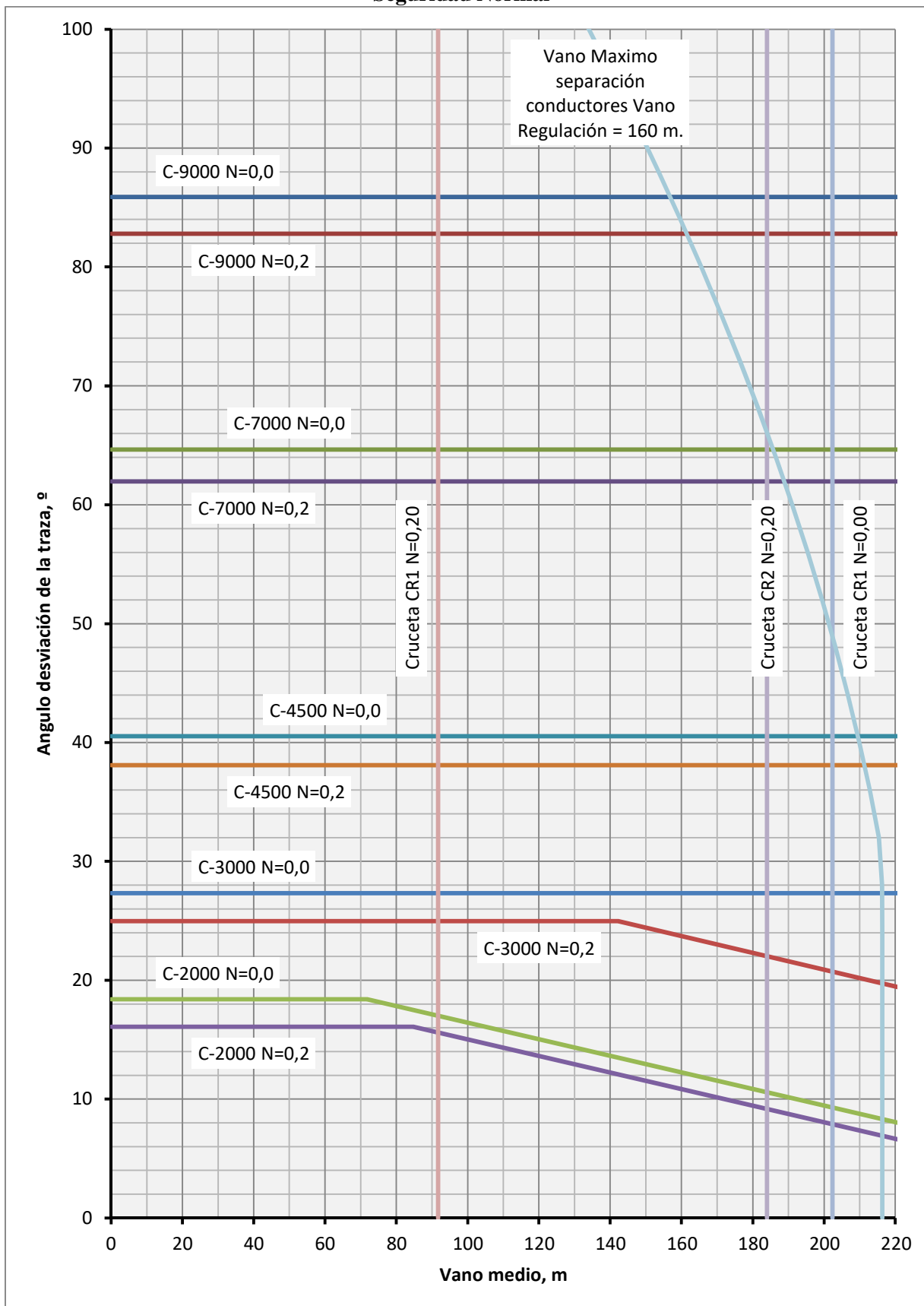
**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 2,40 m.  
Tense Límite Estático Dinámico - Zona C  
Seguridad Reforzada**



La separación entre conductores, no limita

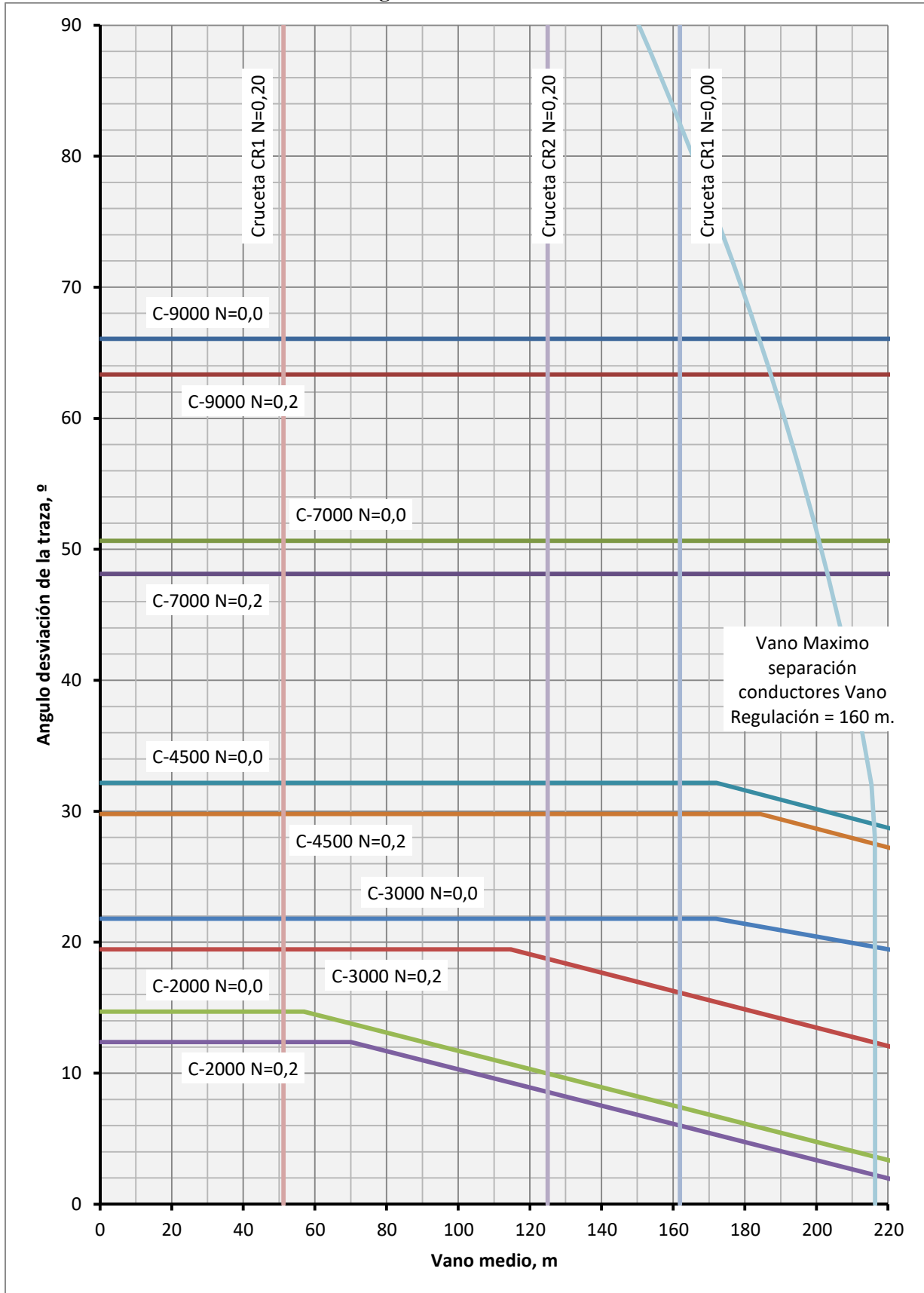


**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona C. Tense Límite Estático Dinámico**  
**Armado con extensionamiento de 1,20 m, crucetas distanciadas 2,40 m.**  
**Seguridad Normal**



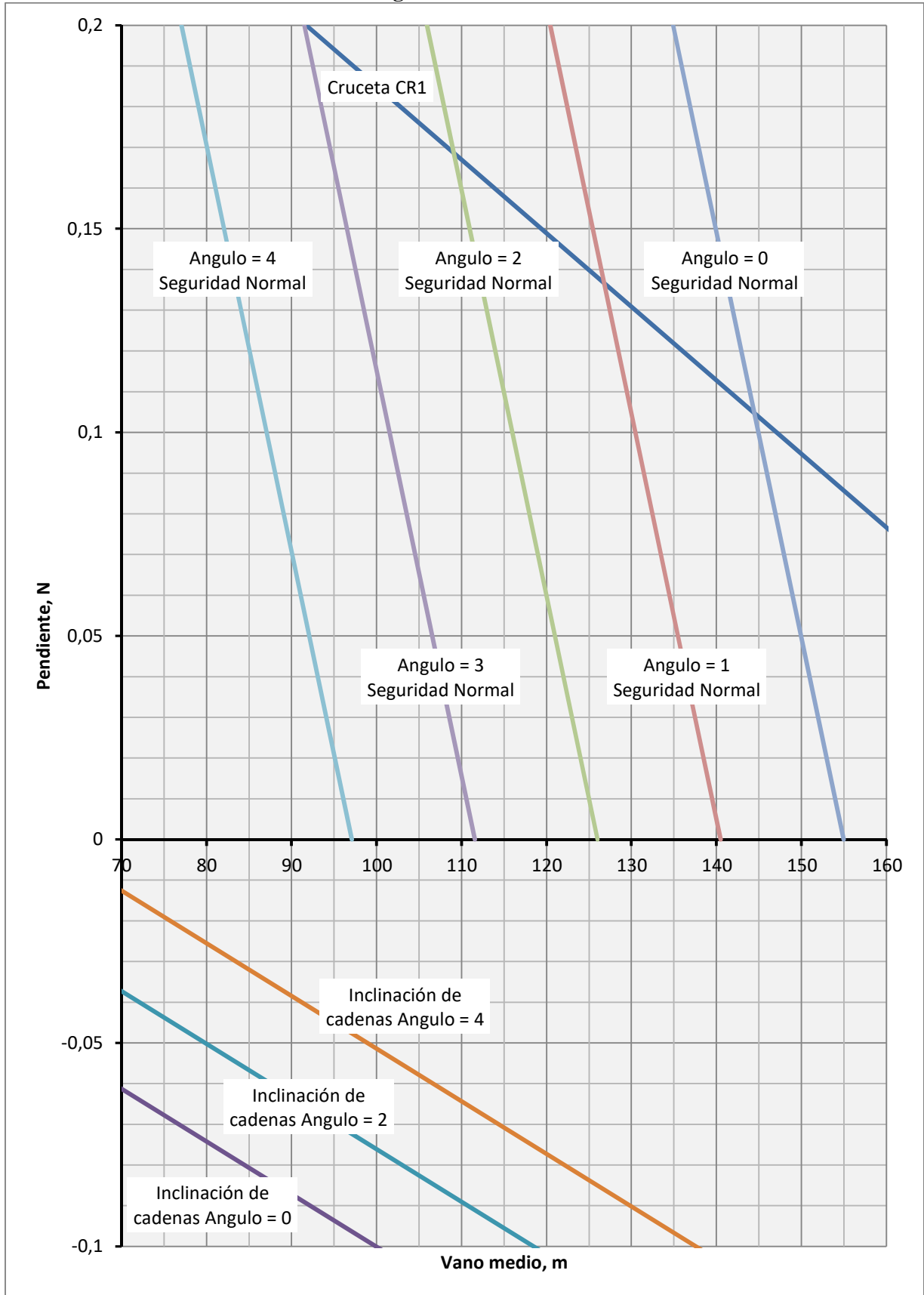
Nota: El apoyo C-1000, con el armado indicado, no cumple 3ª hipótesis.

**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona C. Tense Límite Estático Dinámico**  
**Armado con extensionamiento de 1,20 m, crucetas distanciadas 2,40 m.**  
**Seguridad Reforzada**



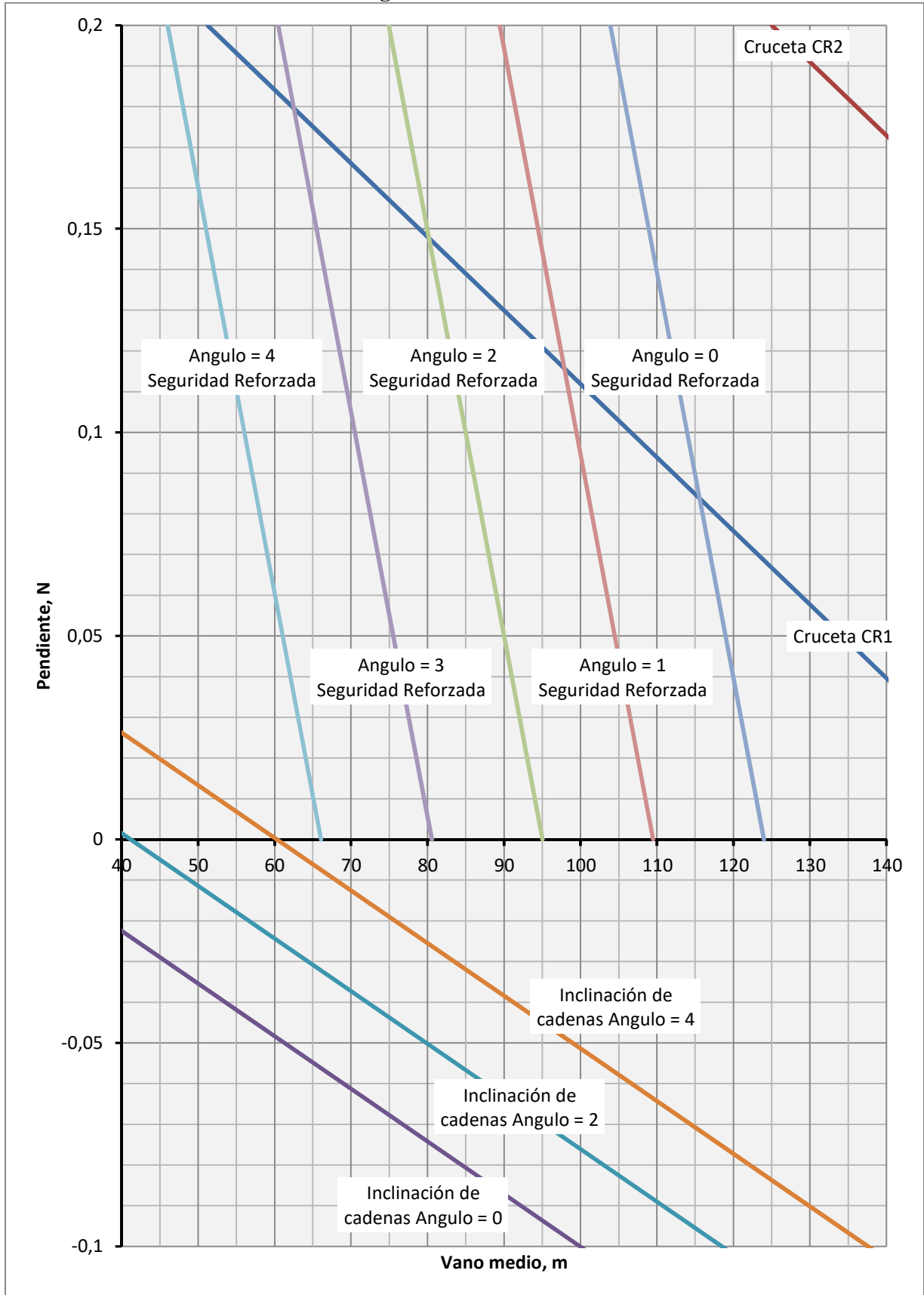
Nota: El apoyo C-1000, con el armado indicado, no cumple 3ª hipótesis.

**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 3,00 m.  
Tense Límite Estático Dinámico - Zona C  
Seguridad Normal**



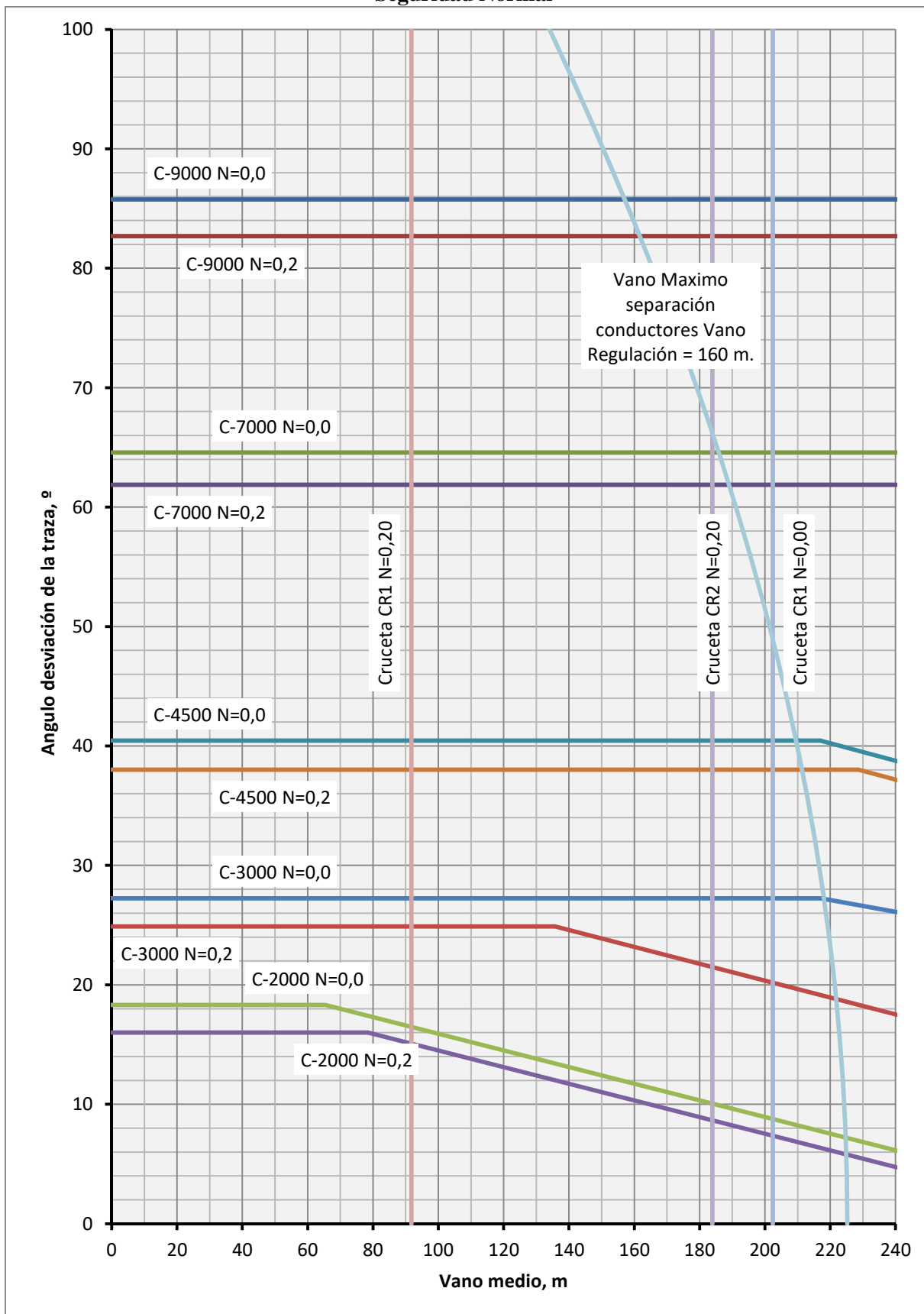
La separación entre conductores, no limita.

**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 3,00 m.  
Tense Límite Estático Dinámico - Zona C  
Seguridad Reforzada**



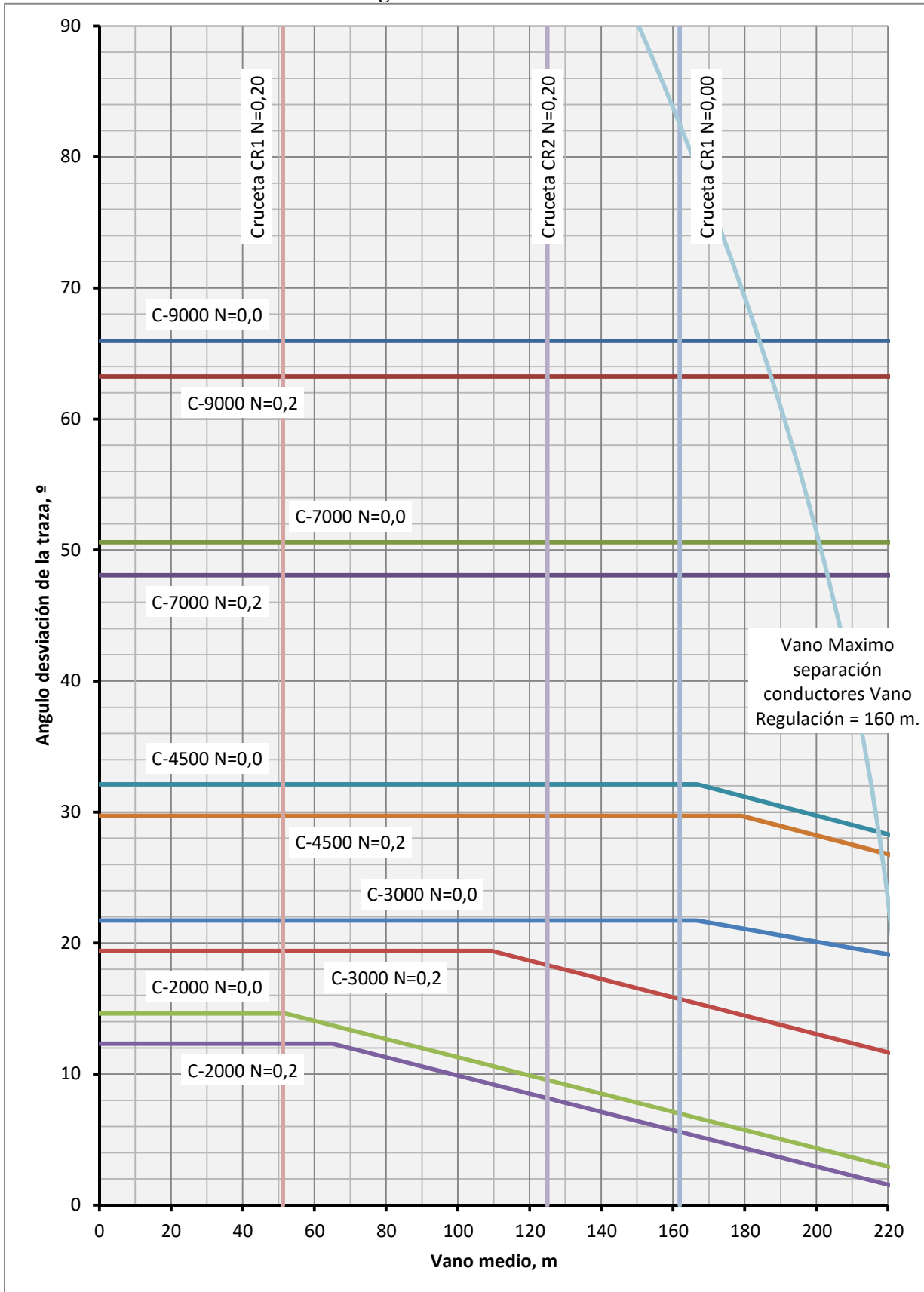
La separación entre conductores, no limita.

**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona C. Tense Límite Estático Dinámico**  
**Armado con extensionamiento de 1,80 m, crucetas distanciadas 3,00 m.**  
**Seguridad Normal**



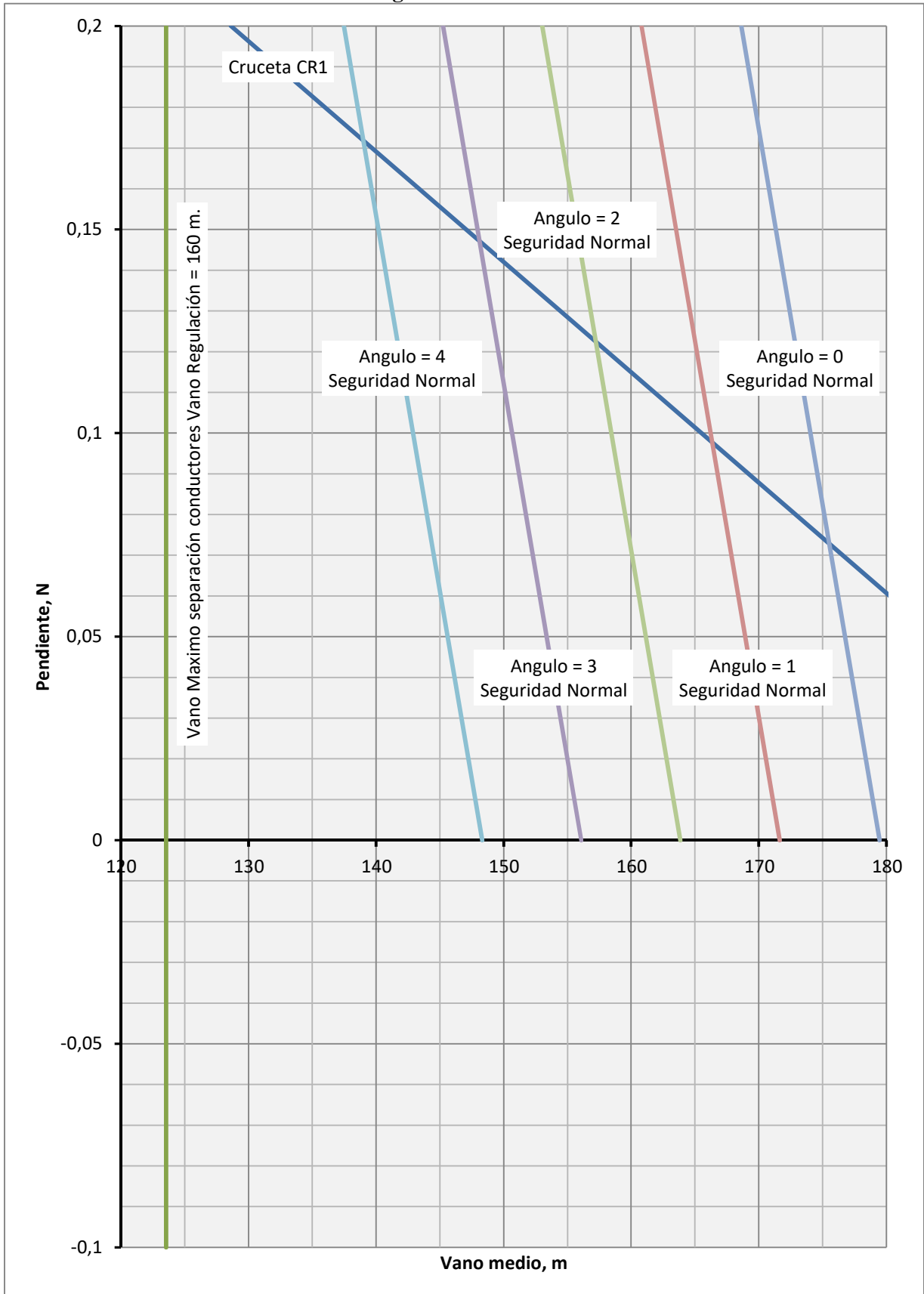
Nota: El apoyo C-1000, con el armado indicado, no cumple 3ª hipótesis.

**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona C. Tense Límite Estático Dinámico  
Armado con extensionamiento de 1,80 m, crucetas distanciadas 3,00 m.  
Seguridad Reforzada**



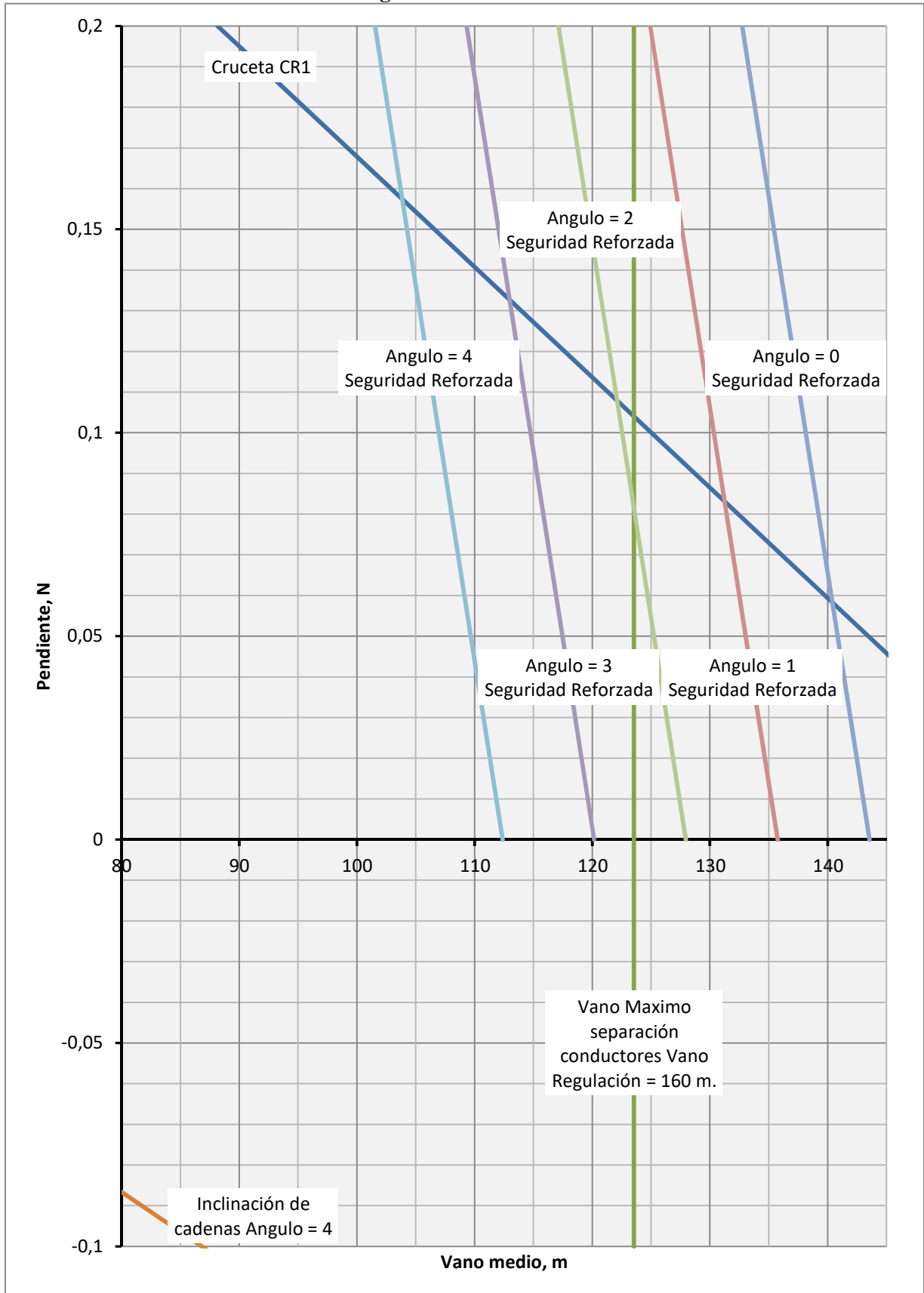
Nota: El apoyo C-1000, con el armado indicado, no cumple 3ª hipótesis.

**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 1,80 m.  
Tense Reducido - Zona C  
Seguridad Normal**



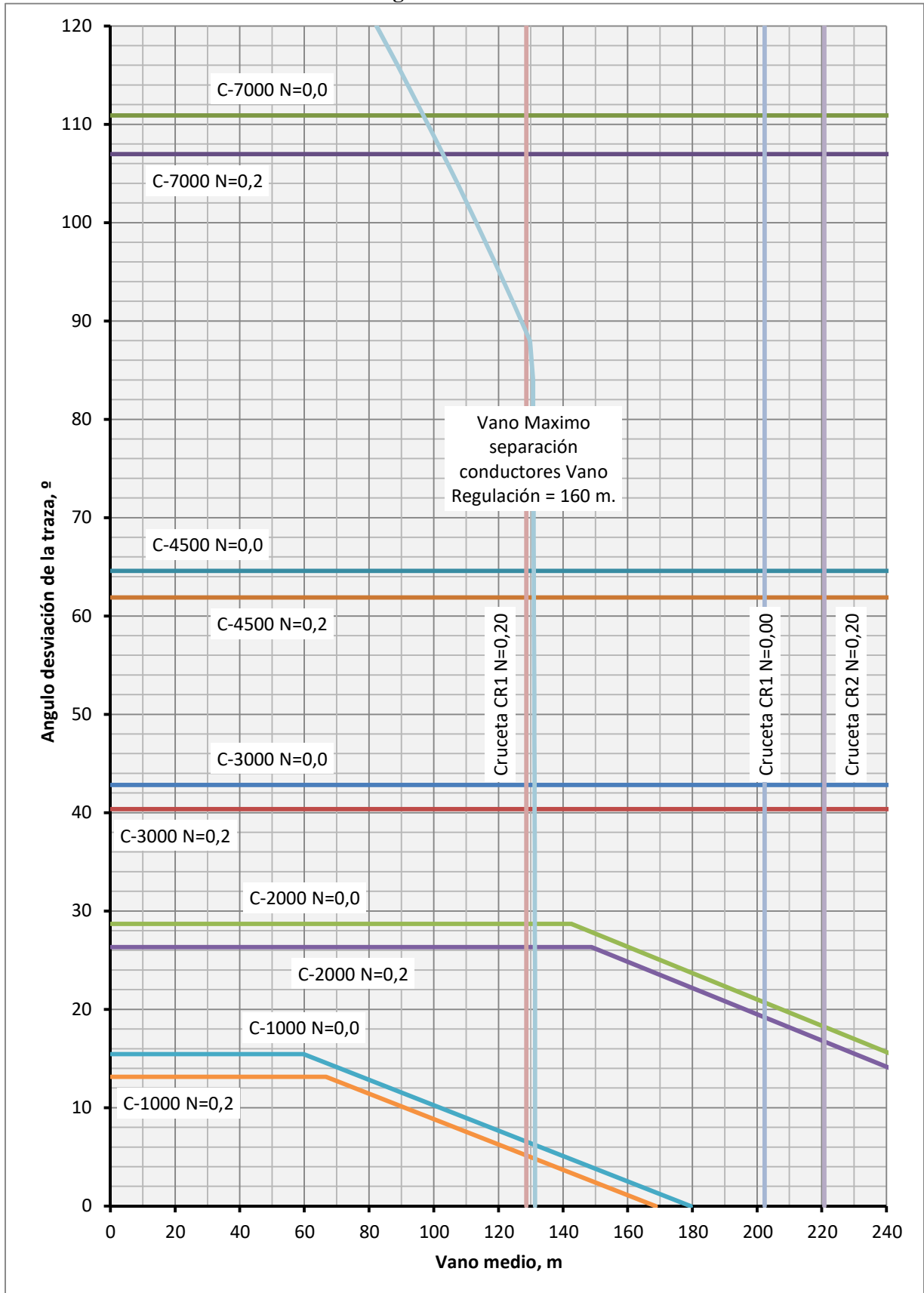
La separación entre conductores limita.

**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 1,80 m.  
Tense Reducido - Zona C  
Seguridad Reforzada**

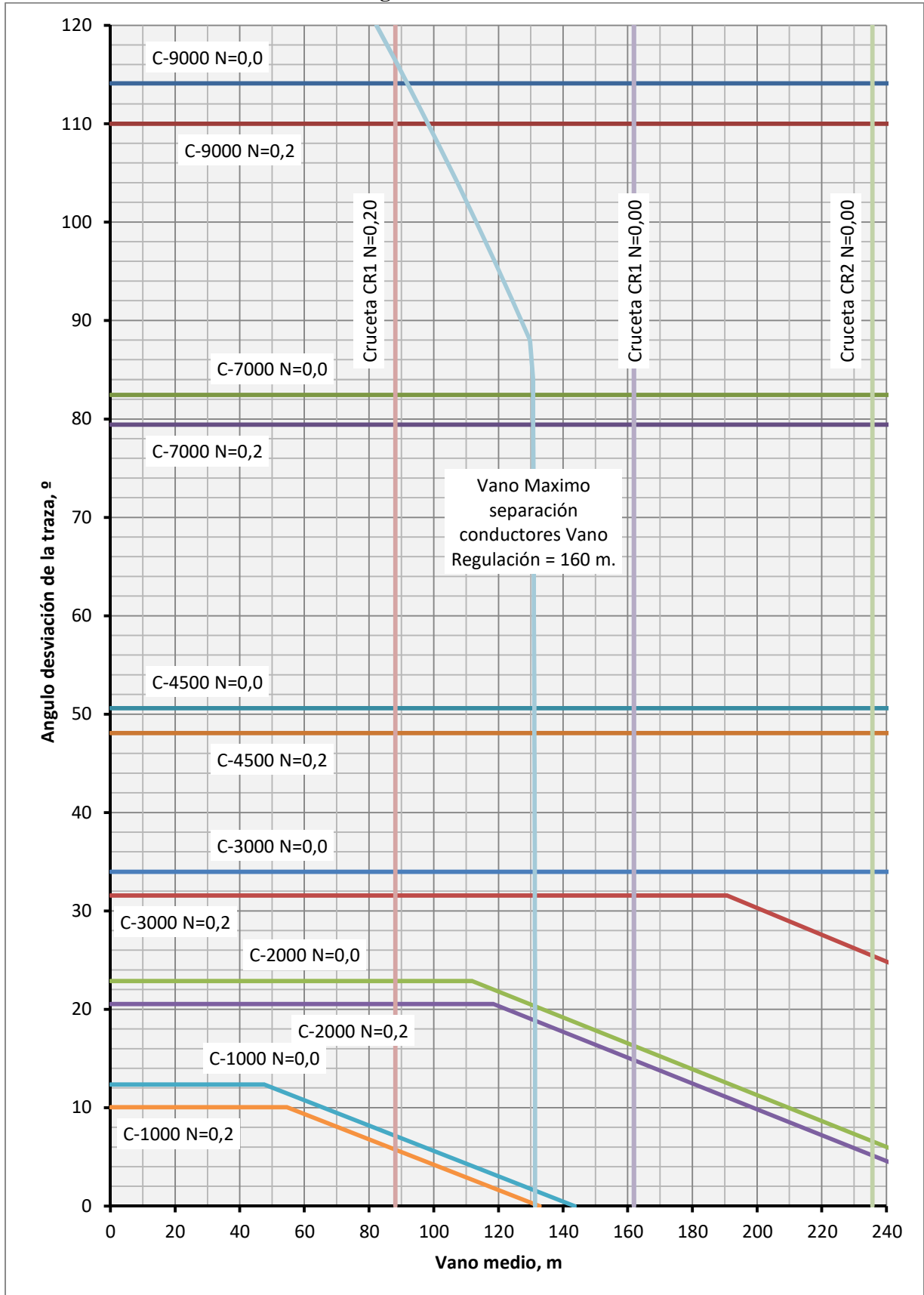




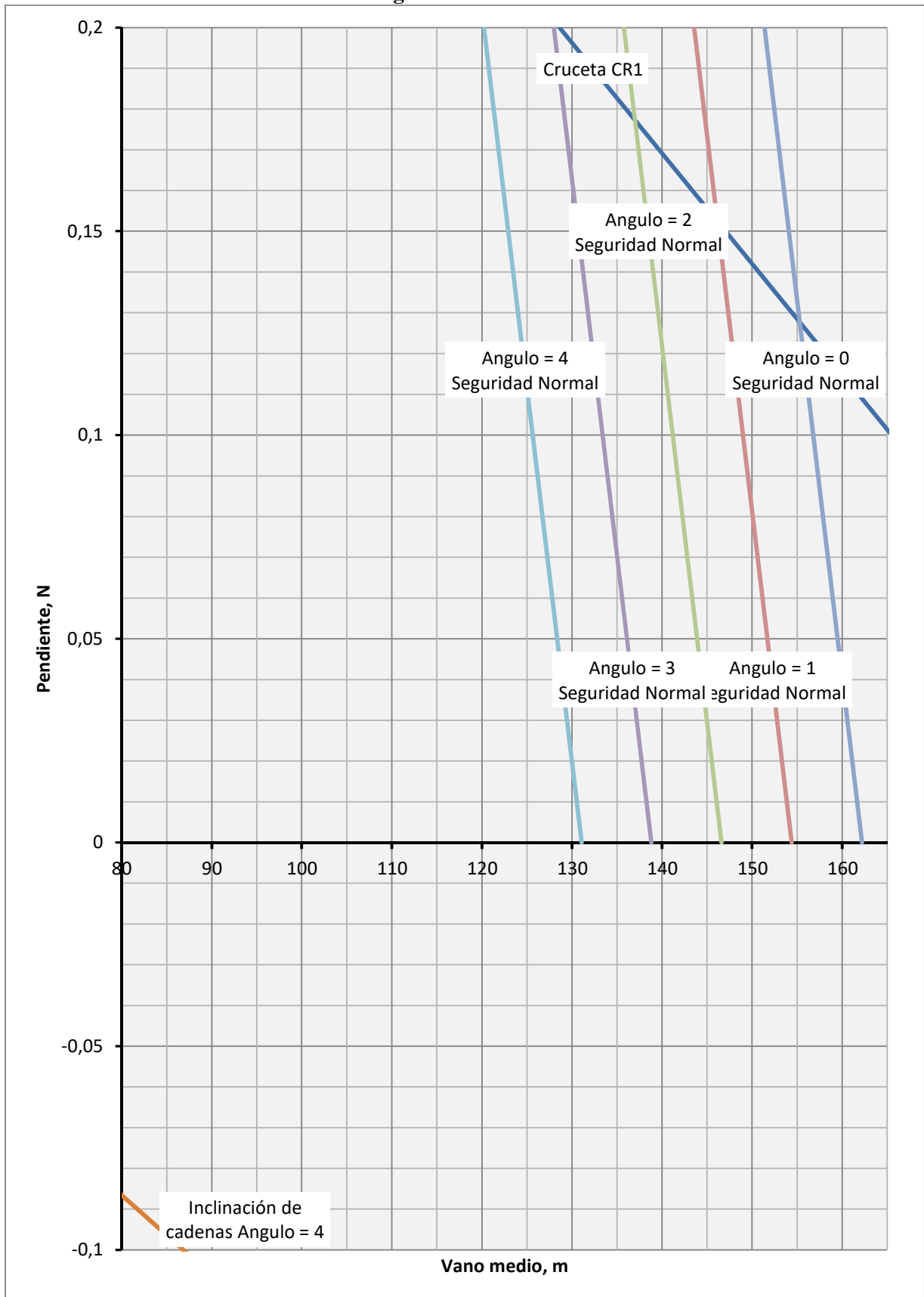
**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona C. Tense Reducido**  
**Armado sin extensionamiento. Distancia vertical entre crucetas, 1,80 m**  
**Seguridad Normal**



**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona C. Tense Reducido**  
**Armado sin extensionamiento. Distancia vertical entre crucetas, 1,80 m**  
**Seguridad Reforzada**

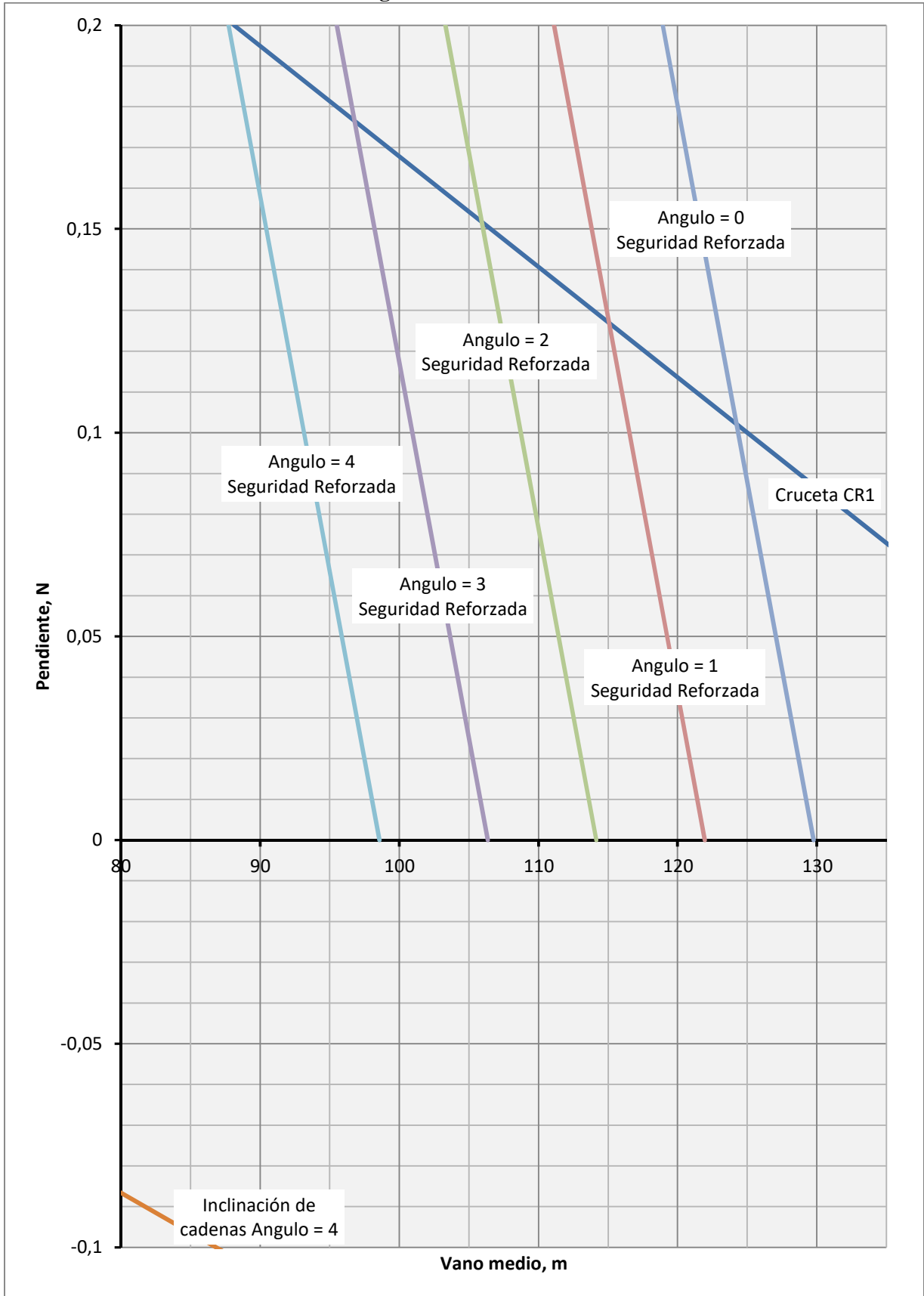


**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 2,40 m.  
Tense Reducido - Zona C  
Seguridad Normal**



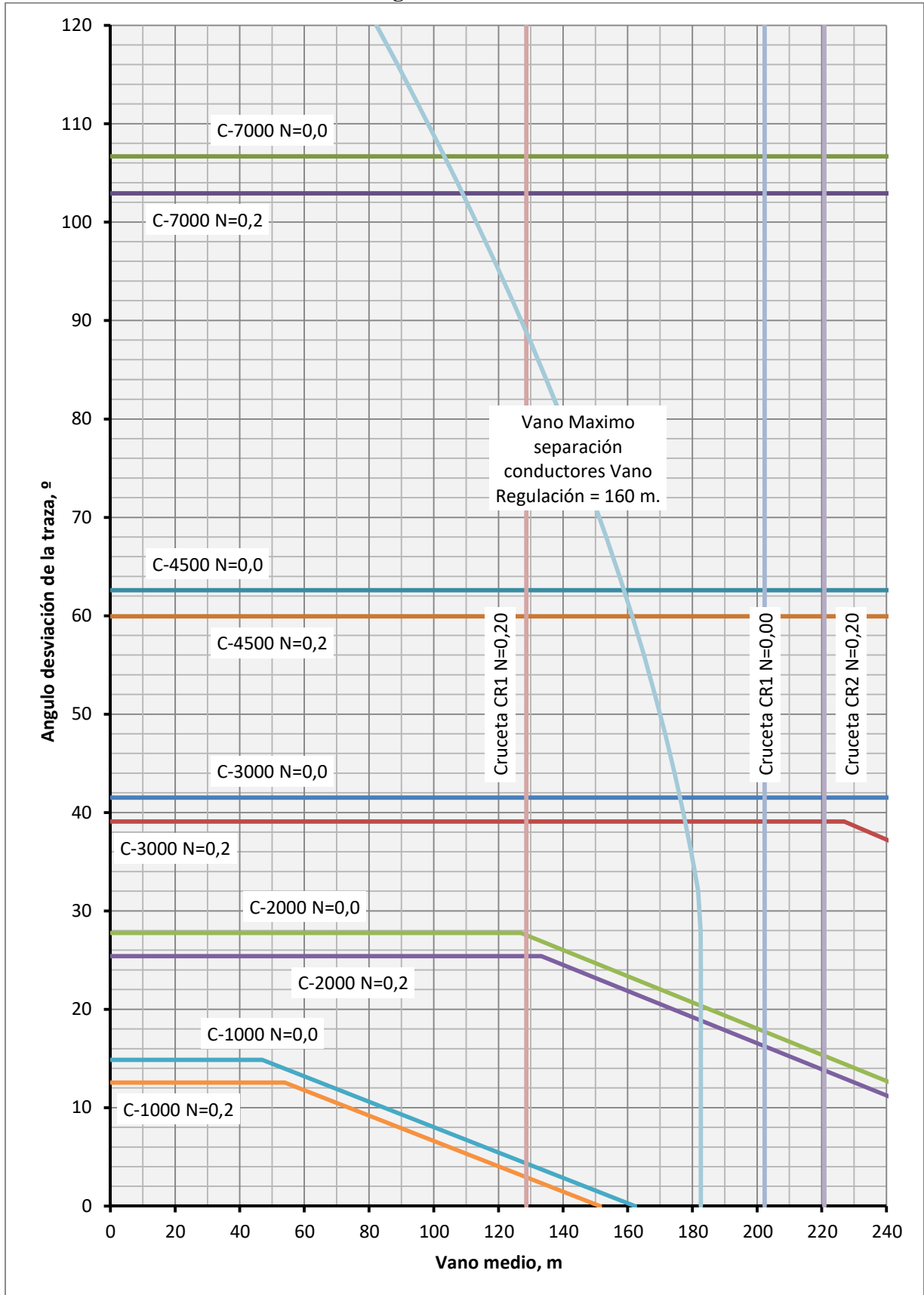
La separación entre conductores, no limita.

**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 2,40 m.  
Tense Reducido - Zona C  
Seguridad Reforzada**

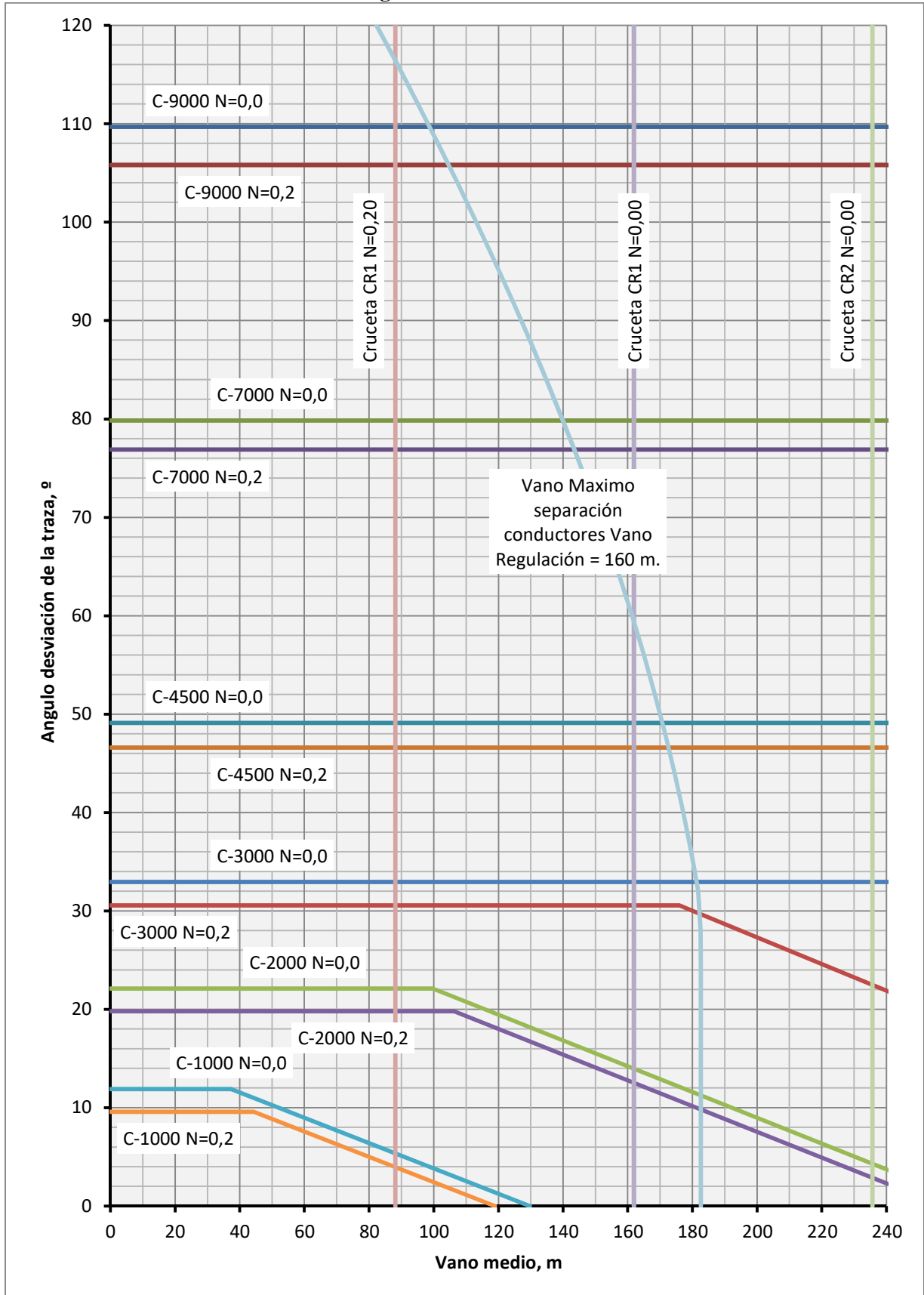


La separación entre conductores, no limita.

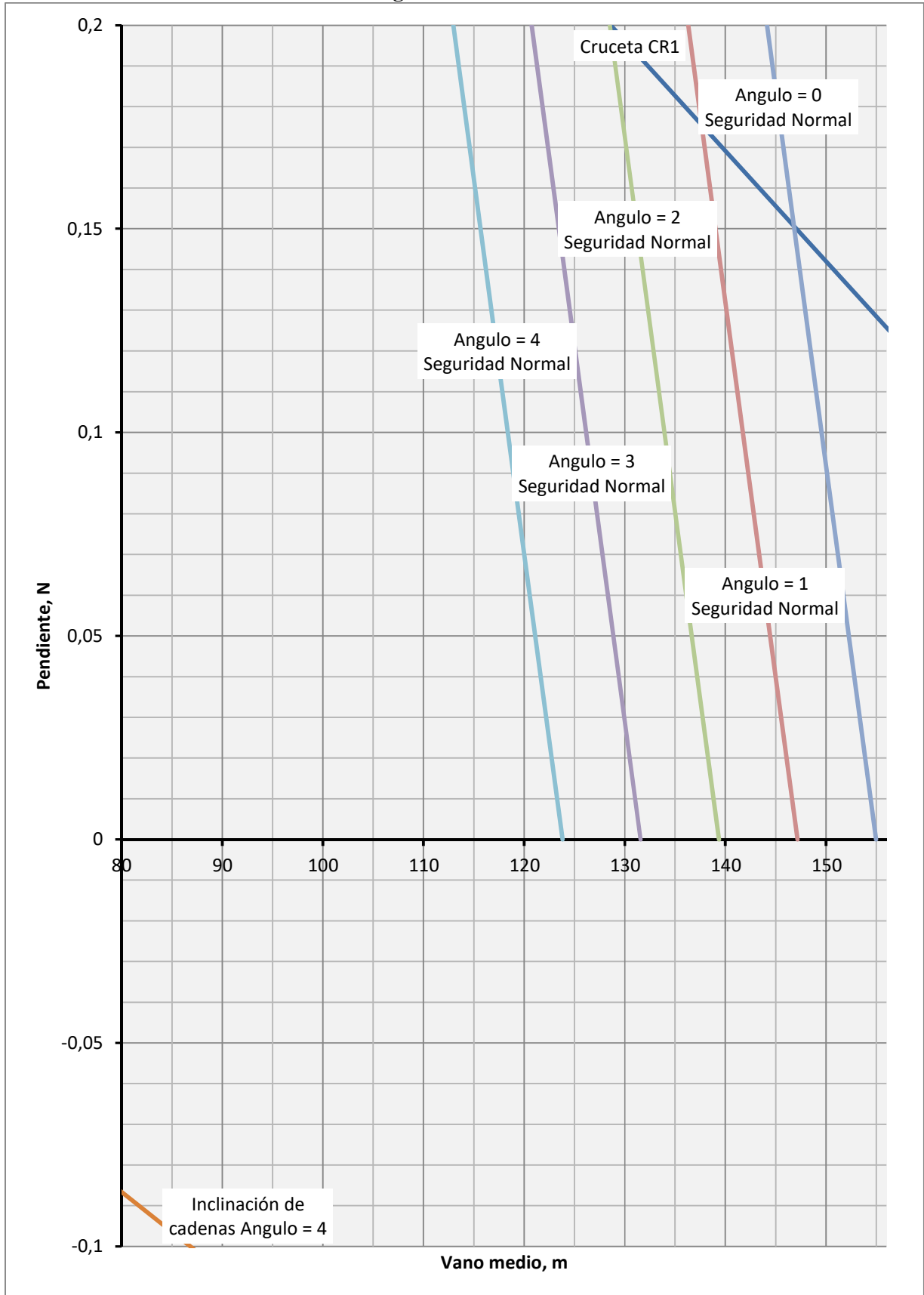
**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona C. Tense Reducido**  
**Armado con extensionamiento de 1,20 m, crucetas distanciadas 2,40 m.**  
**Seguridad Normal**



**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona C. Tense Reducido**  
**Armado con extensionamiento de 1,20 m, crucetas distanciadas 2,40 m.**  
**Seguridad Reforzada**

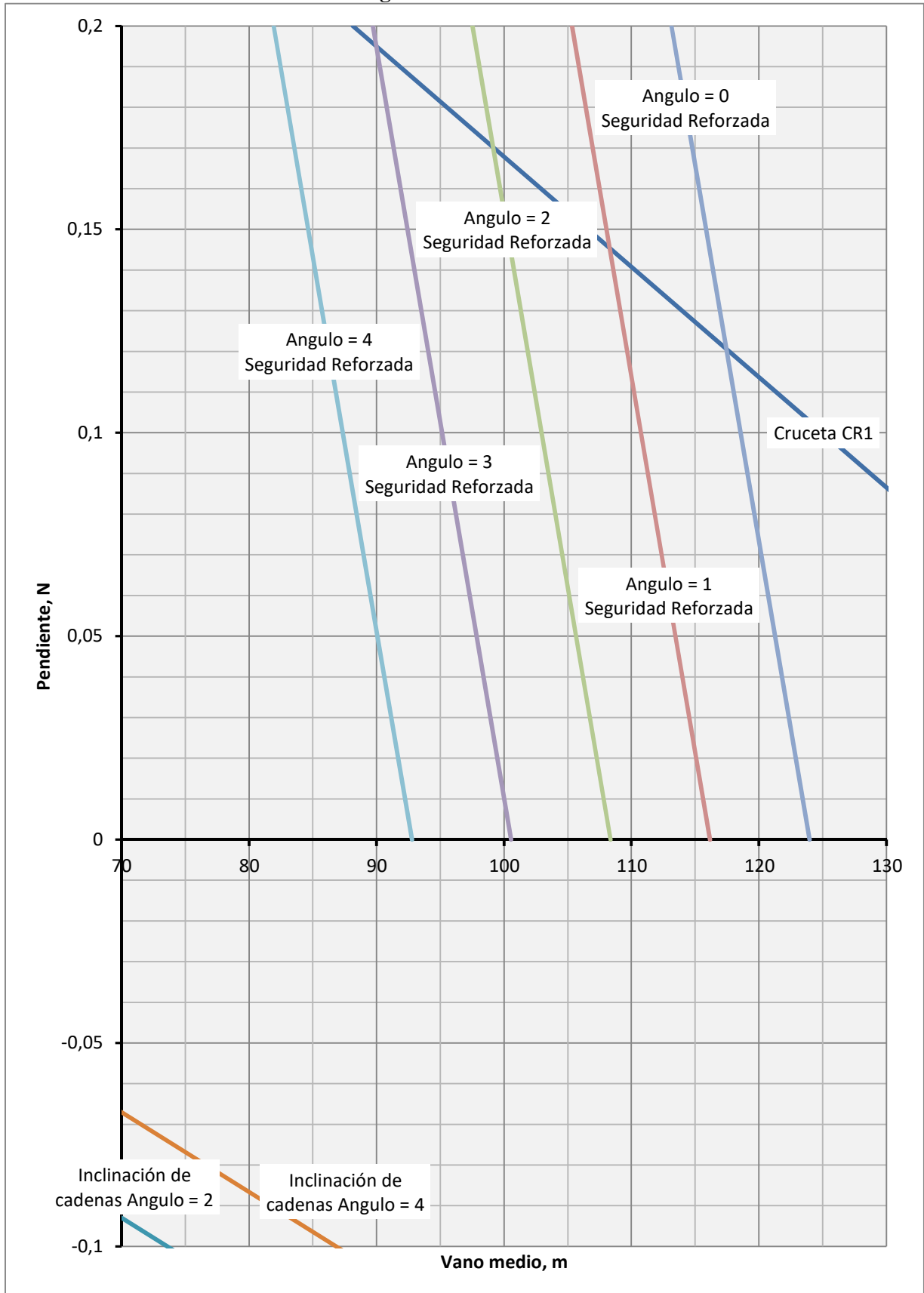


**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 3,00 m.  
Tense Reducido - Zona C  
Seguridad Normal**



La separación entre conductores, no limita.

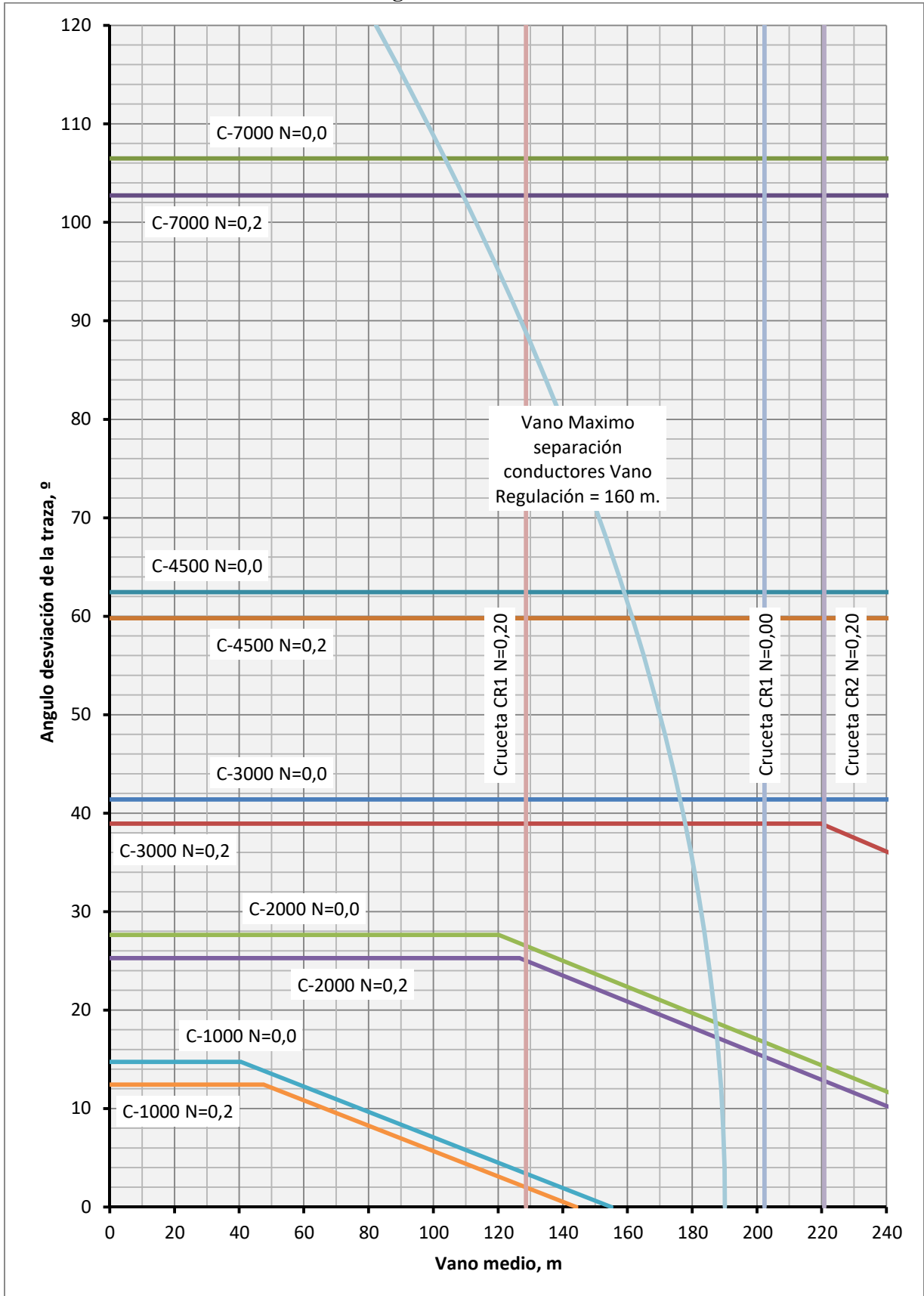
**Apoyo C-1000, con aislamiento suspendido y crucetas distanciadas 3,00 m.  
Tense Reducido - Zona C  
Seguridad Reforzada**



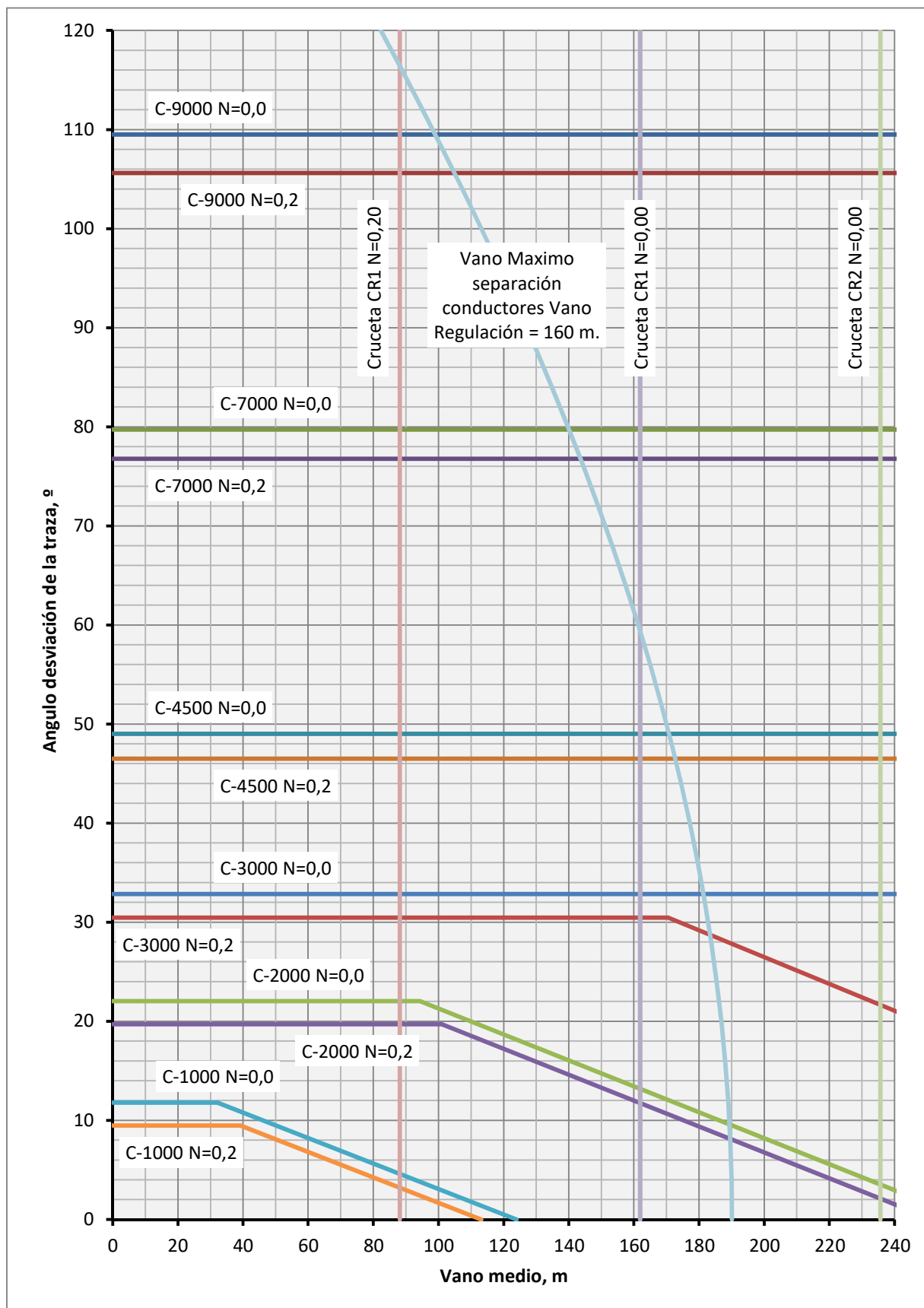
La separación entre conductores, no limita.



**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona C. Tense Reducido**  
**Armado con extensionamiento de 1,80 m, crucetas distanciadas 3,00 m.**  
**Seguridad Normal**



**Apoyo de alineación o ángulo con cadenas de amarre. Zona C. Tense Reducido**  
**Armado con extensionamiento de 1,80 m, crucetas distanciadas 3,00 m.**  
**Seguridad Reforzada**



**Anexo C - Tablas de tendido.****INDICE**

	<u>Página</u>
1 Apoyos situados en Zona A - Tense Límite estático dinámico.....	148
2 Apoyos situados en Zona A - Tense Reducido.....	150
3 Apoyos situados en zona B - Tense Límite estático dinámico....	152
4 Apoyos situados en zona B - Tense Reducido.....	154
5 Apoyos situados en zona C - Tense Límite estático dinámico.....	156
6 Apoyos situados en zona C - Tense Reducido.....	158

TABLA DE TENDIDO (FLECHAS Y TENSIONES) - Zona A (Altitud menor de 500 m)

CONDUCTOR 147-AL1/34-ST1A (LA 180) - TENSE LÍMITE ESTÁTICO DINÁMICO

T = Tensión, en daN F = Flecha, en m		Peso, daN/m = 0,663		Módulo de elasticidad, daN/mm <sup>2</sup> = 8000		Cr = Carga Rotura, daN = 6390		CS = Coeficiente de Seguridad		Diámetro, mm = 17,5		Presión Viento, daN/m <sup>2</sup> = 50		Tracción máxima conductores, daN = 1100		Sección, mm <sup>2</sup> = 181,6		Peso + sobrecarga de viento, daN/m = 1,098		CS. Mínimo = 5,81		Coeficiente de dilatación lineal, /°C = 0,0000178		Peso + Vt/2, daN/m = 0,794		EDS máximo = 10,3		a <sub>r</sub> = Vano de regulación, en m.		
a <sub>r</sub>	Tracción		Flecha				Parámetro Catenaria		Oscilación de cadenas		Tabla de tendido										A									
	Máxima		Máxima		Mínima		Flecha		-5°C+Viento/2		Temperatura en °C																			
	-5°C+Viento		85°C		15°C+Viento		-5°C				50		35		30		25		20			15		EDS		10		5		
	T	C.S.	T	F	T	F	T	F	Máx.	Mín	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	%	T	F	T	F	
50	1100	5,81	205	1,01	753	0,46	1014	0,20	309	1529	1038	0,24	294	0,70	379	0,55	420	0,49	472	0,44	535	0,39	610	0,34	9,6	698	0,30	796	0,26	50
60	1100	5,81	239	1,25	788	0,63	982	0,30	360	1481	1016	0,35	332	0,90	412	0,72	450	0,66	496	0,60	551	0,54	617	0,48	9,7	694	0,43	781	0,38	60
70	1100	5,81	270	1,51	819	0,82	949	0,43	407	1431	994	0,49	364	1,12	441	0,92	476	0,85	517	0,79	566	0,72	623	0,65	9,8	690	0,59	767	0,53	70
80	1100	5,81	298	1,78	847	1,04	917	0,58	450	1382	973	0,65	393	1,35	465	1,14	497	1,07	534	0,99	578	0,92	628	0,84	9,8	687	0,77	755	0,70	80
90	1100	5,81	325	2,07	872	1,28	886	0,76	490	1336	953	0,84	419	1,60	487	1,38	516	1,30	550	1,22	588	1,14	633	1,06	9,9	684	0,98	743	0,90	90
100	1100	5,81	349	2,37	894	1,54	858	0,97	527	1294	934	1,06	441	1,88	505	1,64	532	1,56	562	1,47	597	1,39	637	1,30	10,0	682	1,22	733	1,13	100
110	1100	5,81	372	2,70	913	1,82	834	1,20	561	1257	918	1,31	461	2,18	521	1,93	546	1,84	574	1,75	605	1,66	640	1,57	10,0	680	1,48	725	1,38	110
120	1100	5,81	392	3,04	930	2,13	812	1,47	592	1225	904	1,58	479	2,49	535	2,23	558	2,14	583	2,05	611	1,95	643	1,86	10,1	678	1,76	717	1,66	120
130	1100	5,81	411	3,41	945	2,46	794	1,76	620	1198	892	1,88	495	2,83	547	2,56	568	2,47	591	2,37	617	2,27	645	2,17	10,1	676	2,07	711	1,97	130
140	1100	5,81	429	3,79	958	2,81	779	2,09	646	1174	882	2,21	509	3,19	558	2,91	577	2,82	599	2,72	622	2,61	647	2,51	10,1	675	2,41	706	2,30	140
150	1100	5,81	445	4,20	970	3,18	765	2,44	670	1154	872	2,56	522	3,58	568	3,29	585	3,19	605	3,09	626	2,98	649	2,88	10,2	674	2,77	702	2,66	150
160	1100	5,81	459	4,63	981	3,58	754	2,81	692	1137	865	2,94	533	3,99	576	3,69	592	3,58	610	3,48	629	3,37	650	3,27	10,2	673	3,16	698	3,04	160
170	1100	5,81	473	5,08	990	4,01	745	3,22	713	1123	858	3,35	543	4,42	583	4,11	599	4,00	615	3,90	633	3,79	652	3,68	10,2	672	3,57	694	3,45	170
180	1100	5,81	485	5,55	999	4,46	736	3,65	731	1111	852	3,78	552	4,87	590	4,56	604	4,45	619	4,34	635	4,23	653	4,12	10,2	671	4,00	691	3,89	180
190	1100	5,81	496	6,04	1006	4,93	729	4,11	748	1100	847	4,24	560	5,35	596	5,03	609	4,92	623	4,81	638	4,69	654	4,58	10,2	671	4,46	689	4,35	190
200	1100	5,81	507	6,55	1013	5,42	723	4,59	764	1091	842	4,72	568	5,85	601	5,52	613	5,41	626	5,30	640	5,18	655	5,07	10,2	670	4,95	687	4,83	200
220	1100	5,81	525	7,65	1025	6,49	713	5,63	792	1076	835	5,76	581	6,92	610	6,59	621	6,47	632	6,36	644	6,24	656	6,12	10,3	669	6,00	683	5,88	220
240	1100	5,81	541	8,85	1035	7,65	706	6,77	815	1064	829	6,91	591	8,09	617	7,75	627	7,63	636	7,51	647	7,39	657	7,27	10,3	669	7,15	680	7,03	240
260	1100	5,81	554	10,13	1043	8,91	700	8,02	836	1055	824	8,15	600	9,36	623	9,01	631	8,89	640	8,77	649	8,65	658	8,52	10,3	668	8,40	678	8,27	260
280	1100	5,81	566	11,52	1049	10,27	695	9,37	853	1048	821	9,50	607	10,72	628	10,37	635	10,25	643	10,12	651	10,00	659	9,88	10,3	668	9,75	676	9,62	280
300	1100	5,81	575	13,00	1055	11,73	691	10,82	868	1042	818	10,95	614	12,19	632	11,83	639	11,70	646	11,58	653	11,46	660	11,33	10,3	667	11,20	675	11,08	300

147-AL1/34-ST1A (LA-180) - Tense Límite Estático Dinámico

TABLA DE TENDIDO (FLECHAS Y TENSIONES) - Zona A (Altitud menor de 500 m)

Tabla de Tendido de conductor nuevo para prever el proceso de fluencia en los conductores

(*)	50°C		35°C		30°C		25°C		20°C		a <sub>r</sub>
	35°C		20°C		15°C		10°C		5°C		
	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	
465	1,14	578	0,92	628	0,84	687	0,77	755	0,70	80	
487	1,38	588	1,14	633	1,06	684	0,98	743	0,90	90	
505	1,64	597	1,39	637	1,30	682	1,22	733	1,13	100	
535	2,23	611	1,95	643	1,86	678	1,76	717	1,66	120	
558	2,91	622	2,61	647	2,51	675	2,41	706	2,30	140	
576	3,69	629	3,37	650	3,27	673	3,16	698	3,04	160	
590	4,56	635	4,23	653	4,12	671	4,00	691	3,89	180	
601	5,52	640	5,18	655	5,07	670	4,95	687	4,83	200	
610	6,59	644	6,24	656	6,12	669	6,00	683	5,88	220	
617	7,75	647	7,39	657	7,27	669	7,15	680	7,03	240	
623	9,01	649	8,65	658	8,52	668	8,40	678	8,27	260	
628	10,37	651	10,00	659	9,88	668	9,75	676	9,62	280	
632	11,83	653	11,46	660	11,33	667	11,20	675	11,08	300	
636	13,38	654	13,01	660	12,88	667	12,76	674	12,63	320	
639	15,04	655	14,67	661	14,54	667	14,41	673	14,28	340	
641	16,80	656	16,42	661	16,29	666	16,17	672	16,03	360	
643	18,67	657	18,28	661	18,15	666	18,02	671	17,89	380	
645	20,63	657	20,24	662	20,11	666	19,98	670	19,85	400	

(\*) Temperatura ambiente.

(\*\*) Temperatura a aplicar en el tendido, teniendo en cuenta el proceso de fluencia de los conductores.

a<sub>r</sub> = Vano de regulación, en m.

T = Tensión, en daN.

F = Flecha, en m.

TABLA DE TENDIDO (FLECHAS Y TENSIONES) - Zona A (Altitud menor de 500 m)

## CONDUCTOR 147-AL1/34-ST1A (LA 180) - TENSE REDUCIDO

a <sub>r</sub>		Tracción		Flecha				Parámetro		Oscilación		Tabla de tendido												A						
		Máxima		Máxima		Mínima		Catenaria		de cadenas		Temperatura en °C																		
-5°C+Viento		85°C		15°C+Viento		-5°C		Flecha		-5°C+Viento/2		50		35		30		25		20		15		EDS		10		5		
		T	C.S.	T	F	T	F	T	F	Máx.	Mín	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	%	T	F	T	F		
50	750	8,52	179	1,16	538	0,64	607	0,34	270	915	651	0,38	233	0,89	274	0,76	293	0,71	316	0,66	343	0,60	377	0,55	5,9	418	0,50	469	0,44	50
60	750	8,52	206	1,45	571	0,87	574	0,52	311	865	630	0,57	261	1,14	302	0,99	319	0,94	339	0,88	363	0,82	391	0,76	6,1	425	0,70	466	0,64	60
70	750	8,52	231	1,76	598	1,13	548	0,74	348	827	613	0,79	286	1,42	324	1,26	340	1,20	358	1,14	378	1,07	402	1,01	6,3	430	0,94	463	0,88	70
80	750	8,52	253	2,10	619	1,42	529	1,00	381	797	600	1,06	307	1,73	342	1,55	356	1,49	372	1,43	390	1,36	411	1,29	6,4	434	1,22	461	1,15	80
90	750	8,52	273	2,47	637	1,75	514	1,31	411	776	590	1,36	324	2,07	357	1,88	370	1,82	384	1,75	400	1,68	418	1,61	6,5	438	1,54	460	1,46	90
100	750	8,52	290	2,86	652	2,11	503	1,65	437	759	582	1,71	339	2,44	369	2,25	381	2,18	394	2,11	408	2,03	423	1,96	6,6	440	1,88	459	1,81	100
110	750	8,52	305	3,29	664	2,50	495	2,03	460	746	576	2,09	352	2,85	380	2,64	390	2,57	402	2,50	414	2,42	427	2,35	6,7	442	2,27	458	2,19	110
120	750	8,52	319	3,75	674	2,93	488	2,44	481	737	571	2,51	363	3,29	388	3,08	398	3,00	408	2,93	419	2,85	431	2,77	6,7	443	2,69	457	2,61	120
130	750	8,52	331	4,24	683	3,40	483	2,90	499	729	567	2,96	373	3,76	396	3,54	404	3,47	413	3,39	423	3,31	434	3,23	6,8	445	3,15	457	3,07	130
140	750	8,52	342	4,76	690	3,90	479	3,39	515	723	564	3,46	381	4,27	402	4,05	410	3,97	418	3,89	427	3,81	436	3,73	6,8	446	3,65	456	3,56	140
150	750	8,52	351	5,32	697	4,44	476	3,92	530	718	561	3,99	388	4,81	407	4,59	414	4,51	422	4,43	430	4,35	438	4,26	6,9	447	4,18	456	4,10	150
160	750	8,52	360	5,91	702	5,01	473	4,49	543	714	559	4,55	394	5,39	412	5,16	418	5,08	425	5,00	432	4,92	440	4,83	6,9	447	4,75	455	4,66	160
170	750	8,52	367	6,53	707	5,62	471	5,09	554	710	557	5,16	399	6,01	416	5,77	422	5,69	428	5,61	434	5,52	441	5,44	6,9	448	5,36	455	5,27	170
180	750	8,52	374	7,19	711	6,27	469	5,73	564	707	556	5,80	404	6,66	419	6,42	425	6,34	430	6,25	436	6,17	442	6,08	6,9	448	6,00	455	5,91	180
190	750	8,52	380	7,89	714	6,95	467	6,41	573	705	554	6,48	408	7,34	422	7,10	427	7,02	432	6,93	438	6,85	443	6,76	6,9	449	6,68	455	6,59	190
200	750	8,52	386	8,62	717	7,67	466	7,13	582	703	553	7,19	412	8,07	425	7,82	429	7,74	434	7,65	439	7,57	444	7,48	6,9	449	7,39	455	7,31	200
220	750	8,52	395	10,19	722	9,22	464	8,67	596	699	552	8,73	418	9,62	429	9,37	433	9,28	437	9,20	441	9,11	446	9,03	7,0	450	8,94	454	8,85	220
240	750	8,52	403	11,90	726	10,91	462	10,36	607	697	550	10,42	423	11,32	433	11,07	436	10,98	440	10,89	443	10,81	447	10,72	7,0	450	10,63	454	10,54	240
260	750	8,52	409	13,75	730	12,76	461	12,20	617	695	549	12,26	427	13,17	435	12,91	438	12,82	441	12,74	444	12,65	448	12,56	7,0	451	12,47	454	12,38	260
280	750	8,52	414	15,76	732	14,75	460	14,19	624	693	548	14,25	430	15,16	438	14,90	440	14,82	443	14,73	446	14,64	448	14,55	7,0	451	14,46	454	14,37	280
300	750	8,52	419	17,91	734	16,89	459	16,33	631	692	547	16,39	433	17,31	440	17,05	442	16,96	444	16,87	446	16,78	449	16,69	7,0	451	16,60	454	16,51	300

## 147-AL1/34-ST1A (LA-180) - Tense Reducido

## TABLA DE TENDIDO (FLECHAS Y TENSIONES) - Zona A (Altitud menor de 500 m)

Tabla de Tendido de conductor nuevo para prever el proceso de fluencia en los conductores

(*)	50°C		35°C		30°C		25°C		20°C		ar
	(**)		20°C		15°C		10°C		5°C		
	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	
	342	1,55	390	1,36	411	1,29	434	1,22	461	1,15	80
	357	1,88	400	1,68	418	1,61	438	1,54	460	1,46	90
	369	2,25	408	2,03	423	1,96	440	1,88	459	1,81	100
	388	3,08	419	2,85	431	2,77	443	2,69	457	2,61	120
	402	4,05	427	3,81	436	3,73	446	3,65	456	3,56	140
	412	5,16	432	4,92	440	4,83	447	4,75	455	4,66	160
	419	6,42	436	6,17	442	6,08	448	6,00	455	5,91	180
	425	7,82	439	7,57	444	7,48	449	7,39	455	7,31	200
	429	9,37	441	9,11	446	9,03	450	8,94	454	8,85	220
	433	11,07	443	10,81	447	10,72	450	10,63	454	10,54	240
	435	12,91	444	12,65	448	12,56	451	12,47	454	12,38	260
	438	14,90	446	14,64	448	14,55	451	14,46	454	14,37	280
	440	17,05	446	16,78	449	16,69	451	16,60	454	16,51	300
	441	19,34	447	19,07	449	18,98	451	18,89	454	18,80	320
	442	21,78	448	21,51	450	21,42	452	21,33	454	21,24	340
	443	24,37	448	24,10	450	24,01	452	23,92	454	23,83	360
	444	27,12	449	26,84	450	26,75	452	26,66	453	26,57	380
	445	30,01	449	29,74	451	29,64	452	29,55	453	29,46	400

(\*) Temperatura ambiente.

(\*\*) Temperatura a aplicar en el tendido, teniendo en cuenta el proceso de fluencia de los conductores

ar = Vano de regulación, en m.

T = Tensión, en daN.

F = Flecha, en m.

TABLA DE TENDIDO (FLECHAS Y TENSIONES) - Zona B (Altitud entre 500 y 1000 m)

## CONDUCTOR 147-AL1/34-ST1A (LA 180) - TENSE LÍMITE ESTÁTICO DINÁMICO

T = Tensión, en daN		Peso, daN/m = 0,663										Diámetro, mm = 17,5										Cr = Carga Rotura, daN = 6390												
F = Flecha, en m		Peso + sobrecarga de viento, daN/m = 1,098										Sección, mm <sup>2</sup> = 181,6										Tracción máxima conductores, daN = 1200												
CS = Coeficiente de Seguridad		Peso + sobrecarga de viento presión mitad, daN/m = 0,794										Coeficiente de dilatación lineal, °C = 0,0000178										CS. Mínimo = 5,33												
ar = Vano de regulación, en m.		Peso+sobrecarga hielo, daN/m = 1,416										Módulo de elasticidad, daN/mm <sup>2</sup> = 8000										EDS máximo = 8,72												
ar	Tensión				Flechas								Parámetro Catenaria		Oscilación de cadenas		Tabla de tendido												A					
	Máxima				85°C				15°C+Vt°				0°C+Hielo				-15°C		-10°C+Vt°/2		Temperatura en °C													
	T	C.S.	T	C.S.	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	50	35	30	25	20	15	EDS	10	5									
50	1200	5,3	1031	6,2	193	1,08	648	0,53	943	0,47	1050	0,20	291	1583	963	0,26	264	0,79	325	0,64	355	0,58	391	0,53	435	0,48	490	0,42	7,7	557	0,37	636	0,33	50
60	1200	5,3	1020	6,3	224	1,33	683	0,72	972	0,66	993	0,30	337	1498	927	0,39	298	1,00	357	0,84	384	0,78	416	0,72	455	0,66	501	0,60	7,8	558	0,54	625	0,48	60
70	1200	5,3	1009	6,3	252	1,61	713	0,94	997	0,87	936	0,43	380	1411	892	0,55	327	1,24	383	1,06	408	1,00	437	0,93	471	0,86	511	0,80	8,0	558	0,73	615	0,66	70
80	1200	5,3	999	6,4	278	1,91	739	1,19	1020	1,11	880	0,60	419	1327	861	0,74	352	1,51	405	1,31	428	1,24	454	1,17	484	1,10	518	1,02	8,1	559	0,95	606	0,88	80
90	1200	5,3	990	6,5	301	2,23	761	1,46	1039	1,38	830	0,81	455	1252	833	0,97	374	1,79	424	1,58	444	1,51	468	1,44	494	1,36	525	1,28	8,2	559	1,20	600	1,12	90
100	1200	5,3	983	6,5	323	2,57	780	1,76	1057	1,68	787	1,05	487	1186	810	1,23	394	2,11	440	1,89	459	1,81	480	1,73	503	1,65	530	1,57	8,3	560	1,48	594	1,40	100
110	1200	5,3	976	6,5	342	2,93	796	2,09	1071	2,00	751	1,34	516	1132	790	1,52	410	2,45	453	2,21	471	2,13	489	2,05	510	1,97	534	1,88	8,4	560	1,79	589	1,70	110
120	1200	5,3	971	6,6	360	3,32	810	2,44	1084	2,35	722	1,65	542	1088	774	1,85	425	2,81	465	2,57	481	2,48	498	2,40	517	2,31	537	2,22	8,4	560	2,13	586	2,04	120
130	1200	5,3	966	6,6	376	3,73	822	2,82	1096	2,73	698	2,01	566	1053	761	2,21	438	3,20	475	2,95	489	2,86	505	2,78	522	2,69	540	2,59	8,5	560	2,50	583	2,41	130
140	1200	5,3	962	6,6	390	4,17	833	3,23	1106	3,14	679	2,39	588	1024	750	2,60	449	3,62	484	3,36	497	3,27	511	3,18	526	3,09	543	3,00	8,5	561	2,90	580	2,80	140
150	1200	5,3	959	6,7	403	4,63	842	3,67	1114	3,58	664	2,81	608	1001	741	3,02	459	4,06	491	3,80	503	3,71	516	3,62	530	3,52	545	3,43	8,5	561	3,33	578	3,23	150
160	1200	5,3	956	6,7	415	5,12	850	4,14	1122	4,04	651	3,26	625	981	733	3,47	468	4,54	498	4,27	509	4,17	521	4,08	533	3,98	547	3,89	8,6	561	3,79	576	3,68	160
170	1200	5,3	954	6,7	425	5,64	857	4,63	1129	4,54	640	3,74	642	965	726	3,95	476	5,04	504	4,76	514	4,67	525	4,57	536	4,47	548	4,37	8,6	561	4,27	575	4,17	170
180	1200	5,3	951	6,7	435	6,18	863	5,16	1135	5,06	631	4,26	656	952	721	4,47	483	5,57	509	5,29	518	5,19	528	5,09	538	4,99	549	4,89	8,6	561	4,79	574	4,69	180
190	1200	5,3	949	6,7	444	6,75	869	5,71	1140	5,61	624	4,80	669	941	716	5,01	489	6,13	513	5,84	522	5,74	531	5,64	541	5,54	551	5,44	8,6	561	5,34	572	5,23	190
200	1200	5,3	948	6,7	452	7,35	874	6,29	1145	6,19	618	5,37	681	932	712	5,58	495	6,71	517	6,42	525	6,32	534	6,22	542	6,12	552	6,02	8,6	561	5,91	571	5,81	200
220	1200	5,3	945	6,8	466	8,63	882	7,54	1153	7,44	608	6,61	703	917	706	6,82	504	7,97	524	7,67	531	7,57	538	7,47	545	7,37	553	7,26	8,7	561	7,16	570	7,05	220
240	1200	5,3	943	6,8	478	10,02	889	8,91	1159	8,81	600	7,97	720	905	700	8,18	512	9,35	529	9,04	535	8,94	541	8,84	548	8,73	555	8,63	8,7	561	8,52	569	8,41	240
260	1200	5,3	941	6,8	487	11,53	894	10,40	1164	10,30	594	9,44	735	896	696	9,66	518	10,84	533	10,53	539	10,43	544	10,32	550	10,21	556	10,11	8,7	562	10,00	568	9,89	260
280	1200	5,3	940	6,8	496	13,15	899	12,00	1169	11,90	590	11,04	747	889	693	11,25	523	12,45	537	12,14	542	12,03	546	11,92	551	11,82	556	11,71	8,7	562	11,60	567	11,49	280
300	1200	5,3	939	6,8	503	14,89	902	13,73	1172	13,63	586	12,76	758	884	691	12,97	528	14,18	540	13,86	544	13,75	548	13,65	553	13,54	557	13,43	8,7	562	13,32	566	13,21	300



## 147-AL1/34-ST1A (LA-180) - Tense Límite Estático Dinámico

## TABLA DE TENDIDO (FLECHAS Y TENSIONES) - Zona B (Altitud entre 500 y 1000 m)

Tabla de Tendido de conductor nuevo para prever el proceso de fluencia en los conductores

(*)	50°C		35°C		30°C		25°C		20°C		a <sub>r</sub>
	(**)		20°C		15°C		10°C		5°C		
	T	F	T	F	T		F	F	T	F	
	405	1,31	484	1,10	518	80	0,88	0,95	606	0,88	80
	424	1,58	494	1,36	525	90	1,12	1,20	600	1,12	90
	440	1,89	503	1,65	530	100	1,40	1,48	594	1,40	100
	465	2,57	517	2,31	537	120	2,04	2,13	586	2,04	120
	484	3,36	526	3,09	543	140	2,80	2,90	580	2,80	140
	498	4,27	533	3,98	547	160	3,68	3,79	576	3,68	160
	509	5,29	538	4,99	549	180	4,69	4,79	574	4,69	180
	517	6,42	542	6,12	552	200	5,81	5,91	571	5,81	200
	524	7,67	545	7,37	553	220	7,05	7,16	570	7,05	220
	529	9,04	548	8,73	555	240	8,41	8,52	569	8,41	240
	533	10,53	550	10,21	556	260	9,89	10,00	568	9,89	260
	537	12,14	551	11,82	556	280	11,49	11,60	567	11,49	280
	540	13,86	553	13,54	557	300	13,21	13,32	566	13,21	300
	542	15,70	554	15,38	558	320	15,05	15,16	566	15,05	320
	544	17,67	555	17,34	558	340	17,01	17,12	565	17,01	340
v	546	19,75	555	19,42	558	360	19,09	19,20	565	19,09	360
	548	21,95	556	21,62	559	380	21,29	21,40	565	21,29	380
	549	24,28	557	23,94	559	400	23,61	23,72	564	23,61	400

(\*) Temperatura ambiente.

(\*\*) Temperatura a aplicar en el tendido, teniendo en cuenta el proceso de fluencia de los conductores

a<sub>r</sub> = Vano de regulación, en m.

T = Tensión, en daN.

F = Flecha, en m.



147-AL1/34-ST1A (LA-180) - Tense Reducido

TABLA DE TENDIDO (FLECHAS Y TENSIONES) - Zona B (Altitud entre 500 y 1000 m)

Tabla de Tendido de conductor nuevo para prever el proceso de fluencia en los conductores

(*)	50°C		35°C		30°C		25°C		20°C		a <sub>r</sub>
	35°C		20°C		15°C		10°C		5°C		
	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	
(**)	292	1,82	322	1,65	334	1,59	348	1,53	363	1,46	80
	304	2,21	331	2,03	341	1,97	352	1,91	365	1,84	90
	314	2,64	337	2,46	346	2,40	356	2,33	367	2,26	100
	328	3,64	347	3,44	354	3,38	361	3,31	369	3,24	120
	339	4,81	353	4,60	359	4,53	364	4,46	370	4,39	140
	346	6,15	358	5,94	362	5,87	367	5,80	371	5,73	160
	351	7,67	361	7,45	365	7,38	368	7,31	372	7,24	180
	355	9,36	364	9,15	366	9,07	369	9,00	372	8,93	200
	358	11,24	365	11,02	368	10,94	370	10,87	373	10,80	220
	361	13,29	367	13,07	369	13,00	371	12,92	373	12,85	240
	363	15,52	368	15,30	370	15,23	371	15,15	373	15,08	260
	364	17,94	369	17,72	370	17,64	372	17,57	373	17,49	280
	365	20,54	369	20,31	371	20,24	372	20,16	374	20,09	300
	367	23,32	370	23,09	371	23,02	373	22,94	374	22,86	320
	367	26,28	371	26,06	372	25,98	373	25,90	374	25,83	340
	368	29,44	371	29,21	372	29,13	373	29,05	374	28,98	360
	369	32,77	371	32,54	372	32,46	373	32,39	374	32,31	380
	369	36,30	372	36,06	372	35,99	373	35,91	374	35,83	400

(\*) Temperatura ambiente.

(\*\*) Temperatura a aplicar en el tendido, teniendo en cuenta el proceso de fluencia de los conductores

a<sub>r</sub> = Vano de regulación, en m.

T = Tensión, en daN.

F = Flecha, en m.

TABLA DE TENDIDO (FLECHAS Y TENSIONES) - Zona C (Altitud superior a 1000 m)

## CONDUCTOR 147-AL1/34-ST1A (LA 180) - TENSE LÍMITE ESTÁTICO DINÁMICO

T = Tensión, en daN		Peso, daN/m = 0,663										Diámetro, mm = 17,5						Cr = Carga Rotura, daN = 6390																
F = Flecha, en m		Peso + sobrecarga de viento, daN/m = 1,098										Sección, mm <sup>2</sup> = 181,6						Tracción máxima conductores, daN = 1200																
CS = Coeficiente de Seguridad		Peso + sobrecarga de viento presión mitad, daN/m = 0,794										Coeficiente de dilatación lineal, °C = 0,0000178						CS. Mínimo = 5,33																
a <sub>r</sub> = Vano de regulación, en m.		Peso+sobrecarga hielo, daN/m = 2,169										Módulo de elasticidad, daN/mm <sup>2</sup> = 8000						EDS máximo = 5,73																
a <sub>r</sub>	Tensión				Flechas								Parámetro		Oscilación		Tabla de tendido														A			
	Máxima				Máxima				Mínima				Catenaria		de cadenas		Temperatura en °C																	
	-20°C+H°		-15°C+V°		85°C		15°C+Vt°		0°C+Hielo		-20°C		Flecha		-15°C+Vt°/2		50		35		30		25		20		15		EDS			10		5
T	C.S.	T	C.S.	T	F	T	F	T	F	T	F	Máx.	Mín	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F			
50	1200	5,3	837	7,6	174	1,19	508	0,68	960	0,71	807	0,26	263	1217	747	0,33	224	0,93	261	0,79	277	0,75	297	0,70	320	0,65	348	0,60	5,5	383	0,54	426	0,49	50
60	1200	5,3	785	8,1	199	1,50	527	0,94	999	0,98	689	0,43	300	1039	667	0,54	247	1,21	281	1,06	295	1,01	311	0,96	330	0,90	353	0,85	5,5	379	0,79	410	0,73	60
70	1200	5,3	745	8,6	220	1,85	542	1,24	1030	1,29	597	0,68	331	900	608	0,80	266	1,53	296	1,37	308	1,32	322	1,26	338	1,20	356	1,14	5,6	376	1,08	400	1,02	70
80	1200	5,3	716	8,9	237	2,24	553	1,59	1055	1,65	533	1,00	358	804	566	1,12	281	1,89	308	1,72	319	1,67	330	1,61	343	1,55	358	1,48	5,6	374	1,42	393	1,35	80
90	1200	5,3	694	9,2	253	2,66	562	1,98	1075	2,04	491	1,37	381	741	538	1,50	293	2,29	317	2,12	327	2,06	337	2,00	348	1,93	360	1,87	5,6	373	1,80	387	1,73	90
100	1200	5,3	678	9,4	266	3,12	569	2,41	1092	2,48	463	1,79	401	698	518	1,92	303	2,74	325	2,56	333	2,49	341	2,43	351	2,37	361	2,30	5,6	372	2,23	384	2,16	100
110	1200	5,3	666	9,6	277	3,62	575	2,89	1106	2,97	444	2,26	418	669	503	2,39	312	3,22	331	3,04	338	2,97	345	2,91	353	2,84	362	2,77	5,7	371	2,71	381	2,64	110
120	1200	5,3	657	9,7	287	4,17	579	3,42	1118	3,50	430	2,78	433	648	492	2,91	319	3,75	335	3,56	342	3,50	348	3,43	355	3,36	363	3,30	5,7	370	3,23	379	3,16	120
130	1200	5,3	650	9,8	295	4,75	583	3,98	1127	4,07	419	3,35	445	632	484	3,47	324	4,33	339	4,13	345	4,07	351	4,00	357	3,93	363	3,86	5,7	370	3,79	377	3,72	130
140	1200	5,3	644	9,9	303	5,38	586	4,60	1135	4,69	411	3,96	456	620	478	4,08	329	4,95	343	4,75	348	4,68	353	4,61	358	4,54	364	4,47	5,7	369	4,40	376	4,33	140
150	1200	5,3	639	10,0	309	6,05	588	5,26	1142	5,35	405	4,61	466	610	472	4,74	333	5,61	345	5,41	350	5,34	354	5,27	359	5,20	364	5,13	5,7	369	5,06	374	4,99	150
160	1200	5,3	635	10,1	314	6,77	590	5,96	1148	6,06	400	5,32	474	603	468	5,44	337	6,32	348	6,11	352	6,05	356	5,98	360	5,91	364	5,83	5,7	369	5,76	374	5,69	160
170	1200	5,3	632	10,1	319	7,53	592	6,71	1153	6,81	396	6,06	481	597	465	6,18	340	7,07	350	6,86	353	6,80	357	6,73	361	6,65	365	6,58	5,7	369	6,51	373	6,44	170
180	1200	5,3	629	10,2	323	8,33	594	7,51	1158	7,61	392	6,86	488	592	462	6,98	342	7,87	351	7,66	355	7,59	358	7,52	361	7,45	365	7,38	5,7	368	7,31	372	7,23	180
190	1200	5,3	627	10,2	327	9,18	595	8,35	1162	8,45	390	7,70	493	588	460	7,82	344	8,71	353	8,50	356	8,43	359	8,36	362	8,29	365	8,22	5,7	368	8,14	372	8,07	190
200	1200	5,3	625	10,2	330	10,07	596	9,24	1165	9,34	387	8,58	498	584	458	8,70	346	9,60	354	9,39	357	9,32	360	9,25	362	9,18	365	9,10	5,7	368	9,03	371	8,96	200
220	1200	5,3	622	10,3	336	12,00	598	11,15	1170	11,25	384	10,49	506	578	454	10,61	350	11,51	356	11,30	358	11,23	361	11,16	363	11,09	366	11,01	5,7	368	10,94	370	10,87	220
240	1200	5,3	620	10,3	340	14,10	599	13,24	1175	13,35	381	12,58	513	574	452	12,70	352	13,61	358	13,40	360	13,33	362	13,25	364	13,18	366	13,11	5,7	368	13,03	370	12,96	240
260	1200	5,3	618	10,3	344	16,39	601	15,52	1178	15,63	379	14,86	518	571	450	14,98	354	15,90	359	15,68	361	15,61	362	15,53	364	15,46	366	15,39	5,7	368	15,31	369	15,24	260
280	1200	5,3	617	10,4	347	18,87	601	17,99	1181	18,10	377	17,32	523	569	449	17,44	356	18,36	360	18,15	362	18,07	363	18,00	365	17,93	366	17,85	5,7	368	17,78	369	17,70	280
300	1200	5,3	615	10,4	349	21,53	602	20,64	1183	20,75	376	19,97	526	567	447	20,09	357	21,02	361	20,80	362	20,73	364	20,65	365	20,58	366	20,50	5,7	367	20,43	369	20,35	300

## 147-AL1/34-ST1A (LA-180) - Tense Límite Estático Dinámico

## TABLA DE TENDIDO (FLECHAS Y TENSIONES) - Zona C (Altitud superior a 1000 m)

## Tabla de Tendido de conductor nuevo para prever el proceso de fluencia en los conductores

(*)	50°C		35°C		30°C		25°C		20°C		a <sub>r</sub>
	(**) 35°C		20°C		15°C		10°C		5°C		
	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	
	308	1,72	343	1,55	358	1,48	374	1,42	393	1,35	80
	317	2,12	348	1,93	360	1,87	373	1,80	387	1,73	90
	325	2,56	351	2,37	361	2,30	372	2,23	384	2,16	100
	335	3,56	355	3,36	363	3,30	370	3,23	379	3,16	120
	343	4,75	358	4,54	364	4,47	369	4,40	376	4,33	140
	348	6,11	360	5,91	364	5,83	369	5,76	374	5,69	160
	351	7,66	361	7,45	365	7,38	368	7,31	372	7,23	180
	354	9,39	362	9,18	365	9,10	368	9,03	371	8,96	200
	356	11,30	363	11,09	366	11,01	368	10,94	370	10,87	220
	358	13,40	364	13,18	366	13,11	368	13,03	370	12,96	240
	359	15,68	364	15,46	366	15,39	368	15,31	369	15,24	260
	360	18,15	365	17,93	366	17,85	368	17,78	369	17,70	280
	361	20,80	365	20,58	366	20,50	367	20,43	369	20,35	300
	362	23,64	365	23,42	366	23,34	367	23,27	369	23,19	320
	362	26,67	365	26,44	366	26,37	367	26,29	368	26,22	340
	363	29,89	365	29,66	366	29,59	367	29,51	368	29,43	360
	363	33,30	366	33,07	366	32,99	367	32,92	368	32,84	380
	363	36,90	366	36,67	366	36,59	367	36,51	368	36,44	400

(\*) Temperatura ambiente.

(\*\*) Temperatura a aplicar en el tendido, teniendo en cuenta el proceso de fluencia de los conductores.

a<sub>r</sub> = Vano de regulación, en m.

T = Tensión, en daN.

F = Flecha, en m.

**TABLA DE TENDIDO (FLECHAS Y TENSIONES) - Zona C (Altitud superior a 1000 m)**

**CONDUCTOR 147-AL1/34-ST1A (LA 180) - TENSE REDUCIDO**

T = Tensión, en daN		Peso, daN/m = 0,663										Diámetro, mm = 17,5										Cr = Carga Rotura, daN = 6390												
F = Flecha, en m		Peso + sobrecarga de viento, daN/m = 1,098										Sección, mm <sup>2</sup> = 181,6										Tracción máxima, daN = 800												
CS = Coeficiente de Seguridad		Peso + sobrecarga de viento presión mitad, daN/m = 0,794										Coeficiente de dilatación lineal, /°C = 0,0000178										CS. Mínimo = 7,99												
ar = Vano de regulación, en m.		Peso+sobrecarga hielo, daN/m = 2,169										Módulo de elasticidad, daN/mm <sup>2</sup> = 8000										EDS máximo = 3,81												
ar	Tensión				Flechas						Parámetro Catenaria		Oscilación de cadenas		Tabla de tendido												A							
	Máxima				Máxima			Mínima			Flecha		Temperatura en °C																					
	-20°C+H°	-15°C+V°	85°C		15°C+Vt°		0°C+Hielo		-20°C		Flecha		-15°C+Vt°/2		50		35		30		25		20		15			EDS		10		5		
T	C.S.	T	C.S.	T	F	T	F	T	F	T	F	Máx.	Mín	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F			
50	800	8,0	452	14,1	145	1,43	342	1,00	685	0,99	323	0,64	218	488	348	0,71	170	1,22	186	1,11	192	1,08	199	1,04	207	1,00	215	0,96	3,4	225	0,92	236	0,88	50
60	800	8,0	438	14,6	161	1,85	357	1,39	711	1,37	295	1,01	243	446	330	1,08	185	1,61	199	1,50	204	1,46	210	1,42	216	1,38	223	1,34	3,5	230	1,30	238	1,25	60
70	800	8,0	429	14,9	175	2,33	367	1,83	729	1,82	280	1,45	263	423	320	1,52	196	2,07	208	1,95	213	1,91	217	1,87	222	1,83	228	1,78	3,6	234	1,74	240	1,69	70
80	800	8,0	424	15,1	185	2,87	375	2,35	742	2,34	271	1,96	280	409	313	2,03	205	2,60	215	2,47	219	2,43	223	2,39	227	2,34	231	2,30	3,6	236	2,25	241	2,20	80
90	800	8,0	420	15,2	194	3,46	380	2,93	752	2,92	265	2,54	293	400	309	2,61	211	3,18	220	3,05	223	3,01	227	2,97	230	2,92	234	2,88	3,7	238	2,83	242	2,78	90
100	800	8,0	417	15,3	201	4,13	384	3,58	760	3,57	261	3,18	303	393	306	3,25	216	3,84	224	3,70	227	3,66	230	3,61	233	3,57	236	3,52	3,7	239	3,48	242	3,43	100
120	800	8,0	413	15,5	212	5,65	390	5,08	771	5,08	256	4,68	319	386	302	4,75	224	5,35	230	5,21	232	5,16	234	5,12	236	5,07	238	5,02	3,7	241	4,97	243	4,93	120
140	800	8,0	411	15,5	219	7,44	394	6,85	778	6,85	253	6,45	330	381	299	6,52	229	7,12	233	6,99	235	6,94	237	6,89	238	6,84	240	6,79	3,8	242	6,75	243	6,70	140
160	800	8,0	410	15,6	224	9,50	396	8,90	783	8,90	251	8,50	338	378	298	8,57	232	9,18	236	9,04	237	8,99	238	8,94	240	8,89	241	8,84	3,8	242	8,79	244	8,75	160
180	800	8,0	409	15,6	228	11,84	398	11,23	786	11,23	249	10,82	344	376	297	10,89	235	11,51	238	11,37	239	11,32	240	11,27	241	11,22	242	11,17	3,8	243	11,12	244	11,07	180
200	800	8,0	408	15,7	231	14,45	399	13,84	789	13,84	248	13,42	348	375	296	13,49	236	14,12	239	13,97	240	13,92	241	13,87	241	13,82	242	13,78	3,8	243	13,73	244	13,68	200
220	800	8,0	407	15,7	233	17,35	400	16,72	791	16,72	248	16,31	352	374	296	16,38	238	17,01	240	16,86	240	16,81	241	16,76	242	16,71	243	16,66	3,8	243	16,61	244	16,56	220
240	800	8,0	407	15,7	235	20,53	401	19,89	792	19,89	247	19,48	354	373	295	19,55	239	20,18	241	20,03	241	19,98	242	19,93	242	19,88	243	19,83	3,8	244	19,78	244	19,73	240
260	800	8,0	407	15,7	236	23,99	402	23,35	793	23,35	247	22,93	356	372	295	23,00	240	23,64	241	23,49	242	23,44	242	23,39	243	23,34	243	23,29	3,8	244	23,24	244	23,19	260
280	800	8,0	406	15,7	237	27,74	402	27,09	794	27,10	247	26,67	358	372	295	26,74	240	27,39	242	27,24	242	27,18	242	27,13	243	27,08	243	27,03	3,8	244	26,98	244	26,93	280
300	800	8,0	406	15,7	238	31,78	402	31,13	795	31,13	246	30,70	359	371	294	30,78	241	31,42	242	31,27	242	31,22	243	31,17	243	31,12	244	31,07	3,8	244	31,01	244	30,96	300
320	800	8,0	406	15,7	239	36,12	403	35,46	795	35,46	246	35,03	360	371	294	35,10	241	35,76	242	35,60	243	35,55	243	35,50	243	35,45	244	35,39	3,8	244	35,34	244	35,29	320
340	800	8,0	406	15,7	240	40,75	403	40,09	796	40,09	246	39,65	361	371	294	39,73	242	40,39	243	40,23	243	40,18	243	40,13	243	40,07	244	40,02	3,8	244	39,97	244	39,92	340
360	800	8,0	406	15,7	240	45,68	403	45,01	796	45,01	246	44,58	362	371	294	44,65	242	45,32	243	45,16	243	45,11	243	45,05	244	45,00	244	44,95	3,8	244	44,89	244	44,84	360
380	800	8,0	406	15,7	241	50,92	403	50,24	797	50,25	246	49,80	363	370	294	49,88	242	50,55	243	50,39	243	50,34	243	50,28	244	50,23	244	50,18	3,8	244	50,12	244	50,07	380
400	800	8,0	406	15,8	241	56,47	403	55,78	797	55,78	246	55,34	363	370	294	55,41	242	56,09	243	55,93	243	55,88	244	55,82	244	55,77	244	55,72	3,8	244	55,66	244	55,61	400

147-AL1/34-ST1A (LA-180) - Tense Reducido

TABLA DE TENDIDO (FLECHAS Y TENSIONES) - Zona C (Altitud superior a 1000 m)

Tabla de Tendido de conductor nuevo para prever el proceso de fluencia en los conductores

(*)	50°C		35°C		30°C		25°C		20°C		a <sub>r</sub>
	(**)		20°C		15°C		10°C		5°C		
	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	
	215	2,47	227	2,34	231	2,30	236	2,25	241	2,20	80
	220	3,05	230	2,92	234	2,88	238	2,83	242	2,78	90
	224	3,70	233	3,57	236	3,52	239	3,48	242	3,43	100
	230	5,21	236	5,07	238	5,02	241	4,97	243	4,93	120
	233	6,99	238	6,84	240	6,79	242	6,75	243	6,70	140
	236	9,04	240	8,89	241	8,84	242	8,79	244	8,75	160
	238	11,37	241	11,22	242	11,17	243	11,12	244	11,07	180
	239	13,97	241	13,82	242	13,78	243	13,73	244	13,68	200
	240	16,86	242	16,71	243	16,66	243	16,61	244	16,56	220
	241	20,03	242	19,88	243	19,83	244	19,78	244	19,73	240
	241	23,49	243	23,34	243	23,29	244	23,24	244	23,19	260
	242	27,24	243	27,08	243	27,03	244	26,98	244	26,93	280
	242	31,27	243	31,12	244	31,07	244	31,01	244	30,96	300
	242	35,60	243	35,45	244	35,39	244	35,34	244	35,29	320
	243	40,23	243	40,07	244	40,02	244	39,97	244	39,92	340
	243	45,16	244	45,00	244	44,95	244	44,89	244	44,84	360
	243	50,39	244	50,23	244	50,18	244	50,12	244	50,07	380
	243	55,93	244	55,77	244	55,72	244	55,66	244	55,61	400

(\*) Temperatura ambiente.

(\*\*) Temperatura a aplicar en el tendido, teniendo en cuenta el proceso de fluencia de los conductores.

a<sub>r</sub> = Vano de regulación, en m.

T = Tensión, en daN.

F = Flecha, en m.

## Anexo D - Planos

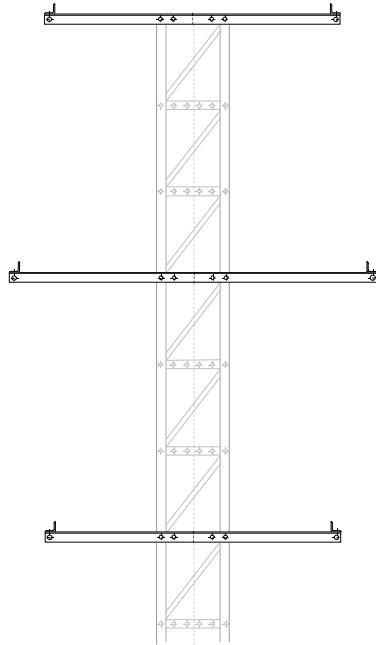
### Índice

	<u>Página</u>
1 Armados con crucetas rectas simples RC-S y atirantadas RC-T.....	161
2 Armados de línea general.....	162
2.1 Apoyos de alineación o ángulo con cadenas de suspensión.....	163
2.2 Apoyos de alineación, ángulo y anclaje, con cadenas de amarre....	164
2.3 Apoyos de fin de línea.....	164
3 Apoyos de derivación aérea sin maniobra.....	167
3.1 Derivación simple.....	167
3.2 Doble derivación.....	168
4 Apoyos con maniobra.....	169
4.1 Escalamiento por apoyos y línea de seguridad.....	170

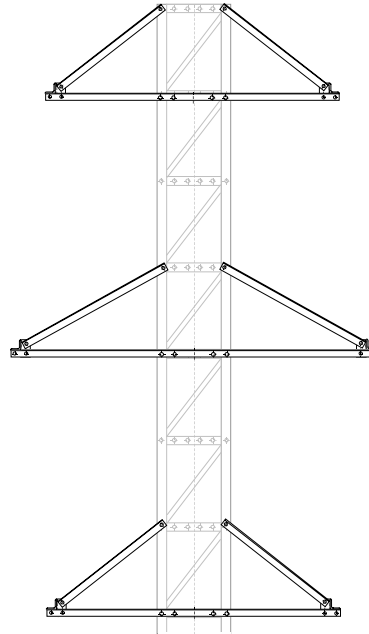


## 1 Crucetas rectas simples RC-S y atirantadas RC-T

Crucetas rectas y atirantadas para doble circuito



**RC-S**



**RC-T**

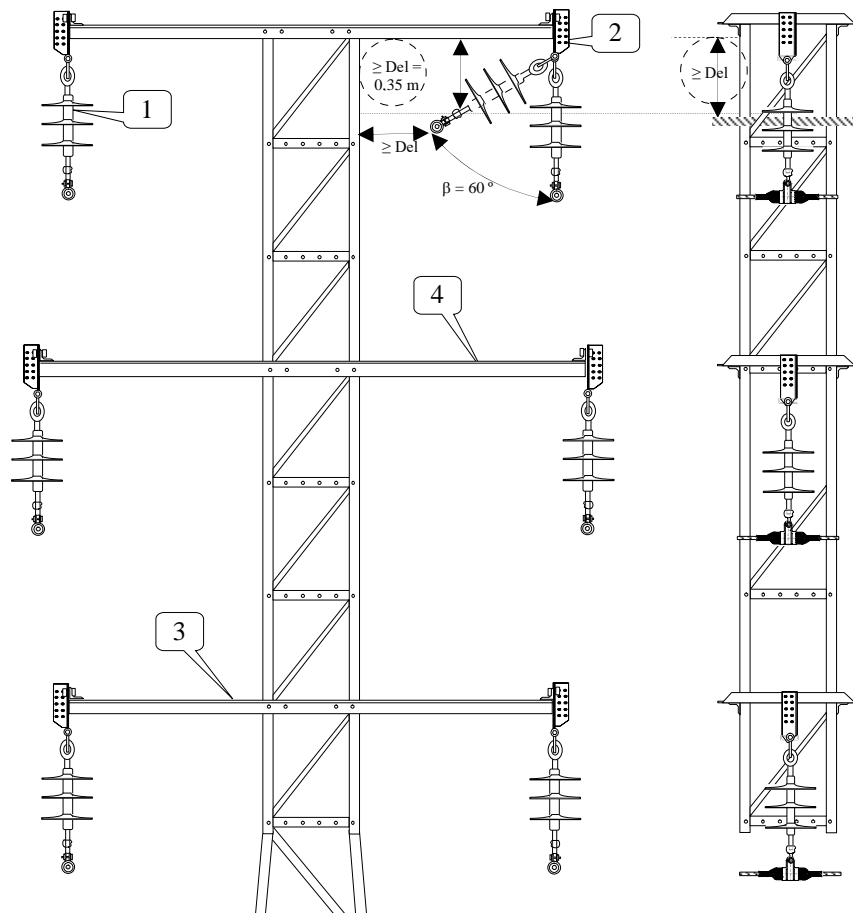
DESIGNACIÓN	Esfuerzo V admisible (daN)	Separación entre Fase y el eje de apoyo (mm)	Masa Aproximada (kg)
RC2-10-S	450/650	1000	45 (*)
RC2-12,50-S	450/650	1250	67,91 (*)
RC2-15-S	450/650	1500	91,21 (*)
RC2-17,5-S	450/650	1750	112,97 (*)
RC2-20-S	450/650	2000	133,66 (*)
RC2-15-T/RC3-15-T	450/800	1500	89/97
RC2-20-T/RC3-20-T	450/800	2000	124/137,42

(\*) Los pesos de estas crucetas, se refieren a cadenas suspendidas. En caso de utilizarse las crucetas con cadenas de amarre, la cartela de cierre será la correspondiente a la de cadenas de amarre y el peso de la cruceta se verá incrementado en 2,54 kg por cruceta.

Nota: En la figura anterior las crucetas están distanciadas verticalmente 1,80 m, cuando sea necesario mayor separación vertical, podrá obtenerse con extensionamientos de cabeza de 1,20 o 1,80 m, según NI 52.10.01.

## 2 Armados de línea general

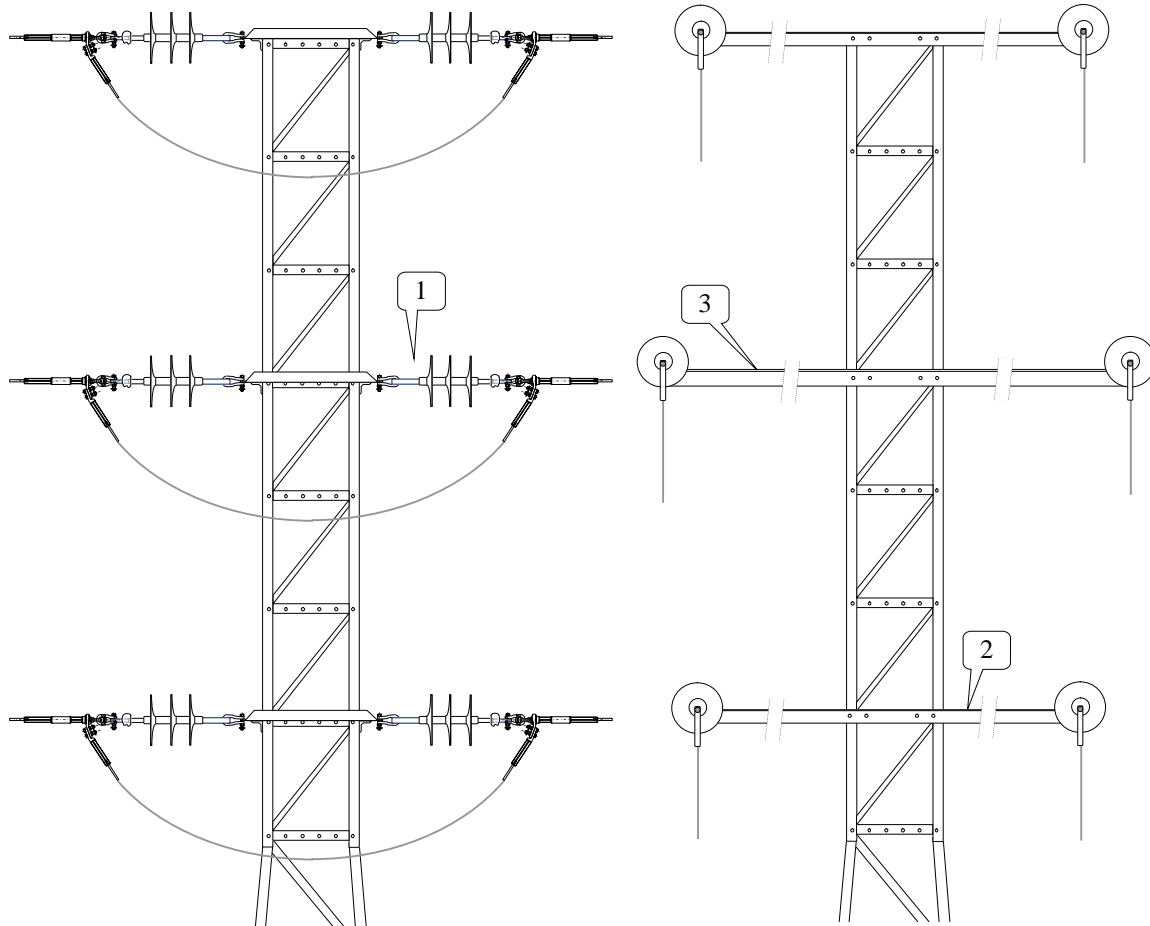
### 2.1. Apoyos de alineación o ángulo con cadenas de suspensión.



Apoyos de alineación

Marca	Cantidad	Denominación	Designación	Documento
1	6	Cadena de suspensión	CS	NI 48.08.01
2	6	Cartela para cadenas verticales	CCVH o CCCT	NI 52.31.02
3	2	Cruceta recta	RC-12,5 S	NI 52.31.02
4	1	Cruceta recta	RC-15 S	NI 52.31.02
s/n	-	Puentes, según conductor		
s/n	-	Tornillería, piezas de conexión		

## 2.2. Apoyos de alineación, ángulo y anclaje, con cadenas de amarre.



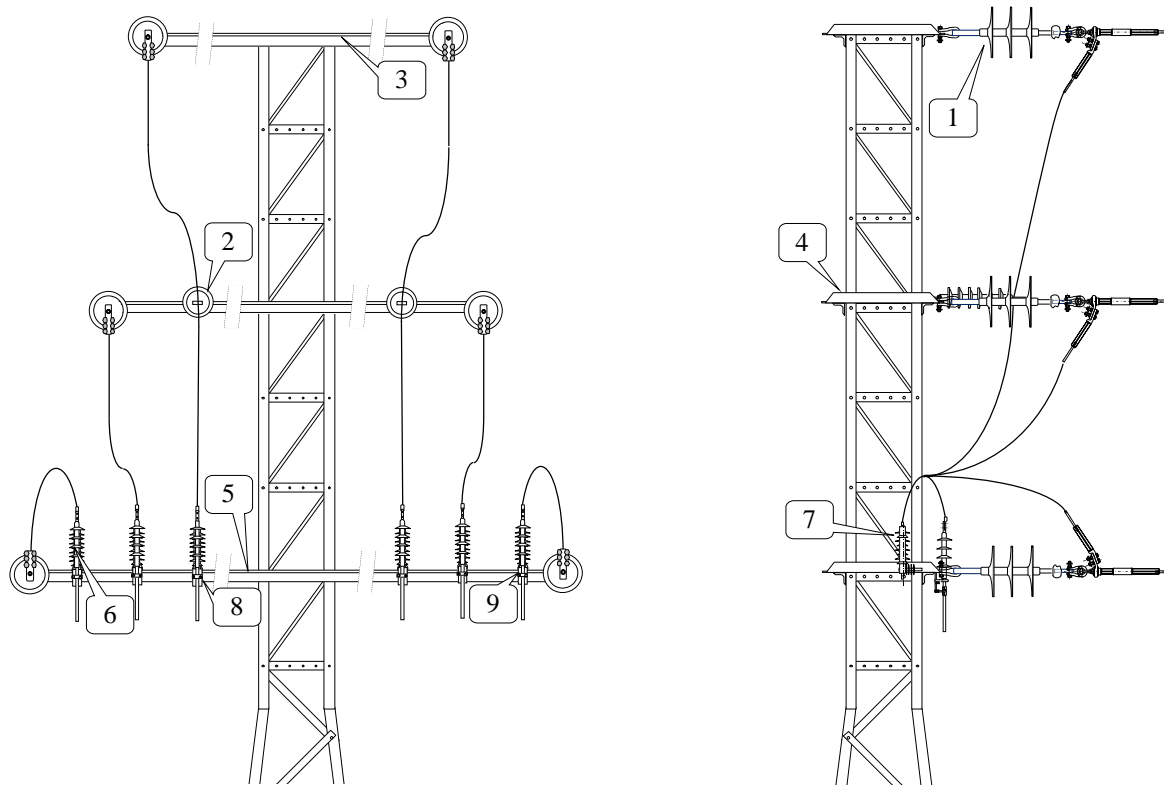
Apoyos de ángulo y anclaje

Marca	Cantidad	Denominación	Designación	Documento
1	12	Cadenas de amarre	CA	NI 48.08.01
2	2	Cruceta recta	RC-12,5 S	NI 52.31.02
3	1	Cruceta recta	RC-15 S	NI 52.31.02
s/n	-	Puentes, según conductor		
s/n	-	Tornillería, piezas de conexión		

## 2.3 Apoyos de fin de línea

En estos armados existen diversas alternativas de las que se representan cuatro de ellas, en las tres primeras se instalan las terminaciones sin maniobra, en la cuarta con seccionadores unipolares para línea aérea (SELA).

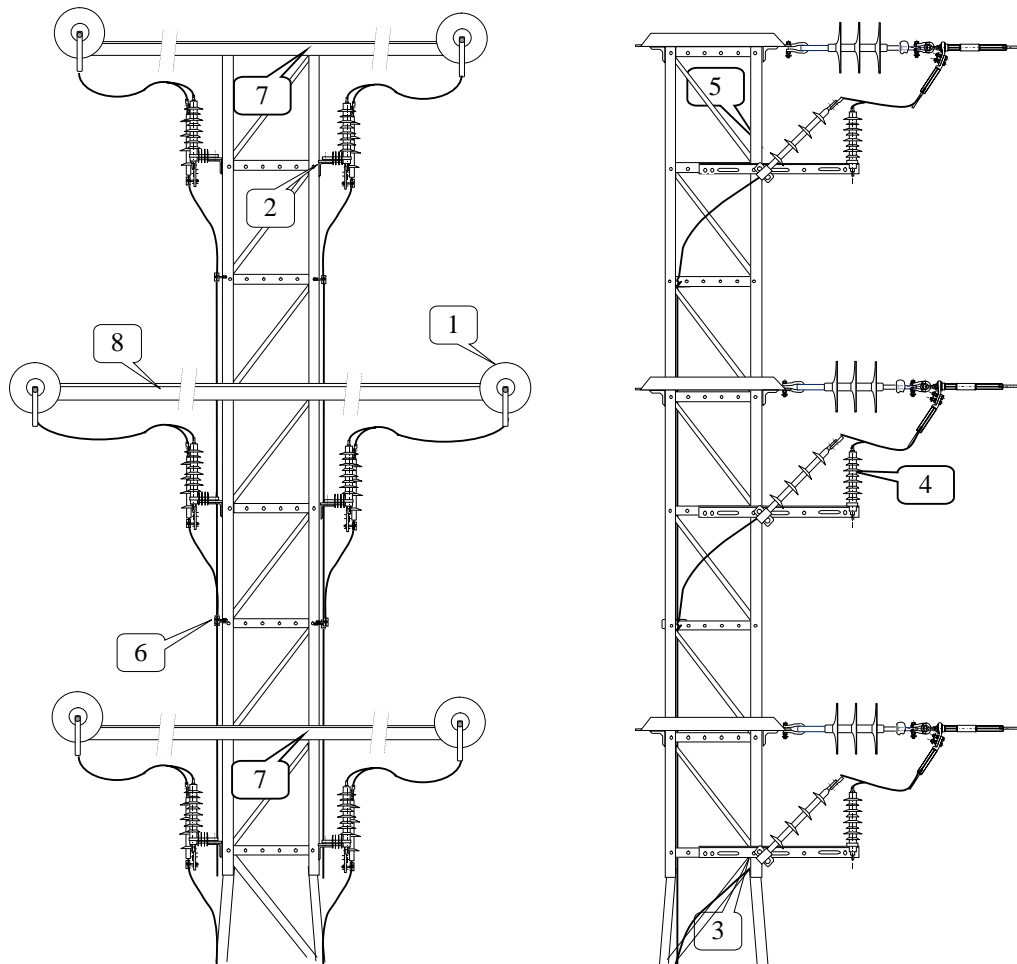
### 2.3.1 Terminaciones de cables subterráneos y pararrayos a un mismo nivel



Apoyo de fin de línea

Marca	Cantidad	Denominación	Designación	Documento
1	6	Cadenas de amarre	CA	NI 48.08.01
2	2	Aislador compuesto	U70 PP 30	NI 48.08.01
3	1	Cruceta recta	RC-12,5 S	NI 52.31.02
4	1	Cruceta recta	RC-15 S	NI 52.31.02
5	1	Cruceta recta	RC-20 S	NI 52.31.02
6	6	Terminación cable subterráneo	TES/36	NI 56.80.02
7	6	Pararrayos	POM-P 30/10	NI 75.30.02
8	6	Pieza L 60.5 - 850	L 60.5 - 850	NI 52.30.24
9	6	Abrazadera sujeción	A-90-EM	NI 52.95.80
S/n	-	Puentes, según conductor		
S/n	-	Tornillería, piezas de conexión		

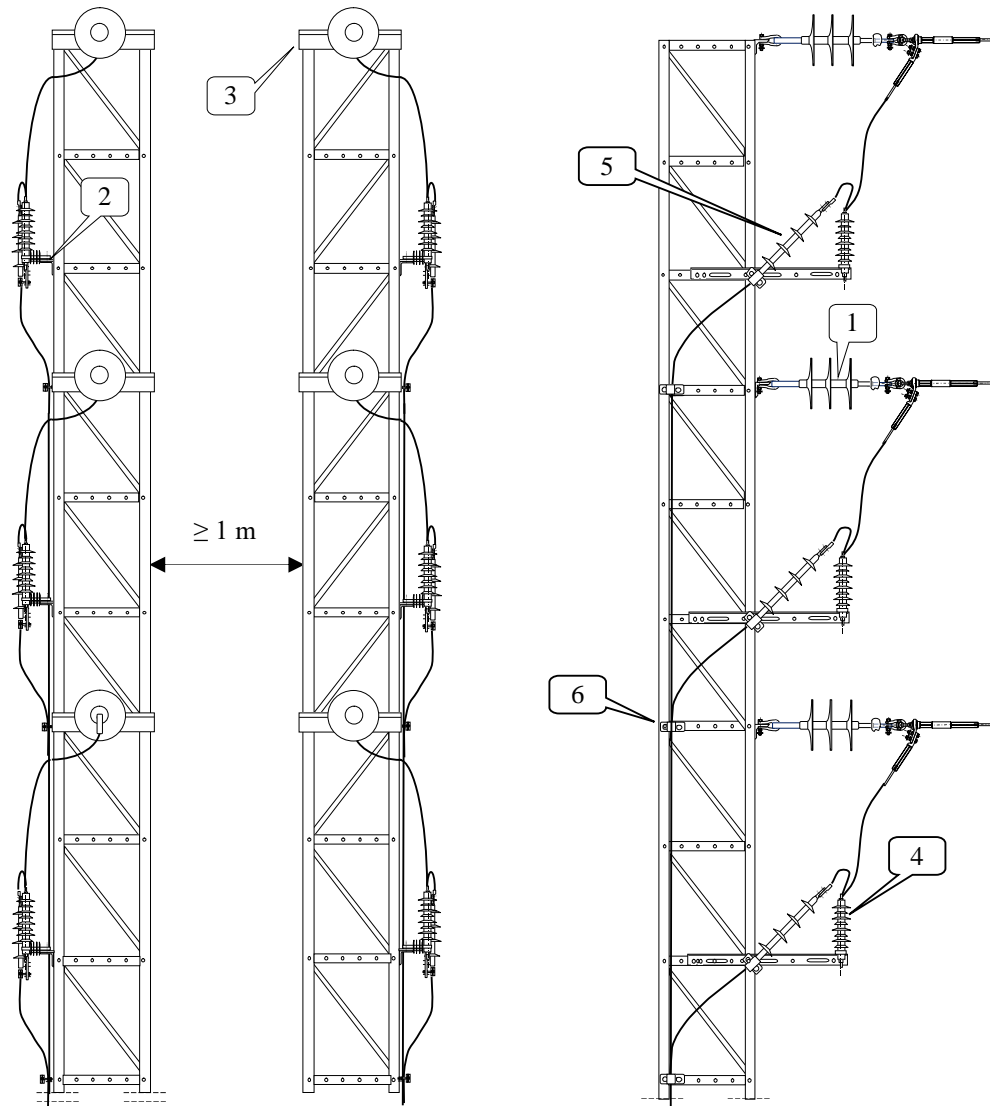
### 2.3.2 Terminaciones de cables subterráneos y pararrayos a distinto nivel



Apoyo de fin de línea

Marca	Cantidad	Denominación	Designación	Documento
1	6	Cadenas de amarre	CA	NI 48.08.01
2	6	Pieza CH 8-150	CH 8-150	NI 52.30.24
3	6	Pieza L 60.5 - 850	L 60.5 - 850	NI 52.30.24
4	6	Pararrayos	POM-P 30/10	NI 75.30.02
5	6	Terminación cable subterráneo	TES/36	NI 56.80.02
6	10	Abrazadera sujeción	A-90-EM	NI 52.95.80
7	2	Cruceta recta	RC-12,5 S	NI 52.31.02
8	1	Cruceta recta	RC-15 S	NI 52.31.02
S/n	-	Puentes, según conductor		
S/n	-	Tornillería, piezas de conexión		

### 2.3.3 Terminaciones de cables subterráneos y pararrayos a distinto nivel y sobre dos apoyos



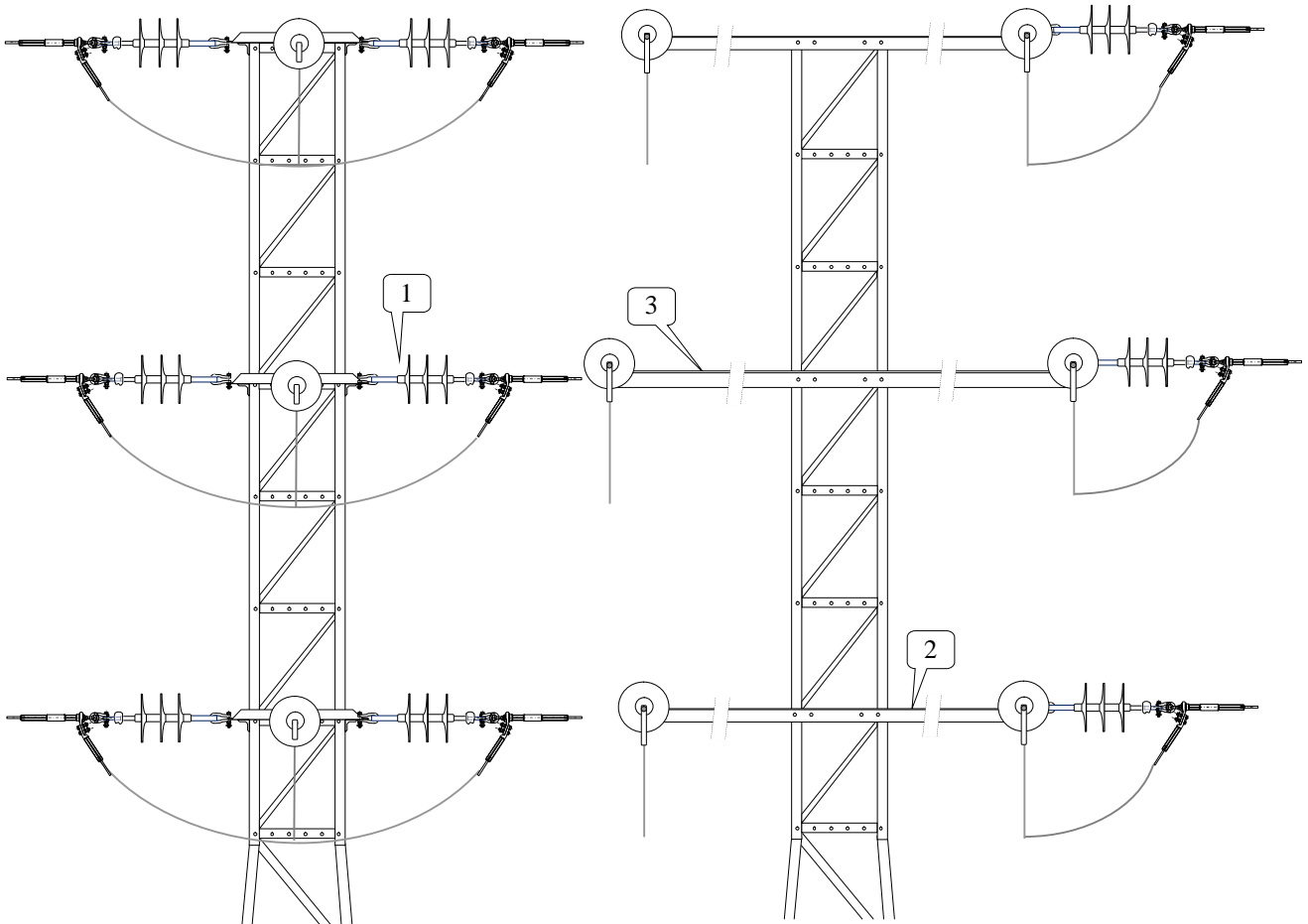
Apoyo de fin de línea

Marca	Cantidad	Denominación	Designación	Documento
1	6	Cadenas de amarre	CA	NI 48.08.01
2	6	Pieza CH 8-150	CH 8-150	NI 52.30.24
3	6	Perfil de cierre	PC	NI 52.31.02
4	6	Pararrayos	POM-P 30/10	NI 75.30.02
5	6	Terminación cable subterráneo	TES/36	NI 56.80.02
6	12	Abrazadera sujeción	A-90-EM	NI 52.95.80
S/n	-	Puentes, según conductor		
S/n	-	Tornillería, piezas de conexión		

### 3 Apoyos de derivación aérea sin maniobra

#### 3.1 Derivación simple

Se describe en la siguiente figura el armado de la derivación de uno de los dos circuitos de la línea.

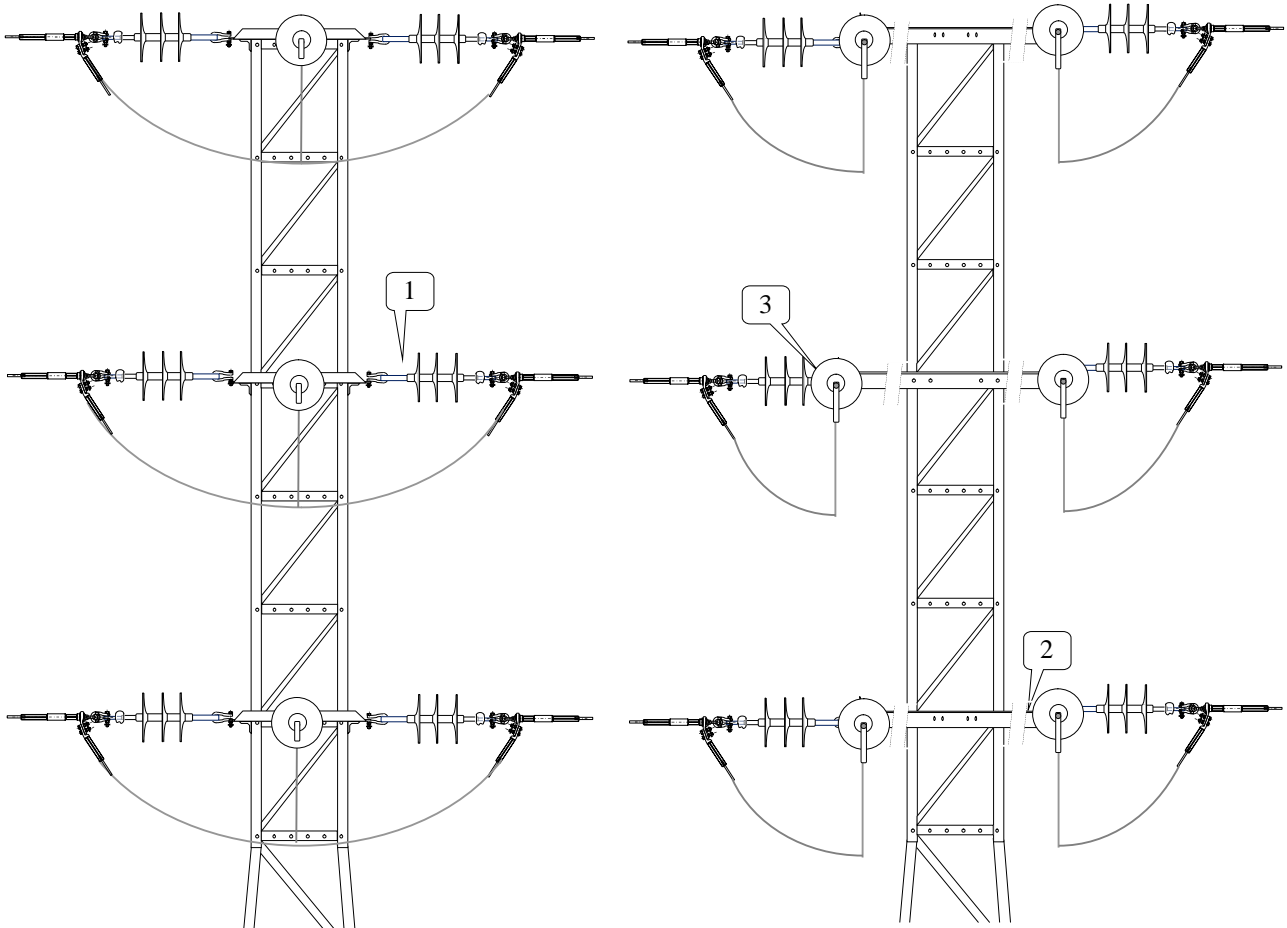


Apoyos de derivación aérea sin maniobra - Derivación simple

Marca	Cantidad	Denominación	Designación	Documento
1	15	Cadenas de amarre	CA	NI 48.08.01
2	2	Cruceta recta	RC-12,5 S	NI 52.31.02
3	1	Cruceta recta	RC-15 S	NI 52.31.02
s/n	-	Puentes, según conductor		
s/n	-	Tornillería, piezas de conexión		

### 3.2 Doble derivación simple

Se describe en la siguiente figura el armado de la doble derivación (una de cada circuito) orientadas en distinto sentido.



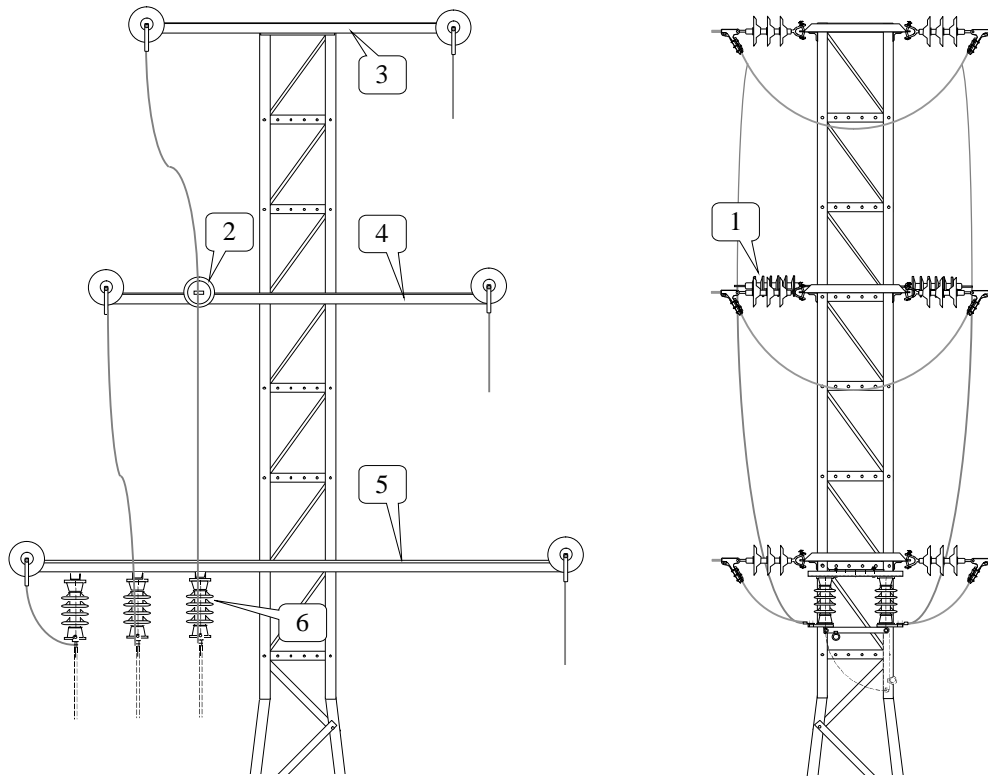
Apoyos de derivación aérea sin maniobra - Doble derivación simple

Marca	Cantidad	Denominación	Designación	Documento
1	18	Cadenas de amarre	CA	NI 48.08.01
2	2	Cruceta recta	RC-12,5 S	NI 52.31.02
3	1	Cruceta recta	RC-15 S	NI 52.31.02
s/n	-	Puentes, según conductor		
s/n	-	Tornillería, piezas de conexión		



## 4 Apoyos con maniobra

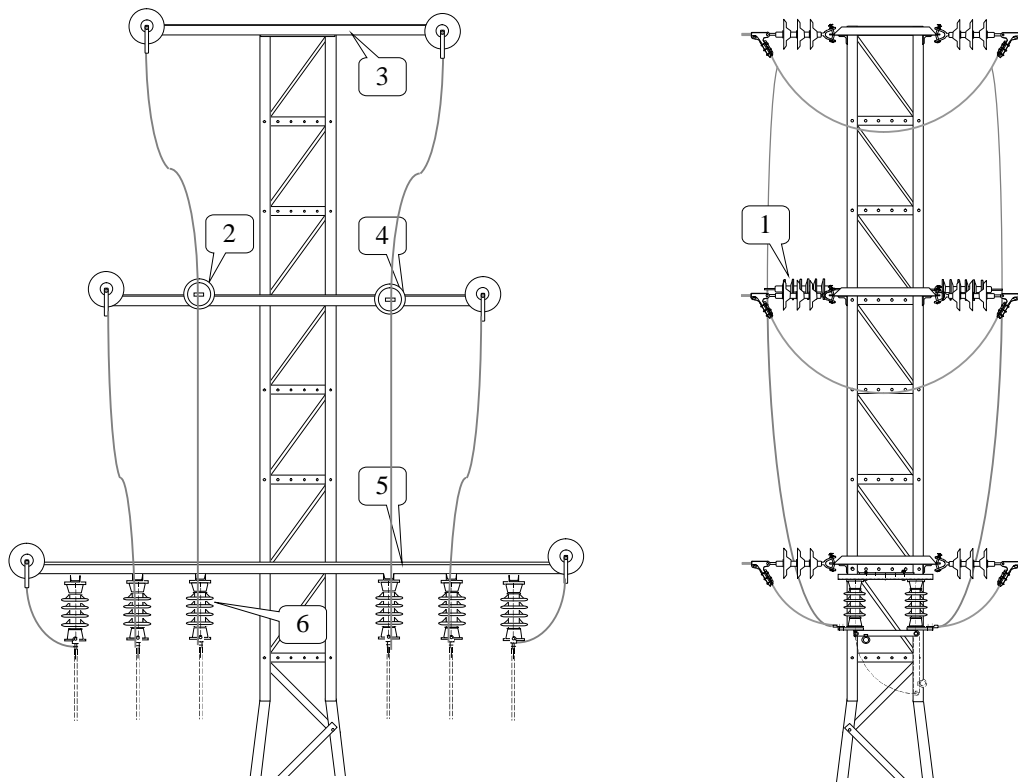
### 4.1 Armado de seccionamiento de un circuito en línea general



Armado de seccionamiento de un circuito en línea general

Marca	Cantidad	Denominación	Designación	Documento
1	12	Cadenas de amarre	CA	NI 48.08.01
2	2	Aislador compuesto	U70 PP 20	NI 48.08.01
3	1	Cruceta recta	RC-10 S ó T	NI 52.31.02
4	1	Cruceta recta	RC-12,5 S ó T	NI 52.31.02
5	1	Cruceta recta	RC-20 S	NI 52.31.02
6	3	Seccionador unipolar línea aérea	SELA U 24	NI 74.51.01
S/n	3	Pieza CH 8-650	CH 8-650	NI 52.30.24
S/n	-	Puentes, según conductor		
S/n	-	Tornillería, piezas de conexión		

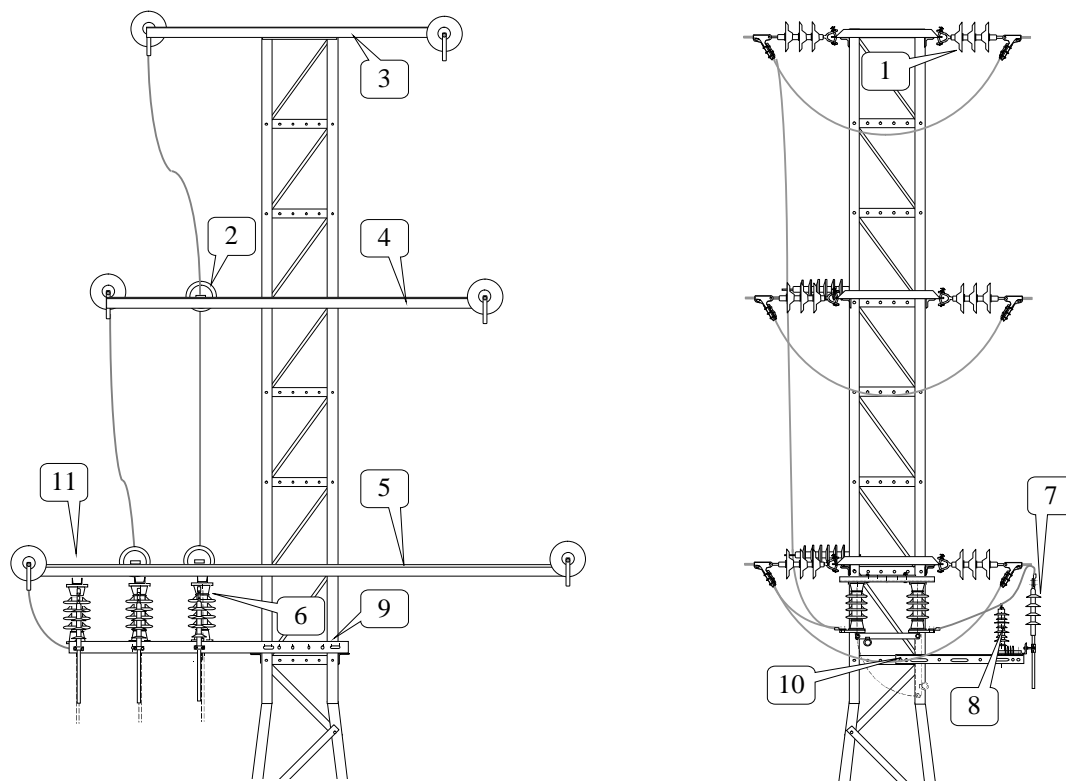
#### 4.2 Armado de seccionamiento de dos circuitos en línea general



Armado de seccionamiento de dos circuitos en línea general

Marca	Cantidad	Denominación	Designación	Documento
1	12	Cadenas de amarre	CA	NI 48.08.01
2	4	Aislador compuesto	U70 PP 20	NI 48.08.01
3	1	Cruceta recta	RC-10 S ó T	NI 52.31.02
4	1	Cruceta recta	RC-12,5 S ó T	NI 52.31.02
5	1	Cruceta recta	RC-20 S	NI 52.31.02
6	6	Seccionador unipolar línea aérea	SELA U 24	NI 74.51.01
S/n	6	Pieza CH 8-650	CH 8-650	NI 52.30.24
S/n	-	Puentes, según conductor		
S/n	-	Tornillería, piezas de conexión		

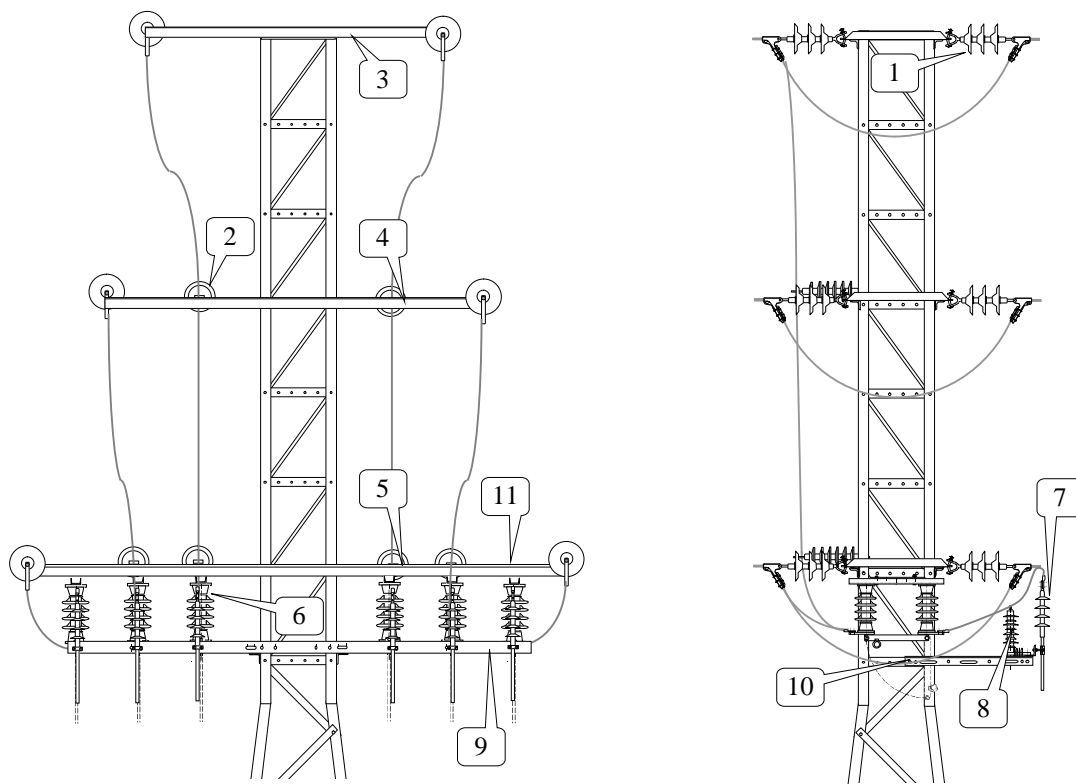
## 4.3 Derivación simple subterránea



Armado de derivación simple subterránea con seccionamiento

Marca	Cantidad	Denominación	Designación	Documento
1	12	Cadenas de amarre	CA	NI 48.08.01
2	3	Aislador compuesto	U70 PP 20	NI 48.08.01
3	1	Cruceta recta	RC-10 S ó T	NI 52.31.02
4	1	Cruceta recta	RC-12,5 S ó T	NI 52.31.02
5	1	Cruceta recta	RC-20 S	NI 52.31.02
6	3	Seccionador unipolar línea aérea	SELA U 24	NI 74.51.01
7	3	Terminación cable subterráneo	TES/24	NI 56.80.02
8	3	Pararrayos	POM-P 21/10	NI 75.30.02
9	1	Angular L-70.6-1895	L-70.6-1895	NI 52.30.24
10	2	Angular L-60.5-850	L-60.5-850	NI 52.30.24
11	3	Pieza CH 8-650	CH 8-650	NI 52.30.24
S/n	-	Puentes, según conductor		
S/n	-	Tornillería, piezas de conexión		

## 4.4 Derivación doble subterránea



Armado de derivación doble subterránea con seccionamiento

Marca	Cantidad	Denominación	Designación	Documento
1	12	Cadenas de amarre	CA	NI 48.08.01
2	6	Aislador compuesto	U70 PP 20	NI 48.08.01
3	1	Cruceta recta	RC-10 S ó T	NI 52.31.02
4	1	Cruceta recta	RC-12,5 S ó T	NI 52.31.02
5	1	Cruceta recta	RC-20 S	NI 52.31.02
6	6	Seccionador unipolar línea aérea	SELA U 24	NI 74.51.01
7	6	Terminación cable subterráneo	TES/24	NI 56.80.02
8	6	Pararrayos	POM-P 21/10	NI 75.30.02
9	1	Angular L-70.7-3800	L-70.7-3800	NI 52.30.24
10	2	Angular L-60.5-850	L-60.5-850	NI 52.30.24
11	6	Pieza CH 8-650	CH 8-650	NI 52.30.24
S/n	-	Puentes, según conductor		
S/n	-	Tornillería, piezas de conexión		

#### 4.5 Escalamiento por apoyos y línea de seguridad

En todos los apoyos con maniobra se instalarán elementos fijos para facilitar las actuaciones de operación y mantenimiento. Estos elementos son los recogidos en el documento NI 52.36.01 y que se resumen a continuación:

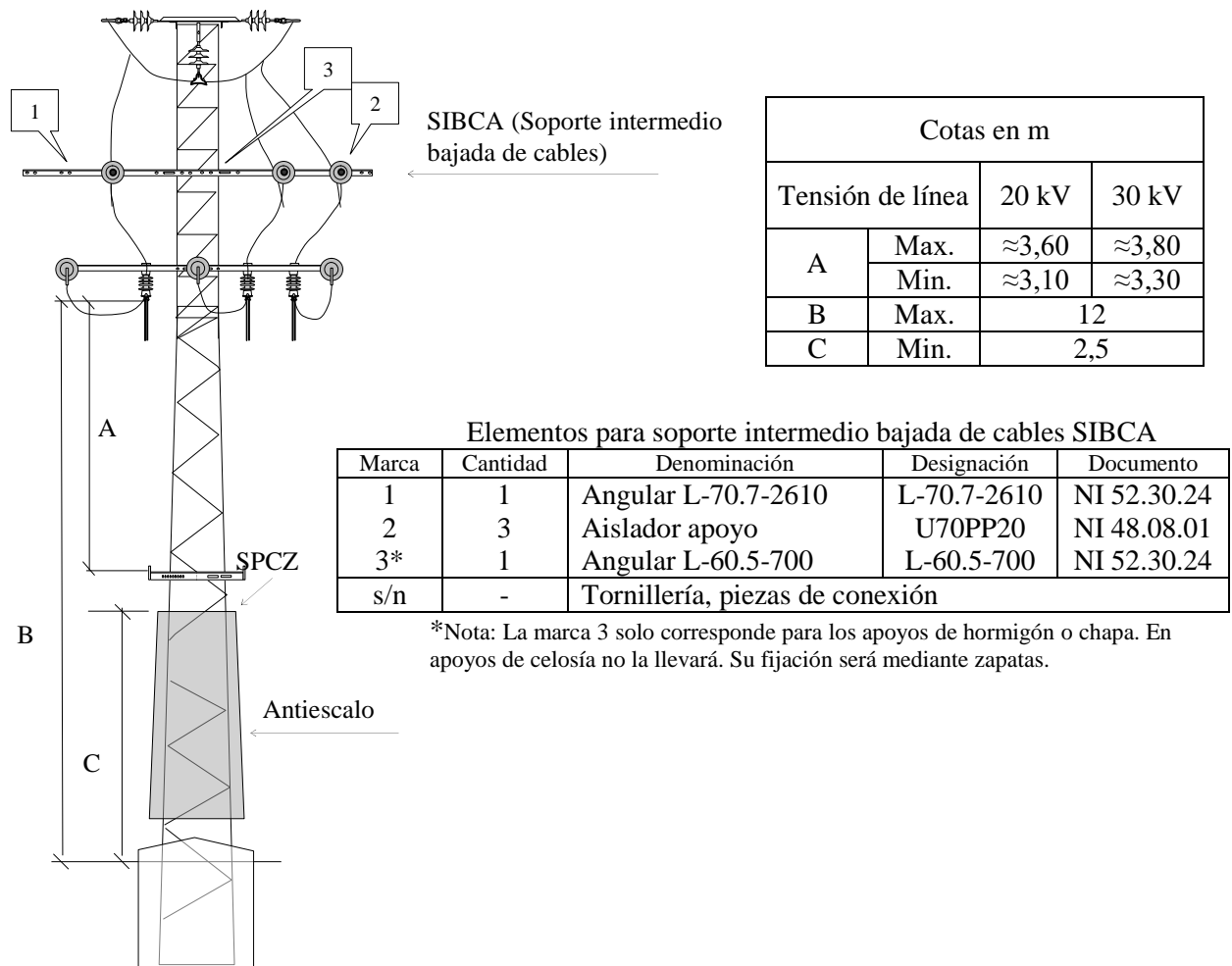
- SPCZ Soporte posapies para apoyos de celosía con zapata de anclaje.
- SPCMCZ Soporte posapies con pasamanos para apoyos de celosía con zapata de anclaje.
- TALS Tornillo de anclaje para línea de seguridad.
- SSLS Soporte de sujeción para línea de seguridad
- PAEC Pate ajustable de escalamiento par apoyos de celosía

Los elementos de maniobra y/o protección (seccionadores unipolares, cortacircuitos fusibles de expulsión) de accionamiento por pértiga aislante, no deberán instalarse a una altura superior a 12 m sobre la línea de tierra según se indica en la figura 7.

#### Apoyos de celosía

En estos apoyos se instalará un SPCZ a una distancia de los elementos en tensión entre 3,10 y 3,60 m, para líneas de 20 kV y entre 3,30 y 3,80 para líneas de 30 kV, según se indica en la figura siguiente.

Disposición de elementos fijos en apoyos de celosía

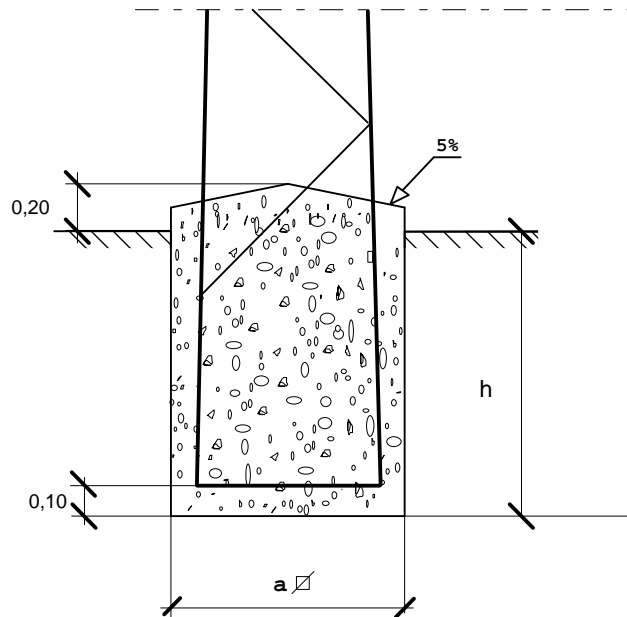


## Anexo E - Cimentaciones para apoyos y puestas a tierra

### Índice

	<u>Página</u>
• Cimentaciones para apoyos de perfiles metálicos.....	175
• Cimentaciones en roca (mixtas) para apoyos de perfiles metálicos con pernos.....	176
• Puesta a tierra. Cimentación en tierra- Zona no frecuentada.....	178
• Puesta a tierra. Cimentación en tierra-- Zonas frecuentadas y de pública conurrencia y apoyo de maniobra.....	179
• Puesta a tierra. Cimentación mixta y en roca-Zona no frecuentada.....	180
• Puesta a tierra. Cimentación mixta y en roca-Zona frecuentada de pública conurrencia y apoyos de maniobra.....	181
• Mejora de las puestas a tierra y protocolo de las puestas a tierra.....	182

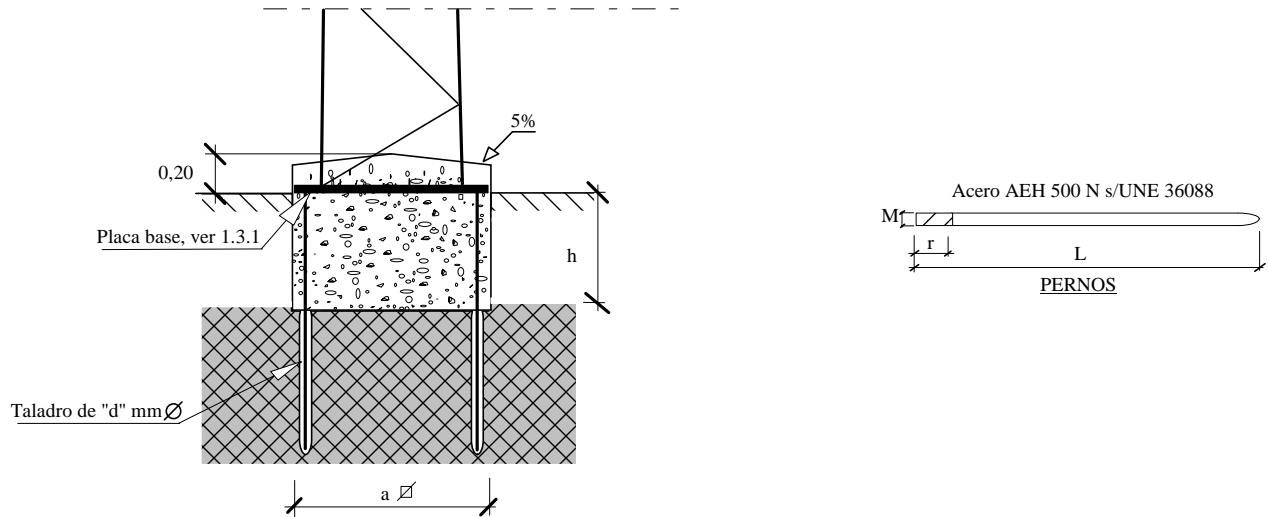
## Apoyos de perfiles metálicos, según documento NI 52.10.01



Cimentaciones para apoyos de perfiles metálicos

APOYO	CIMENTACION				APOYO	CIMENTACION			
	Designación i-DE	a m	h m	Vol. excav. m <sup>3</sup>		Vol. horm. m <sup>3</sup>	Designación i-DE	a m	h m
C1000- 12E	1,00	1,99	1,99	2,14	C4500- 12E	1,01	2,75	2,81	2,96
C1000- 14E	1,08	2,06	2,41	2,58	C4500- 14E	1,10	2,82	3,41	3,59
C1000- 16E	1,15	2,13	2,82	3,01	C4500- 16E	1,17	2,89	3,96	4,15
C1000- 18E	1,23	2,20	3,33	3,55	C4500- 18E	1,26	2,94	4,66	4,89
C1000- 20E	1,30	2,26	3,82	4,07	C4500- 20E	1,33	2,99	5,30	5,56
C1000- 22E	1,39	2,32	4,47	4,76	C4500- 22E	1,43	3,03	6,20	6,50
C2000- 12E	1,00	2,30	2,30	2,44	C7000- 12E	1,35	2,84	5,18	5,45
C2000- 14E	1,08	2,37	2,76	2,93	C7000- 14E	1,53	2,87	6,73	7,08
C2000- 16E	1,15	2,43	3,22	3,41	C7000- 16E	1,69	2,91	8,32	8,75
C2000- 18E	1,24	2,48	3,82	4,04	C7000- 18E	1,88	2,93	10,35	10,89
C2000- 20E	1,31	2,54	4,36	4,61	C7000- 20E	2,04	2,96	12,32	12,96
C2000- 22E	1,39	2,59	5,01	5,30	C7000- 22E	2,22	2,98	14,68	15,44
C3000- 12E	1,00	2,51	2,51	2,66	C7000- 24E	2,38	3,00	17,01	17,89
C3000- 14E	1,09	2,58	3,06	3,23	C7000- 26E	2,56	3,02	19,79	20,82
C3000- 16E	1,16	2,64	3,56	3,75	C9000- 12E	1,35	3,02	5,50	5,77
C3000- 18E	1,25	2,69	4,21	4,44	C9000- 14E	1,53	3,06	7,15	7,50
C3000- 20E	1,32	2,75	4,79	5,05	C9000- 16E	1,69	3,09	8,83	9,26
C3000- 22E	1,41	2,79	5,55	5,85	C9000- 18E	1,88	3,11	10,99	11,53
					C9000- 20E	2,04	3,14	13,07	13,71
					C9000- 22E	2,22	3,16	15,56	16,32
					C9000- 24E	2,38	3,18	18,04	18,92
					C9000- 26E	2,56	3,20	20,97	22,00

## Apoyos de perfiles metálicos según documento NI 52.10.01. Cimentaciones en roca con pernos.



### Cimentaciones en roca con pernos para apoyos de perfiles metálicos

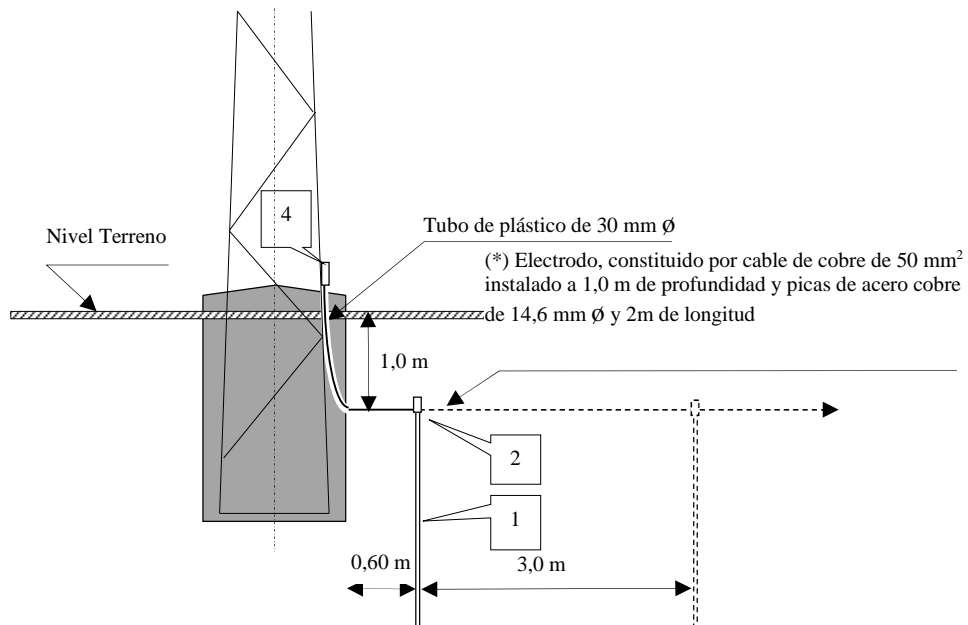
APOYO Designación i-DE	CIMENTACION				PERNOS				
	a Ø m	h máximo m	Vol. excav m <sup>3</sup>	Vol. horm. m <sup>3</sup>	Disposi- ción	L mínimo m	d mínimo cm	M mm	r mínimo mm
C1000- 12P	1,21	0,40	0,59	1,08	1	1,69	6	30	250
C1000- 14P	1,29	0,40	0,67	1,24	1	1,71	6	30	250
C1000- 16P	1,37	0,40	0,75	1,40	1	1,74	6	30	250
C1000- 18P	1,45	0,40	0,84	1,57	1	1,77	6	30	250
C1000- 20P	1,53	0,40	0,94	1,76	1	1,79	6	30	250
C2000- 12P	1,21	0,40	0,59	1,08	3	1,83	5	24	250
C2000- 14P	1,29	0,40	0,67	1,24	3	1,87	5	24	250
C2000- 16P	1,37	0,40	0,75	1,40	3	1,89	5	24	250
C2000- 18P	1,45	0,40	0,84	1,57	3	1,92	5	24	250
C2000- 20P	1,53	0,40	0,94	1,76	3	1,94	5	24	250

Continúa

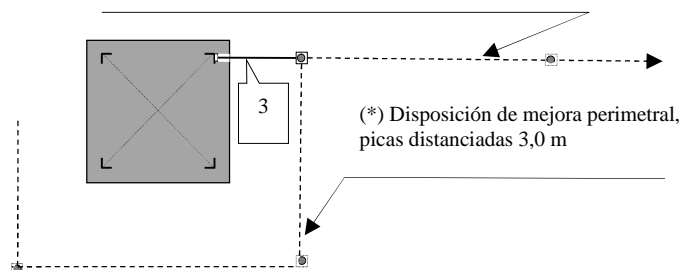


**Cimentaciones en roca con pernos para apoyos de perfiles metálicos  
(continuación y final)**

APOYO Designación i-DE	CIMENTACION				PERNOS				
	a ∩ m	h máximo m	Vol. excav m <sup>3</sup>	Vol. horm. m <sup>3</sup>	Disposi- ción	L mínimo m	d mínimo cm	M mm	r mínimo mm
C3000- 12P	1,21	0,40	0,59	1,08	3	2,04	6	30	250
C3000- 14P	1,29	0,40	0,67	1,24	3	2,07	6	30	250
C3000- 16P	1,37	0,40	0,75	1,40	3	2,10	6	30	250
C3000- 18P	1,45	0,40	0,84	1,57	3	2,12	6	30	250
C3000- 20P	1,53	0,40	0,94	1,76	3	2,15	6	30	250
C4500- 12P	1,21	0,40	0,59	1,08	3	2,19	6	30	250
C4500- 14P	1,29	0,40	0,67	1,24	3	2,23	6	30	250
C4500- 16P	1,37	0,40	0,75	1,40	3	2,32	7	36	250
C4500- 18P	1,45	0,40	0,84	1,57	3	2,35	7	36	250
C4500- 20P	1,53	0,40	0,94	1,76	3	2,37	7	36	250
C7000- 12P	1,51	0,40	0,91	1,71	3	2,34	7	36	250
C7000- 14P	1,61	0,40	1,04	1,95	3	2,37	7	36	250
C7000- 16P	1,71	0,40	1,17	2,21	3	2,41	7	36	250
C7000- 18P	1,81	0,40	1,31	2,49	4	2,43	7	36	250
C7000- 20P	1,91	0,40	1,46	2,79	4	2,45	7	36	250
C7000- 22P	2,01	0,40	1,62	3,10	4	2,47	7	36	250
C7000- 24P	2,11	0,40	1,78	3,43	4	2,49	7	36	250
C9000- 12P	1,51	0,40	0,91	1,71	4	2,46	7	36	250
C9000- 14P	1,61	0,40	1,04	1,95	4	2,49	7	36	250
C9000- 16P	1,71	0,40	1,17	2,21	4	2,52	7	36	250
C9000- 18P	1,81	0,40	1,31	2,49	4	2,55	7	36	250
C9000- 20P	1,91	0,40	1,46	2,79	4	2,57	7	36	250
C9000- 22P	2,01	0,40	1,62	3,10	5	2,59	7	36	250
C9000- 24P	2,11	0,40	1,78	3,43	5	2,61	7	36	250

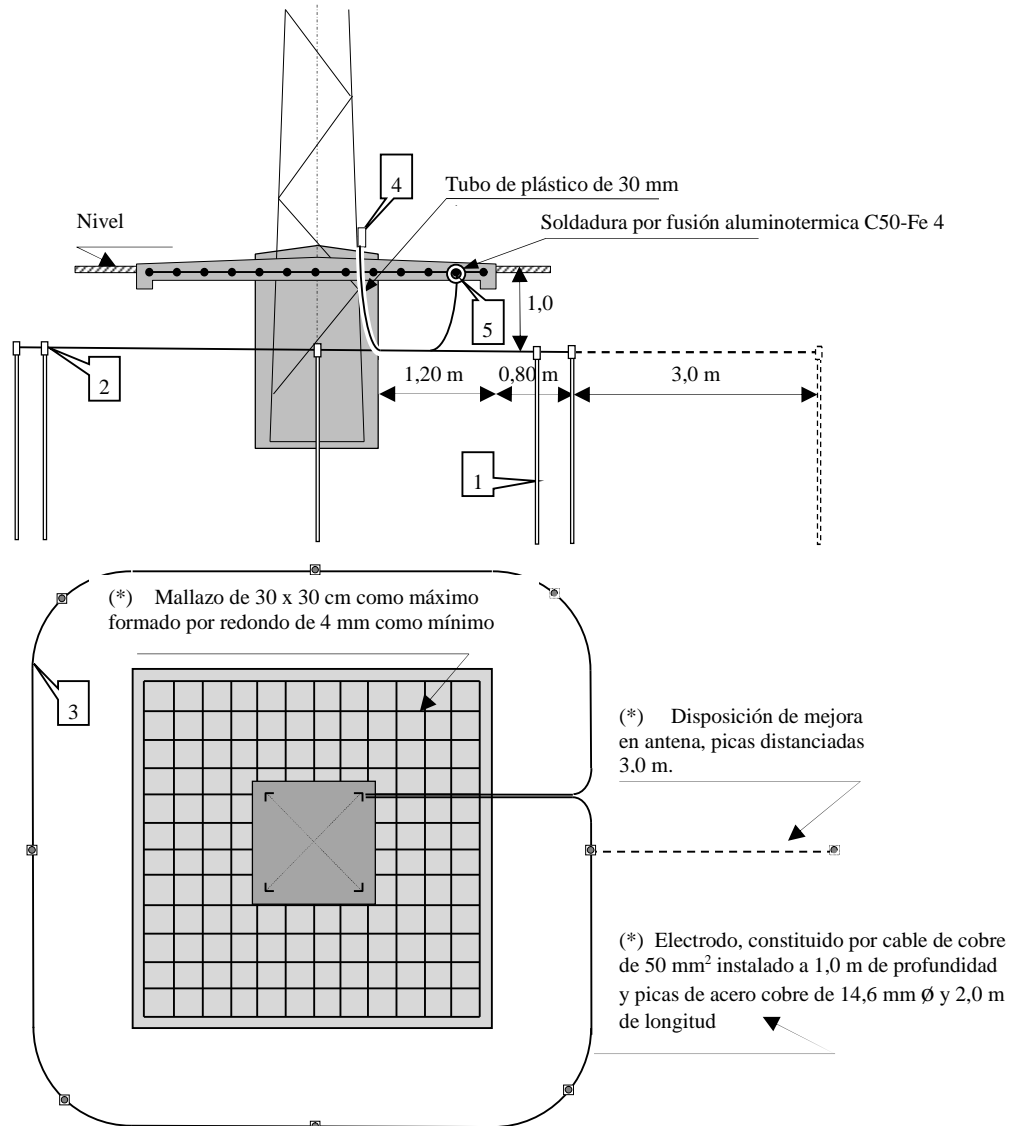
**PUESTA A TIERRA EN APOYOS. CIMENTACIÓN MONOBLOQUE EN TIERRA****Zona no frecuentada (N)**

(\*) Disposición de mejora en antena, picas distanciadas 3,0 m



(\*) Ver MT 2.22.05

Marca	Designación	Denominación	Código	Documento
1	PL 14-1500	Pica cilíndrica acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 2 m de longitud	50 26 164	NI 50.26.01
2	GC-P14,6/C50	Grapa de conexión para pica cilíndrica y cable de Cu	58 26 631	NI 58.26.03
3	C 50	Cable de cobre de 50 mm <sup>2</sup>	54 10 050	NI 54 10 01
4	GCS/C16	Grapa de conexión sencilla para cable de Cu	58 26 024	NI 58.26.04

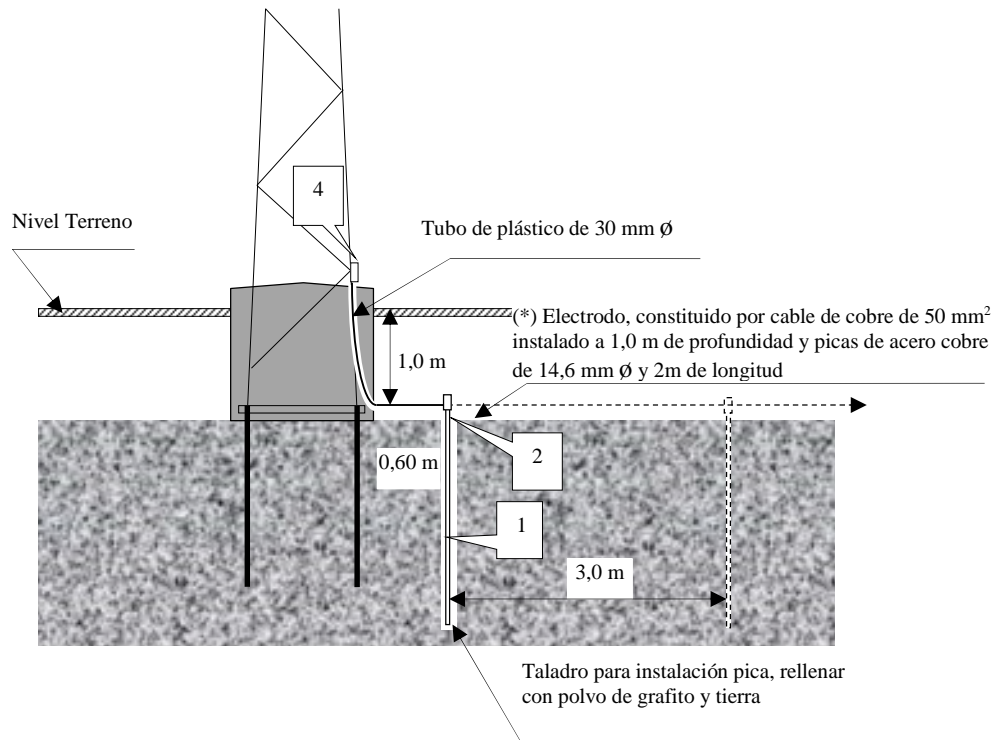
**PUESTA A TIERRA EN APOYOS. CIMENTACIÓN MONOBLOQUE EN TIERRA****Zona frecuentada (F) de pública concurrencia (PC) y apoyos de maniobra (AM)**

(\*) Ver MT 2.22.05

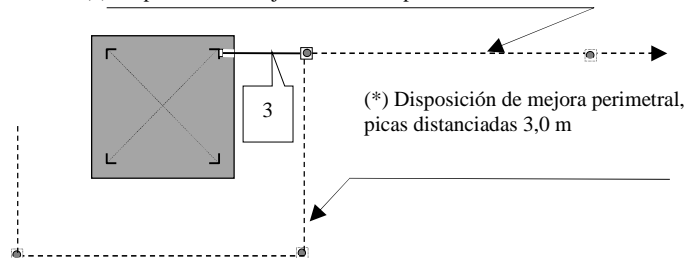
Nota: El conductor de puesta a tierra visible, bajará grapado al apoyo, será de aluminio acero y de una sección no inferior a 100 mm<sup>2</sup>, al objeto evitar los robos que se producen con conductores de cobre.

Marca	Designación	Denominación	Código	Documento
1	PL 14-1500	Pica cilíndrica acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 2 m de longitud	50 26 164	NI 50.26.01
2	GC-P14,6/C50	Grapa de conexión para pica cilíndrica y cable Cu	58 26 631	NI 58.26.03
3	C 50	Cable de cobre de 50 mm <sup>2</sup>	54 10 050	NI 54.10.01
4	GCP/C16	Grapa de conexión paralela para cable de Cu	58 26 035	NI 58.26.04
5	S/n	Soldadura por fusión aluminotérmica C 50 con redondo de tetracero de 4 mm de Ø.		
6	DCP 50c/50c	Conector por cuña a presión para conductor de cobre de 50/50 mm <sup>2</sup>	58 21 510	NI 58.21.01

**PUESTA A TIERRA EN APOYOS. CIMENTACIÓN MONOBLOQUE MIXTA Y EN ROCA**  
**Zona no frecuentada (N)**



(\*) Disposición de mejora en antena, picas distanciadas 3,0 m

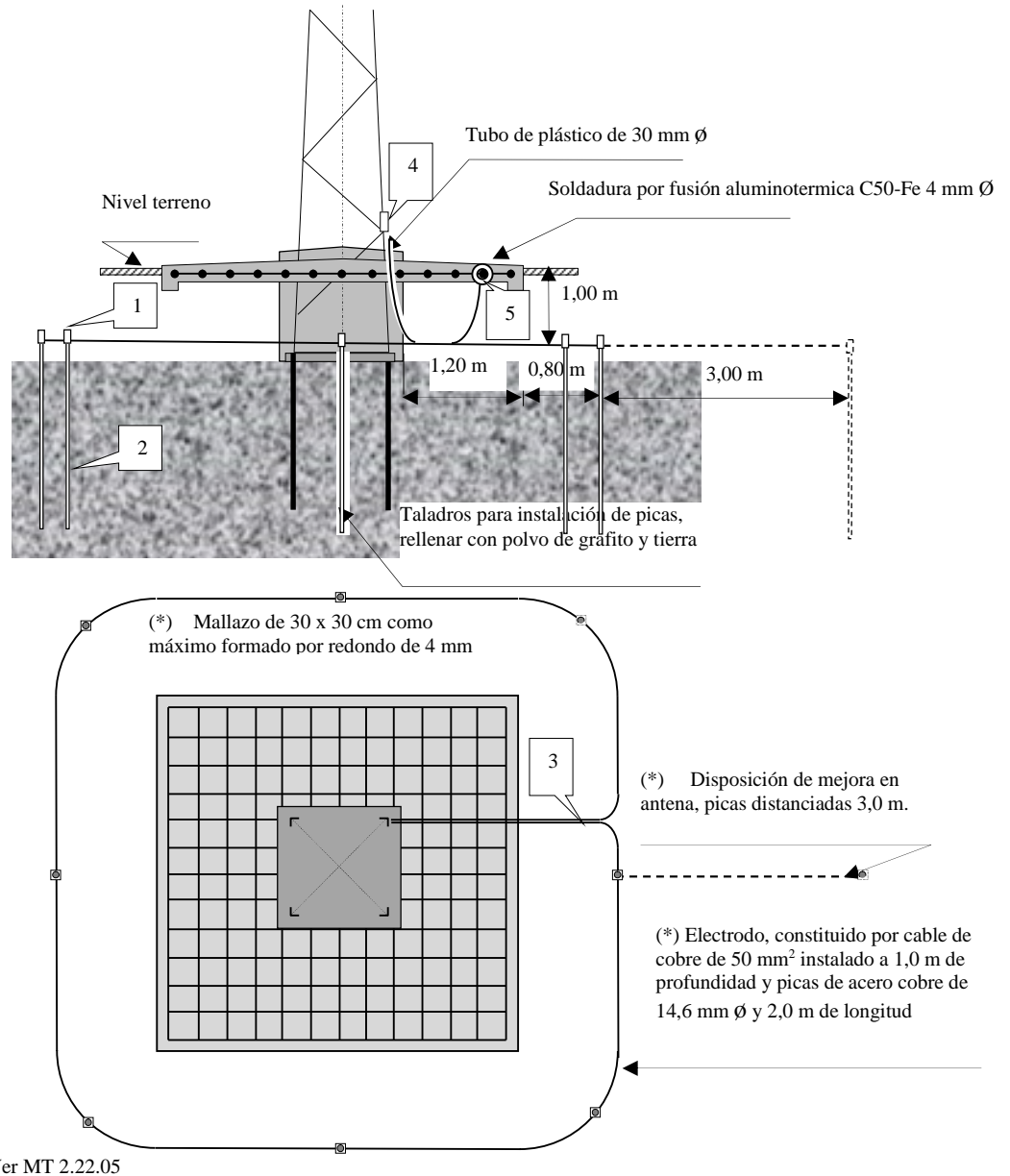


(\*) Ver MT 2.22.05

Marca	Designación	Denominación	Código	Documento
1	PL 14-1500	Pica cilíndrica acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 2 m de longitud	50 26 164	NI 50.26.01
2	GC-P14,6/C50	Grapa de conexión para pica cilíndrica y cable de Cu	58 26 631	NI 58.26.03
3	C 50	Cable de cobre de 50 mm <sup>2</sup>	54 10 050	NI 54.10.01
4	GCS/C16	Grapa de conexión sencilla para cable de Cu	58 26 024	NI 58.26.04

## PUESTA A TIERRA EN APOYOS. CIMENTACIÓN MONOBLOQUE MIXTA Y EN ROCA

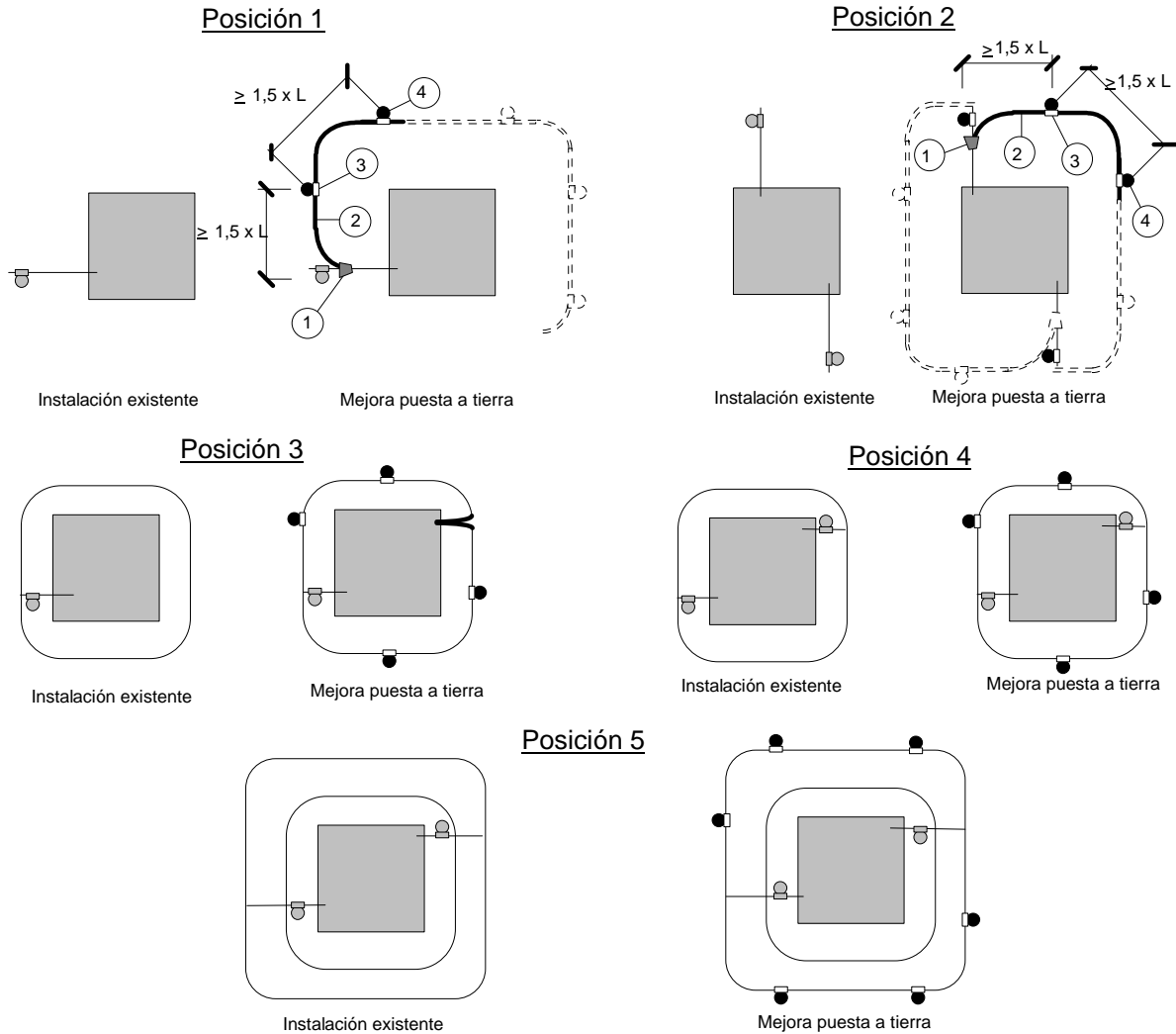
## Zona frecuentada (F) y apoyos de maniobra



Nota: En caso de llevar conductor de puesta a tierra visible, bajará grapado al apoyo, será de aluminio acero y de una sección no inferior a 100 mm<sup>2</sup>, al objeto evitar los robos que se producen con conductores de cobre, sustituyéndose la grapa de la marca 4 por una doble paralela bimetalica.

Marca	Designación	Denominación	Código	Documento
1	PL 14-1500	Pica cilíndrica acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 2 m de longitud	50 26 164	NI 50.26.01
2	GC-P14,6/C50	Grapa de conexión para pica cilíndrica y cable Cu	58 26 631	NI.58.26.03
3	C 50	Cable de cobre de 50 mm <sup>2</sup>	54 10 050	NI 54.10.01
4	GCP/C16	Grapa de conexión paralela para cable de Cu	58 26 035	NI 58.26.04
5	S/n	Soldadura por fusión aluminotérmica C 50 con redondo de tetracero de 4 mm de Ø.		
6	DCP 50c/50c	Conector por cuña a presión para conductor de cobre de 50/50 mm <sup>2</sup>	58 21 510	NI 58.21.01

**MEJORA DE LAS PUESTAS A TIERRA**



Materiales			Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5
Designación	Código	Documento	Cantidades				
PL 14-1500	50 26 164	NI 50.26.01	2 Und.	2 Und.	4 Und.	4 Und.	6 Und.
GC-P14,6/C50	58 26 631	NI 58 26 03	2 Und.	2 Und.	4 Und.	4 Und.	6 Und.
C 50	54 10 050	NI 54 10 01	6 m	6 m	4 m		
GCP/C16	58 26 035	NI 58 26 04			1 Und.		
DCP 50C/50C	58 21 510	NI 58.28.01	1	1	2		

**PROTOCOLO DE LAS PUESTAS A TIERRA**

Por cada línea o tramo de esta, se cumplimentará la hoja de toma de datos para la verificación de los sistemas de puesta a tierra en apoyos no frecuentados indicado en la tabla 1 del presente anexo.

Del mismo modo se cumplimentará la hoja de toma de datos para la verificación de los sistemas de puesta a tierra en apoyos frecuentados indicada en la tabla 2 del presente anexo.

Las hojas de toma de datos para la verificación de los sistemas de puesta a tierra, tanto en apoyos no frecuentados como en apoyos frecuentados, serán documentos que se deberán registrar junto con el proyecto de la instalación

El electrodo a emplear para su utilización en el caso de líneas aéreas con apoyos no frecuentados, tal como especifica el apartado 7.3.4.3 de la ITC LAT-07 del RLAT, proporcionará un valor de la resistencia de puesta a tierra lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra. Dicho valor será, como máximo, de 75 Ω.

De igual manera para los apoyos frecuentados, el valor de la resistencia de puesta a tierra será, como máximo, de 30 Ω.

En las tablas 3 y 4 los tipos de configuración utilizados para las puestas a tierra.

TABLA 1: Hoja de toma de datos para la verificación de los sistemas de puesta a tierra en apoyos no frecuentados

Identificación de la línea: .....					
APOYO Nº	Tipo de configuración conforme a la tabla 3	Tensión nominal de la red Un (kV)	Resistencia máxima de puesta a tierra Rmáx (Ω)	Valor obtenido de la resistencia Rm (Ω)	Rm < Rmáx SI ---- CUMPLE NO ----- NO CUMPLE
		30	75		





TABLA 3: APOYOS NO FRECUENTADOS

TENSION	RESISTENCIA DE P.a.t.	RESISTIVIDAD TERRENO ( $\Omega.m$ )	Tipo de configuración
30 kV	75 $\Omega$	200	CPT-LA-F+2P2
		300	CPT-LA-F+2P2
		400	CPT-LA-F+3P2
		500	CPT-LA-F+3P2
		600	CPT-LA-F+4P2
		700	CPT-LA-F+4P2
		800	CPT-LA-F+5P2
		900	CPT-LA-F+5P2
		1.000	CPT-LA-F+6P2

Nota: El electrodo a utilizar deberá tener un valor de la resistencia igual o menor 75  $\Omega$ , con el fin de garantizar la actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra. Esto se podrá conseguir enterrando un electrodo a 1 metro de profundidad, compuesto de conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> al que se le unirán picas, de 2 metros, hincadas a 3 metros de distancia entre ellas (disposición en hilera ó perimetral alrededor de la cimentación)

TABLA 4: APOYOS FRECUENTADOS CON CALZADO

TENSION = 30 kV, I.t = 2200 , I <sub>ccmáx</sub> = 9 kA, R <sub>t</sub> ≤ 30 $\Omega$		
Dimensiones de la cimentación (m)	Resistividad del terreno ( $\Omega.m$ )	Tipo de configuración
1 x 1	200	CPT-LA-1A-5+8P2
	300	CPT-LA-1A-5+8P2
	400	CPT-LA-1A-5+8P2
	500	CPT-LA-1A-5+8P2+F+2P2
	600	CPT-LA-1A-5+8P2+F+4P2
	700	CPT-LA-1A-5+8P2+F+6P2
	800	CPT-LA-1A-5+8P2+F+8P2
	900	CPT-LA-1A-5+8P2+F+10P2
	1.000	CPT-LA-1A-5+8P2+F+12P2
2 x 2	200	CPT-LA-1A-6+8P2
	300	CPT-LA-1A-6+8P2
	400	CPT-LA-1A-6+8P2
	500	CPT-LA-1A-6+8P2+F+1P2
	600	CPT-LA-1A-6+8P2+F+3P2
	700	CPT-LA-1A-6+8P2+F+5P2
	800	CPT-LA-1A-6+8P2+F+7P2
	900	CPT-LA-1A-6+8P2+F+9P2
	1.000	CPT-LA-1A-6+8P2+F+11P2
3 x 3	200	CPT-LA-1A-7+8P2
	300	CPT-LA-1A-7+8P2
	400	CPT-LA-1A-7+8P2
	500	CPT-LA-1A-7+8P2
	600	CPT-LA-1A-7+8P2+F+2P2
	700	CPT-LA-1A-7+8P2+F+4P2
	800	CPT-LA-1A-7+8P2+F+7P2
	900	CPT-LA-1A-7+8P2+F+8P2
	1.000	CPT-LA-1A-7+8P2+F+10P2

## **Anexo F - Determinación de la intensidad máxima en el conductor por transferencia de calor**

### **Índice**

	<u>Página</u>
1 EQUILIBRIO TÉRMICO.....	187
2 POTENCIA CALORÍFICA GENERADA POR EFECTO JOULE.....	187
3 POTENCIA CALORÍFICA GENERADA POR EFECTO DE LA RADIACIÓN SOLAR...	188
4 POTENCIA CALORÍFICA EVACUADA POR CONVECCIÓN.....	188
5 POTENCIA CALORÍFICA EVACUADA POR RADIACIÓN.....	189
6 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD ADMISIBLE POR EL CONDUCTOR.....	189

## 1 EQUILIBRIO TÉRMICO

El equilibrio térmico en el conductor se alcanza cuando el calor generado por unidad de tiempo es igual al calor evacuado.

$$P_{gen} = P_{eva}$$

Las principales fuentes de calor generado se deben al calor producido por efecto joule,  $P_J$ , y al calor debido a la radiación solar,  $P_S$ , despreciándose el calor generado por el efecto corona, sobre todo en el caso de líneas de media tensión.

$$P_{gen} = P_J + P_S$$

Las principales fuentes de calor evacuado se deben al calor evacuado por convección,  $P_C$ , y al calor evacuado por radiación,  $P_R$ , despreciándose la aportación del calor evacuado por evaporación.

$$P_{eva} = P_C + P_R$$

En el equilibrio térmico, en régimen permanente, se cumple:

$$P_J + P_S = P_C + P_R$$

## 2 POTENCIA CALORÍFICA GENERADA POR EFECTO JOULE

La potencia generada por efecto Joule en el conductor se puede calcular como:

$$P_J = I^2 \cdot R'_{dc} \cdot [1 + \alpha \cdot (\theta - 20)]$$

Donde:

$I$  corriente que circula por el conductor.

$R'_{dc}$  resistencia en corriente continua por unidad de longitud del conductor.

$\alpha$  variación de la resistencia con la temperatura.

$\theta$  temperatura media del conductor.

En el caso de corriente alterna es necesario tener en cuenta el efecto del campo magnético sobre el conductor, provocando un aumento de resistencia debido al efecto pelicular, por tanto la expresión de  $P_J$ , quedaría:

$$P_J = I^2 \cdot R'_\theta \cdot [1 + \alpha \cdot (\theta - 20)]$$

donde:

$R'_o$  resistencia en corriente alterna (considerando efecto pelicular) por unidad de longitud del conductor.

### 3 POTENCIA CALORÍFICA GENERADA POR EFECTO DE LA RADIACIÓN SOLAR

La potencia debida a la radiación solar,  $P_S$ , se puede expresar mediante:

$$P_S = \alpha_s \cdot \Psi \cdot D_{ext}$$

siendo,

$\alpha_s$  coeficiente de absorción de la superficie del conductor, que en la mayoría de los casos vale 0,5.

$\Psi$  radiación solar en la zona donde está emplazado el conductor ( $\text{W/m}^2$ ).

$D_{ext}$  diámetro exterior del conductor (m).

### 4 POTENCIA CALORÍFICA EVACUADA CONVECCIÓN

La ecuación que describe la convección es la siguiente:

$$P_C = \pi \cdot \lambda_f \cdot (\theta - \theta_{amb}) \cdot Nu$$

donde

$\lambda_f$  conductividad térmica del aire en función de la temperatura.

$$\lambda_f = 2,42 \cdot 10^{-2} + 7,2 \cdot 10^{-5} \cdot \theta_f$$

$$\theta_f = \frac{\theta + \theta_{amb}}{2}$$

$\theta$  temperatura media del conductor.

$\theta_{amb}$  temperatura ambiente.

$Nu$  número de Nusselt que depende del tipo de convección a aplicar, sea convección forzada o convección natural.

## 5 POTENCIA CALORÍFICA EVACUADA POR RADIACIÓN

La ecuación que describe la potencia calorífica evacuada por unidad de longitud debida a radiación es la siguiente:

$$P_R = \pi \cdot D_{ext} \cdot \xi \cdot \sigma_B \cdot [(\theta + 273)^4 - (\theta_{amb} + 273)^4]$$

donde:

$D_{ext}$  diámetro exterior del conductor (m).

$\sigma_B$  constante de Stefan-Boltzman

$\xi$  coeficiente de emisividad del conductor, con un valor representativo de 0,5.

$\theta_{amb}$  temperatura ambiente

$\theta$  temperatura media del conductor.

## 6 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD ADMISIBLE POR EL CONDUCTOR

De la ecuación de equilibrio térmico se tiene:

$$P_J + P_S = P_C + P_R$$

Despejando  $P_J$ , queda:

$$P_J = P_C + P_R - P_S$$

Sustituyendo el valor de  $P_J$ :

$$I^2 \cdot R'_\theta \cdot [1 + \alpha \cdot (\theta - 20)] = P_C + P_R - P_S$$

De donde:

$$I = \sqrt{\frac{P_C + P_R - P_S}{R'_\theta \cdot [1 + \alpha \cdot (\theta - 20)]}}$$

Para la obtención de los valores de la intensidad admisible por el conductor, indicados en el apartado 6.1.1., para los distintos emplazamientos, se han utilizado las expresiones anteriormente indicadas.

Las diferentes variables que intervienen en dichas expresiones toman los valores indicados en la tabla siguiente.

Emplazamiento	Intensidad máxima admisible en verano I Máx (A)	Intensidad máxima admisible en invierno I Máx (A)
País Vasco y Cantabria	515,5 A	583,4
Comunidad Valenciana, Castilla y León, Navarra y Rioja	482,6 A	557,4
Castilla -La Mancha, Extremadura, Madrid y Murcia	466,7 A	570,3

Variable	Significado	Valor	
$\alpha$	Coefficiente de variación de la resistencia con la temperatura ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ).	0,004032	
$\theta$	Temperatura máxima del conductor ( $^{\circ}\text{C}$ ).	85	
$\theta_{amb}$	Temperatura ambiente ( $^{\circ}\text{C}$ ).	Verano	Invierno
		25 (Álava) 31 (Alicante) 34 (Toledo)	9 (Álava) 15 (Alicante) 11 (Toledo)
$R_{\theta}' \cdot [1 + \alpha \cdot (\theta - 20)]$	Resistencia en corriente alterna, por unidad de longitud del conductor, a la temperatura, $\theta_{m\acute{a}x}$ , ( $\Omega/\text{km}$ ).	0,2477	
$\alpha_s$	Coefficiente de absorción de la superficie del conductor.	0,5	
$\Psi$	Radiación solar en la zona donde está emplazado el conductor ( $\text{W}/\text{m}^2$ ).	Verano	Invierno
		311 (Álava) 496 (Alicante) 548 (Toledo)	152 (Álava) 264 (Alicante) 341 (Toledo)
Dext	Diámetro exterior del conductor (mm).	13,8	
Nu	Número de Nusselt.	Verano	Invierno
		10,40 (Álava) 10,33 (Alicante) 10,29 (Toledo)	10,61 (Álava) 10,53 (Alicante) 10,58 (Toledo)
$\sigma_B$	Constante de Stefan-Boltzman. $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}^4)$	$5,67 \cdot 10^{-8}$	
$\xi$	Coefficiente de emisividad del conductor.	0,5	