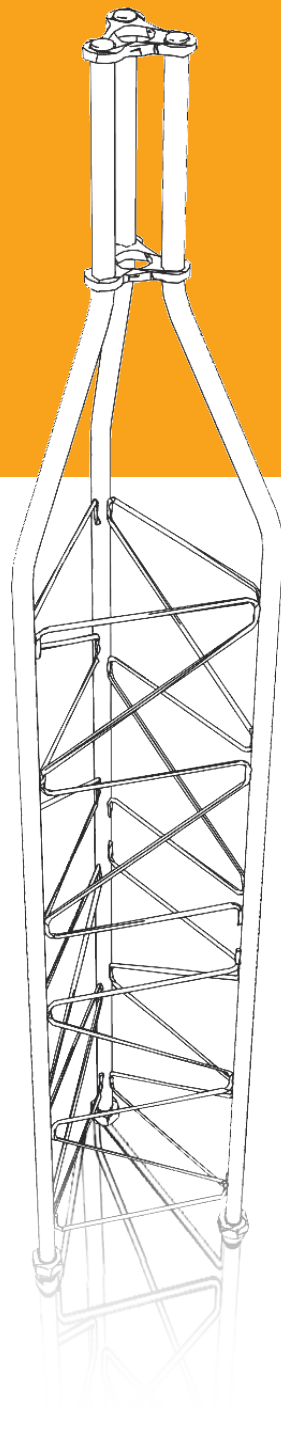


# Televes®



**M450**

**ES TORRE ARRIOSTRADA**

**EN GUY-WIRE TOWER**

**Instrucciones de montaje  
Assembling instructions**





## IMPORTANTE

***Las instalaciones de torretas deberán ser calculadas y ejecutadas sólo por profesionales especializados y bajo su propia responsabilidad. Las instrucciones de montaje que se dan en este documento son a título indicativo y los datos facilitados no comprometen en ningún caso la responsabilidad de TELEVÉS, S.A.U. en su condición de fabricante, que responde exclusivamente, conforme a las previsiones normativas que regulan la responsabilidad civil del fabricante de los daños y perjuicios que pudieran derivarse de los defectos de diseño y/o de fabricación de los productos, tanto en relación con el comprador/ adquirente, como en relación con terceros.***

***Es preciso realizar un proyecto de instalación de la torre para cada emplazamiento concreto, en el que deberán reconsiderarse tanto las solicitudes particulares como el recálculo de la cimentación de acuerdo con el estudio geotécnico correspondiente.***

***Las torres deben ser montadas por personal competente, con específica cualificación profesional y con habilidades en escalada, utilizando todos los medios de protección obligatorios para salvaguardar la seguridad en trabajos verticales.***

## 1. Emplazamiento

El cálculo se ha realizado para un emplazamiento genérico en situación expuesta con una velocidad de viento básico de 160 Km/h y considerando manguito de hielo 1 cm con una velocidad de viento de 75 Km/h. Asimismo se ha considerado una resistencia admisible del terreno de 1,5 Kg/cm<sup>2</sup> (terreno normal compacto).

### Definiciones:

**Velocidad básica de viento:** Es la velocidad correspondiente al promedio de velocidades instantáneas (picos de ráfagas) medidas sobre intervalos T= 3s. en exposición abierta (exposición C) a la altura de la referencia Z.= 10m que tiene una probabilidad de ser excedida una vez en 50 años.

**Exposición C:** Es el terreno abierto con obstáculos diseminados cuya altura es generalmente menor de 9,1m . Esta categoría incluye planicies, praderas y todas las superficies acuáticas en regiones propensas a los huracanes.

## 2. Normativa aplicada

La Normativa que ha servido de base para el cálculo ha sido la siguiente:

- Norma NBE-EA-95 (Acero)
- Norma EHE-98 (Hormigón)
- Norma TIA/EIA<sup>(1)</sup>-222-G.
- Norma NBE-MV-101

## 3. Solución adoptada

Se han considerado tubos estructurales de acero estándar ST37-2, varillas de acero estándar S275JR y chapa de acero F626 (S 235). Se ha optado por el dimensionamiento uniforme de todos los tramos de la torre a fin de facilitar su fabricación y montaje en obra.

## 4. Definición estructural de la torre

La torre es de base triangular y está formada por elementos estándar de 3,0 mts. cada uno. Tanto el tramo inferior como los siguientes son reforzados para garantizar la integridad del montaje.

Cada elemento se compone de:

- 3 tubos montantes verticales.
- Barras de arriostamiento horizontal e inclinado de acero.

La sección horizontal de la torre define un triángulo equilátero de 45 cms. de lado a ejes de montantes.

Los planos horizontales de arriostamiento están a 40 cms.

El apoyo del tramo inferior de la torre se proyecta articulado (ver apdo. 12.- Documentación Técnica).

La torre está arriostada con ordenes de vientos a 120° (ver fig. 2).

## 5. Acabados

\* Zincado + Bicromatado + Lacado al horno con poliester.

\*\* Galvanizado en caliente + Lacado al horno con poliester.

## 6. Montaje de la torre

### Montaje de la torreta tramo a tramo.

Consiste en fijar a la base el tramo inferior y colocarlo en posición vertical nivelándolo. Posteriormente se van montando los tramos intermedios sucesivos, que estarán equipados con los vientos correspondientes; el montaje se realiza escalando los tramos ya colocados e izando posteriormente el tramo que se va a colocar, ayudándose de utillaje de elevación adecuado.

La escalada deberá realizarse con los medios de seguridad adecuados (cinturón de seguridad, anclajes, etc.) y no se dejarán más de dos tramos seguidos sin arriostar, cuando coincidan dos tramos sin vientos, se utilizarán vientos auxiliares para el arriostamiento de los tramos durante el montaje.

La torreta se irá nivelando mediante el ajuste de la tensión de los vientos y la utilización de aparatos de nivelación convenientes.

## 7.- Descripción de referencias

Referencia	3134* / 313401**
Descripción	Base basculante torreta M450.
Material	1) Acero F626 (S 235) chapa 12 mm esp. Re min. 235 N/mm <sup>2</sup> - Rn min. 340 N/mm <sup>2</sup> 2) Acero F-212
Peso	15,4Kg

Referencia	3130* / 313001**
Descripción	Tramo inferior <b>reforzado</b> torreta M450. Color rojo.
Material	(1) Acero ST37-2Ø 40 x 3 mm esp. Re min. 235 N/mm <sup>2</sup> - Rn. 360/510 N/mm <sup>2</sup> (2) Acero S 275JR Ø 12 mm Re min. 275 N/mm <sup>2</sup> - Rn. 410/560 N/mm <sup>2</sup> (3) Acero F626 (S 235) chapa 12 mm esp. Re min. 235 N/mm <sup>2</sup> - Rn. 340 N/mm <sup>2</sup>
Peso	43,5 Kg
Superf. enfrentada al viento	0,495 m <sup>2</sup> x 1,2 coef. = 0,594 m <sup>2</sup>
<b>REFORZADO</b>	

<sup>(1)</sup> TIA = Telecommunications Industry Association  
EIA = Electronic Industrials Association

Referencia	3132* / 313202**	313201* / 313203**
Descripción	Tramo intermedio reforzado torre M450. Color rojo.	Tramo intermedio reforzado torre M450. Color blanco.
Material	(1) Acero ST37-2 Ø 40 x 3 mm esp. Re min. 235 N/mm <sup>2</sup> - Rn. 360/510 N/mm <sup>2</sup> (2) Acero S 275JR Ø 12 mm Re min. 275 N/mm <sup>2</sup> - Rn. 410/560 N/mm <sup>2</sup>	
Peso	40,8 Kg	
Superficie enfrentada al viento	0,517 m <sup>2</sup> x 1,2 coef. = 0,621 m <sup>2</sup>	
<b>REFORZADO</b>		

Referencia	3131* / 313102**	313101* / 313103**
Descripción	Tramo intermedio torre M450. Color rojo.	Tramo intermedio torre M450. Color blanco.
Material	(1) Acero ST37-2 Ø 38 x 2.6 mm esp. Re min. 235 N/mm <sup>2</sup> - Rn. 360/510 N/mm <sup>2</sup> (2) Acero S 275JR Ø 10 mm Re min. 275 N/mm <sup>2</sup> - Rn. 410/560 N/mm <sup>2</sup>	
Peso	37,5 Kg.	
Superf. enfrentada al viento	0,473 m <sup>2</sup> x 1,2 coef. = 0,568 m <sup>2</sup>	

Referencia	3133* / 313301**
Descripción	Tramo superior torre M450. Color rojo.
Material	(1) Acero ST37-2 Ø 38 x 2.6 mm esp. Re min. 235 N/mm <sup>2</sup> - Rn. 360/510 N/mm <sup>2</sup> (2) Acero S 275JR Ø 10 mm Re min. 275 N/mm <sup>2</sup> - Rn. 410/560 N/mm <sup>2</sup> (3) Acero F626 (S 235) chapa 15 mm esp. Re min. 235 N/mm <sup>2</sup> - Rn. 340 N/mm <sup>2</sup>
Peso	34,5 Kg.
Superf. enfrentada al viento	0,432 m <sup>2</sup> x 1,2 coef. = 0,518 m <sup>2</sup>

Referencia	3144* / 314401**
Descripción	Argolla vientos torre M450.
Material	Acero corrugado B 400 SD UNE 36065, Ø 20 mm esp.
Peso	5 Kg

ES

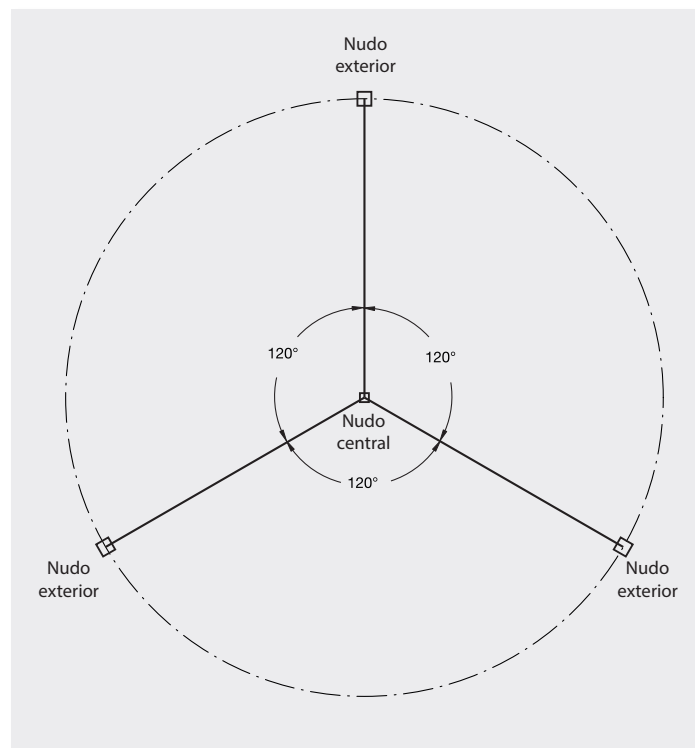
## 8. Cimentaciones

Las cimentaciones (que tienen un carácter orientativo) se han estimado para una resistencia admisible del terreno de 1,5 Kg/cm<sup>2</sup>, aunque podrían aceptarse terrenos con resistencia admisible de 1Kg/cm<sup>2</sup>.

El hormigón a emplear tendrá una resistencia característica mínima de 15 N/mm<sup>2</sup>. (HA-25) y el nivel de control estimado es el reducido.

Cada zapata llevará un armado superior y otro inferior.

**En función del emplazamiento concreto, estudio geotécnico y nivel de control, deberán reconsiderarse los cálculos.**



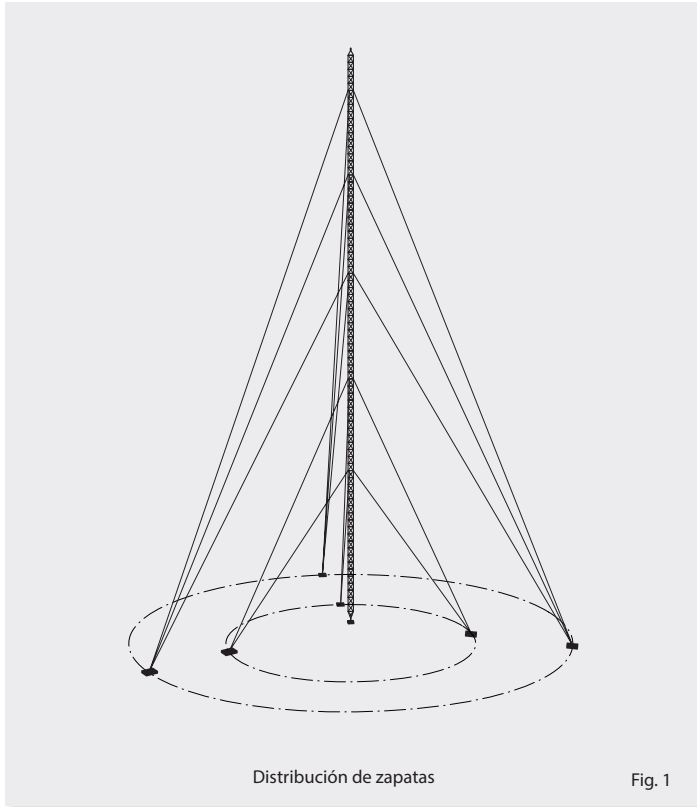
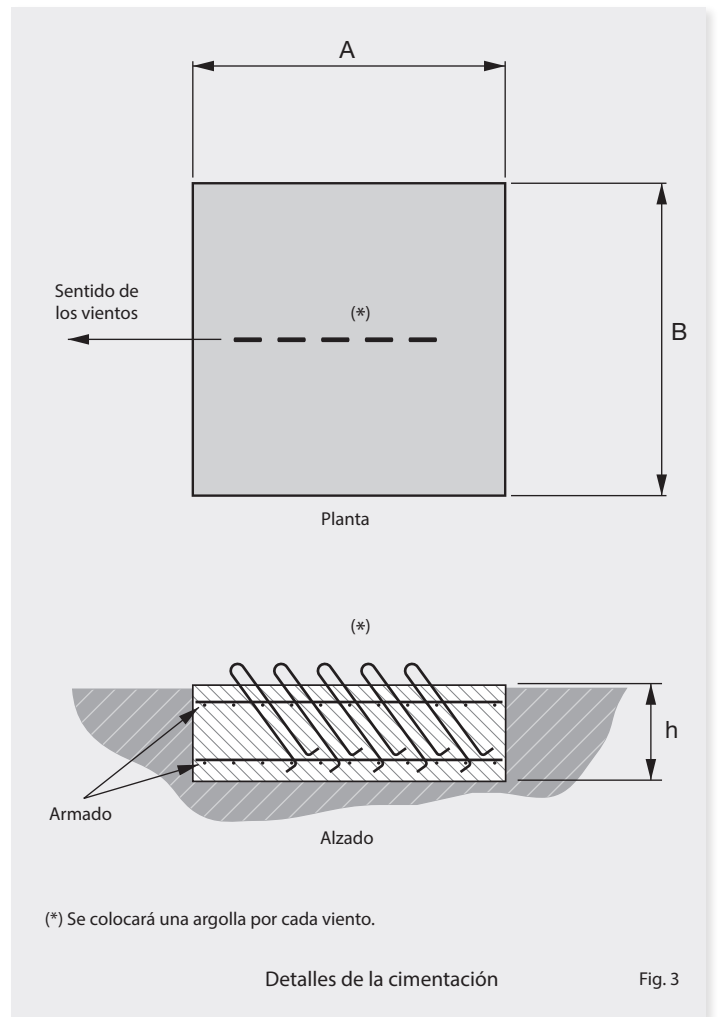
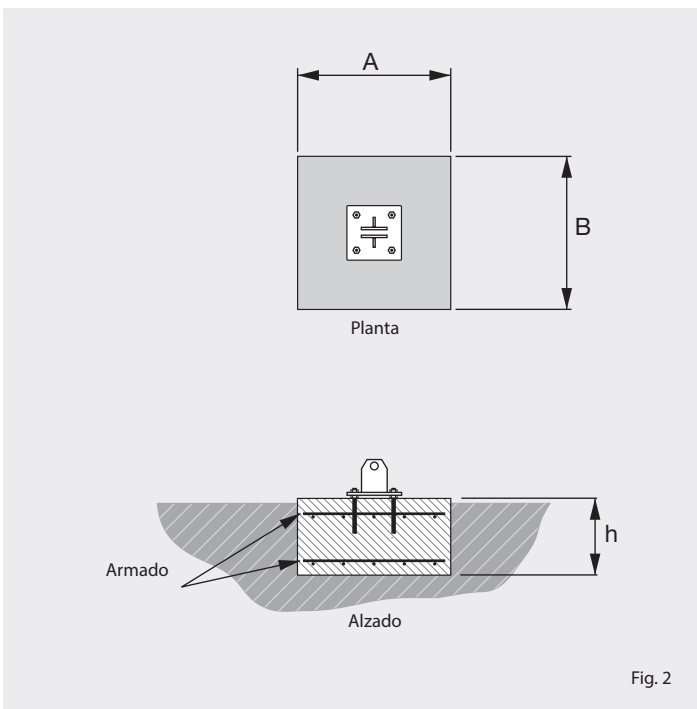


Ilustración a modo de ejemplo.  
Cada instalación será objeto de un estudio personalizado.

**Cimentación zapatas vientos (Nudo exterior)**



**Cimentación zapata base torreta (Nudo central)**

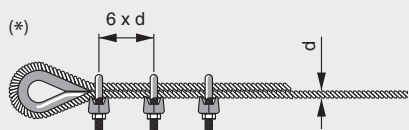


CUADRO DE ZAPATAS (orientativo)

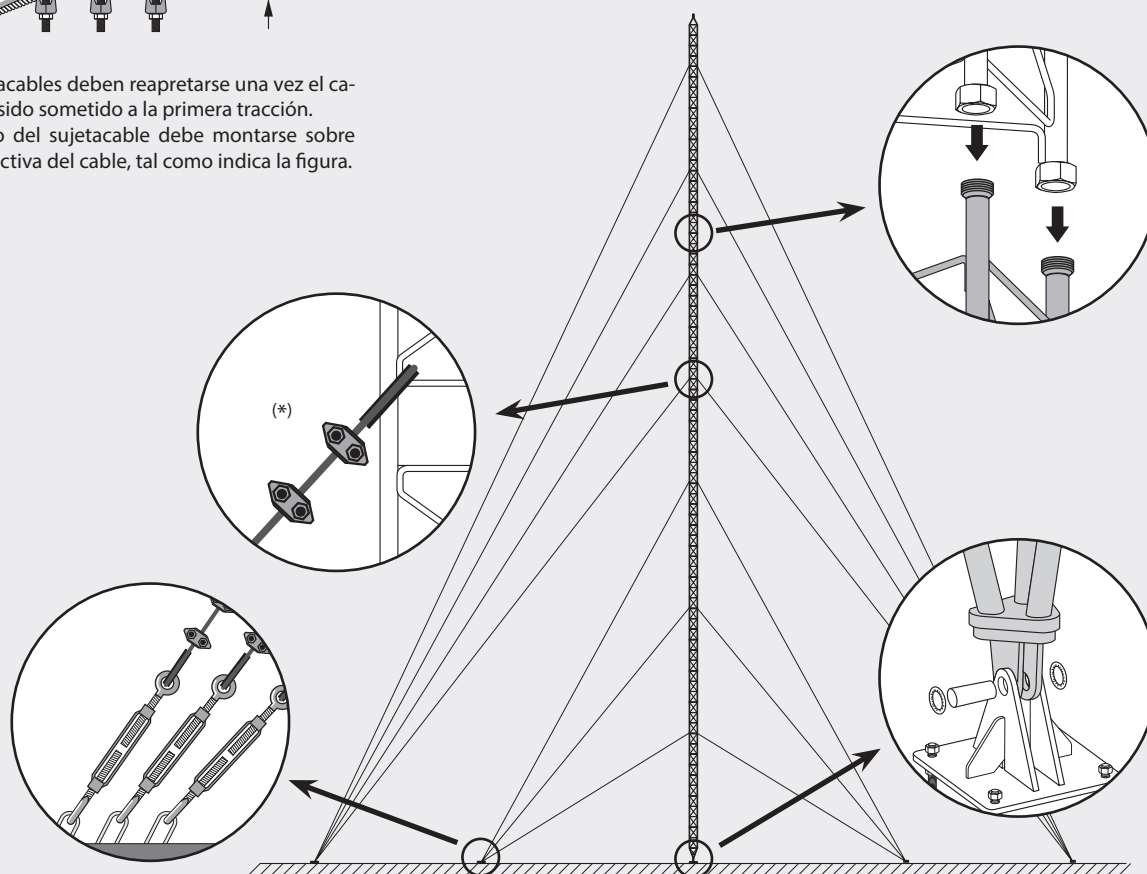
Height (m)	Zapata base (Nudo central)			Zapata vientos (Nudo exterior)			Armado (Superior # Inferior)
	"A" (cm)	"B" (cm)	"h" (cm)	"A" (cm)	"B" (cm)	"h" (cm)	
81	100	100	67	240	240	160	5 Ø16 c/20 # 11 Ø16 c/20
78	100	100	67	230	230	153	5 Ø16 c/20 # 11 Ø16 c/20
75	100	100	67	230	230	153	5 Ø16 c/20 # 11 Ø16 c/20
72	100	100	67	230	230	153	5 Ø16 c/20 # 11 Ø16 c/20
69	100	100	67	220	220	147	5 Ø16 c/20 # 10 Ø16 c/20
66	90	90	60	210	210	140	5 Ø16 c/20 # 10 Ø16 c/20
63	90	90	60	210	210	140	5 Ø16 c/20 # 10 Ø16 c/20
60	90	90 </td <td>60</td> <td>210</td> <td>210</td> <td>140</td> <td>5 Ø16 c/20 # 10 Ø16 c/20</td>	60	210	210	140	5 Ø16 c/20 # 10 Ø16 c/20
57	90	90	60	210	210	140	5 Ø16 c/20 # 10 Ø16 c/20

**Nota:** Las dimensiones son "A" y "B": Ancho, "h": Canto.

### 9. Estructura (tramos/vientos)



Los sujetacables deben reapretarse una vez el cable haya sido sometido a la primera tracción.  
El cuerpo del sujetacable debe montarse sobre la parte activa del cable, tal como indica la figura.

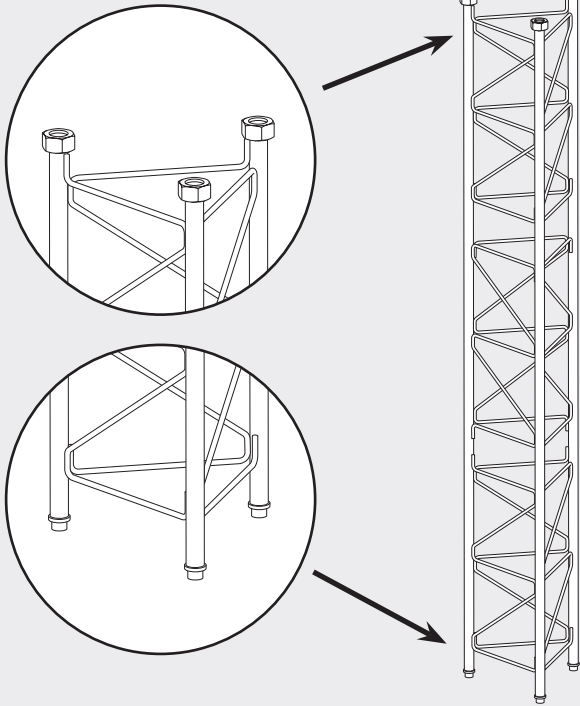


Detalles de ensamblaje de la torre y detalle orientativo del tensado de los vientos

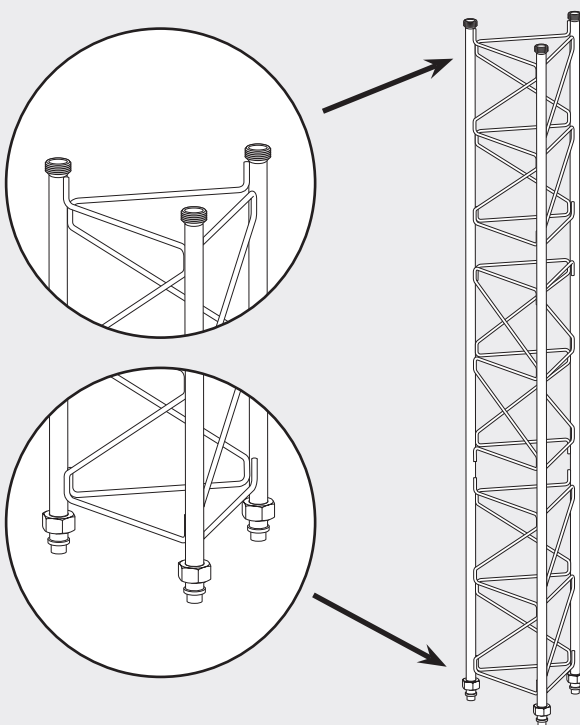
Fig. 4

- Para garantizar la conservación intacta de la rosca durante la manipulación de los tramos, éstos se suministran con la tuerca colocada en la misma.
- Una vez en su ubicación y antes de montar la torre, deberá proceder a la recolocación de las tuercas a su lugar correspondiente en el lado opuesto del tramo (ver fig. 5)

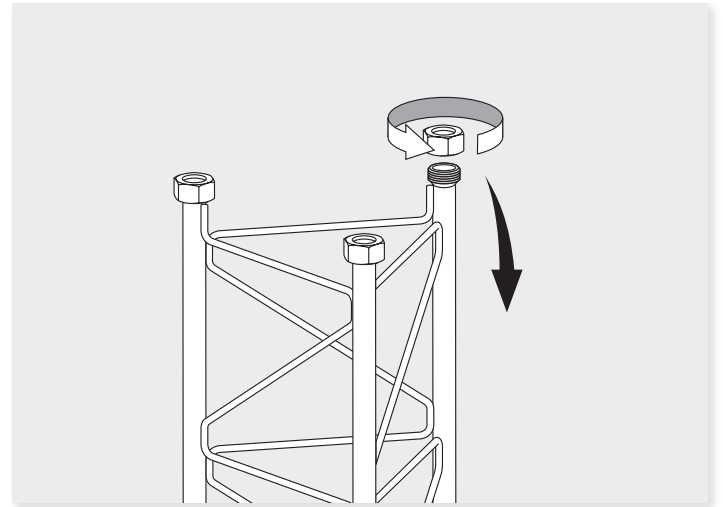
### Transporte



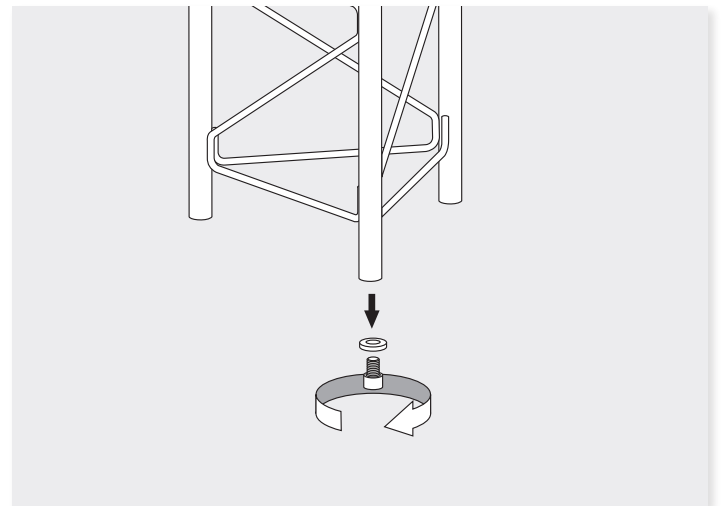
### Montaje



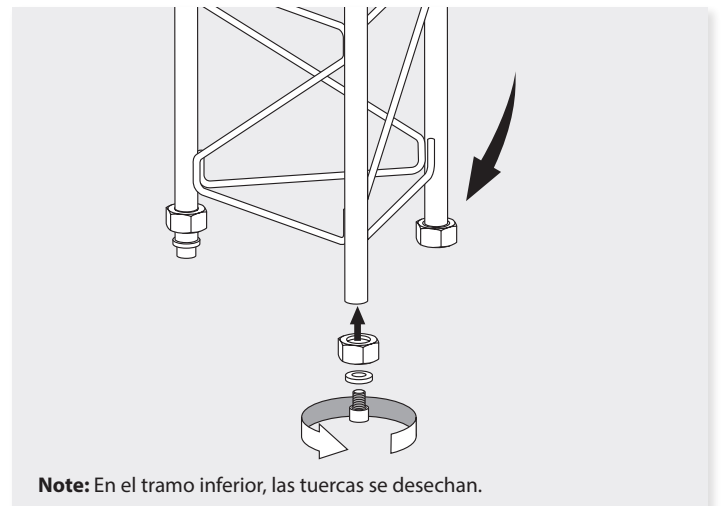
Retire las tuercas de su actual emplazamiento.



Retire los tornillos allen y las arandelas.



Coloque ahora la tuercas, las arandelas y los tornillos allen.  
Par máximo de apriete: 400 Nm.



**Note:** En el tramo inferior, las tuercas se desechan.

**Fig. 5.-** Detalles de colocación de las tuercas

## 10. Señalización

De acuerdo con las normas de la O.A.C.I. (Organización Internacional de Aviación Civil), los tramos deberán colocarse alternativamente en colores aeronáuticos blanco y rojo, siendo de este último color los extremos, con el fin de ser fácilmente distinguidos durante el día.

Los tramos pueden estar formados por más de un elemento seguido del mismo color, manteniendo siempre la misma proporción entre los colores (rojo/blanco - rojo, rojo/blanco, blanco - etc).

En torretas con altura superior a los 45m. deberá colocarse además un balizamiento nocturno, consistente en tres luces dobles cada 45m y en color rojo.

## 11. Recomendaciones importantes

A efectos de conservar las características de la torre en un emplazamiento dado, se exigirá un control periódico del tensado de los tirantes y chequeo de apriete de tornillos, se aconseja realizarlo entre el 1/Octubre y el 1/Enero de cada año (por ejemplo).

Se recomienda también la revisión de toda la estructura después de fuertes tormentas de viento o hielo u otras condiciones extremas.

Así mismo, se recomienda la revisión periódica de la estructura en zonas de alta concentración de salinidad (zonas costeras) y zonas con ambientes corrosivos.

Se desecharán tramos en los que se aprecie deformaciones producidas durante el transporte, montaje, desmontaje o vida útil de la torre.

Se procederá a revisiones anuales y reparaciones en su caso de todas las incidencias observadas.

- Desalineaciones y deformaciones.
- Revisión soldaduras.
- Revisión pintura.
- Revisión uniones de cables.
- Revisión cables.
- Tensión de los cables (medir\*).

\* La tensión de los cables medida, está sujeta a pequeñas variaciones en función del viento y la temperatura.  
No medir o ajustar los cables en condiciones de fuerte viento.

## 12. Medir tensiones de cables de vientos (Normativa)

Este apartado proporciona directrices para medir "in situ" la tensión de los cables de vientos. Existen dos métodos principales: el método directo y el indirecto.

### El método directo (ver figura 6)

Un dinamómetro (celda de carga) con un instrumento de ajuste de longitud, como un tensor que se adjunta al sistema de cables de vientos sujetándolo al cable justo por encima del torniquete y al anclaje por debajo del torniquete.

A continuación se tensa el tensor hasta que el torniquete original empieza a aflojarse. En este momento, el dinamómetro aguanta toda la carga del cable de vientos hasta el anclaje, y la tensión del cable de vientos se puede medir directamente en el dinamómetro.

Se puede utilizar este método para fijar la tensión adecuada ajustando el tensor hasta que se pueda leer la tensión adecuada en el dinamómetro. Los puntos de control están marcados, uno por encima del punto de sujeción en el cable de vientos y otro en el astil del anclaje, y de este modo se puede medir la longitud de control. A continuación se retiran el dinamómetro y el tensor, y el torniquete original se ajusta para mantener la longitud de control previamente medida.

## Los métodos indirectos

Existen dos técnicas habituales para medir de forma indirecta la tensión inicial de los cables de vientos: el método de **pulso o de oscilaciones** (vibraciones) y el método de la **intersección de la tangente o de combado** (geométrico).

### 1. El método de pulso (ver figuras 6 y 8)

Se aplica un fuerte tirón al cable de vientos cerca de su conexión con el anclaje causando una onda o pulso que viaje por el cable hacia arriba y hacia abajo. La primera vez que el pulso vuelve al extremo inferior del cable de vientos, se inicia un cronómetro. A continuación se anota el tiempo que tarda en volver el pulso varias veces y la tensión del cable de vientos se calcula con las siguientes ecuaciones:

$$T_M = \frac{WLN^2}{5.94P^2}$$

$$T_A = \sqrt{\left(T_M - \frac{WV}{2L}\right)^2 + \left(\frac{WH}{2L}\right)^2}$$

donde:

TA = Tensión del cable de vientos en el anclaje, en Newtons.

TM = Tensión del cable de vientos en la mitad del cable, en Newtons.

W = Peso total del cable de vientos, incluyendo aislamientos, etc., en Newtons.

L = Longitud del cable de vientos, en m.

$$L = \sqrt{H^2 + V^2}$$

H = Distancia horizontal desde la sujeción del cable de vientos en la torre y en el anclaje, en m.

V = Distancia vertical desde la sujeción del cable de vientos en la torre y en el anclaje, en m.

N = Número de pulsos u oscilaciones completos medidos en P segundos.

P = Periodo de tiempo medido en segundos, para N pulsos u oscilaciones.

En lugar de crear un pulso que viaje hacia arriba y hacia abajo del cable de vientos, se puede obtener el mismo resultado haciendo que el cable de vientos oscile libremente de lado a lado mientras se miden el tiempo en hacer **N** oscilaciones completas. Las fórmulas anteriores también se pueden utilizar con este método.

### 2. El método de la intersección de la tangente (ver figura 7)

Se traza una línea tangente al cable de vientos junto al extremo del anclaje que interseque la torre a una distancia (intersección de la tangente) por debajo del punto de sujeción del cable de vientos al mástil. Esta distancia de intersección de la tangente se mide o se estima, y la tensión se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$T_A = \frac{WC \sqrt{H^2 + (V-I)^2}}{HI}$$

donde:

C = Dist. desde la sujeción del cable a la torre hasta el centro de gravedad del peso **W**, en m.

I = Intersección de la tangente, en m.

Si el peso está distribuido uniformemente a lo largo del cable de vientos, **C** será aproximadamente igual a H/2. Si el peso no está distribuido de manera uniforme, el cable se puede subdividir en **n** segmentos y en este caso se utilizaría la siguiente ecuación:

$$T_A = \frac{S \sqrt{H^2 + (V-I)^2}}{HI}$$

Donde:

$$S = \sum_{i=1}^N W_i C_i$$

$W_i$  = Peso del segmento  $i$ , en Newtons.  
 $C_i$  = Distancia horizontal desde la sujeción del cable a la torre hasta el centro de gravedad del segmento, en m.  
 $N$  = Número de segmentos

Si es difícil de fijar el punto de intersección, se puede utilizar la pendiente del cable en el punto de anclaje con la siguiente ecuación:

$$T_A = \frac{WC \sqrt{1 + \tan^2 \alpha}}{(V - H \tan \alpha)}$$

Donde:  
 $\alpha$  = ángulo del cable en el punto de anclaje (ver figura 7)  
 $l = V - H \tan \alpha$

y

$$T_A = \frac{WC \sqrt{1 + \tan^2 \alpha}}{(V - H \tan \alpha)}$$

Se puede sustituir  $WC$  con  $S$ .

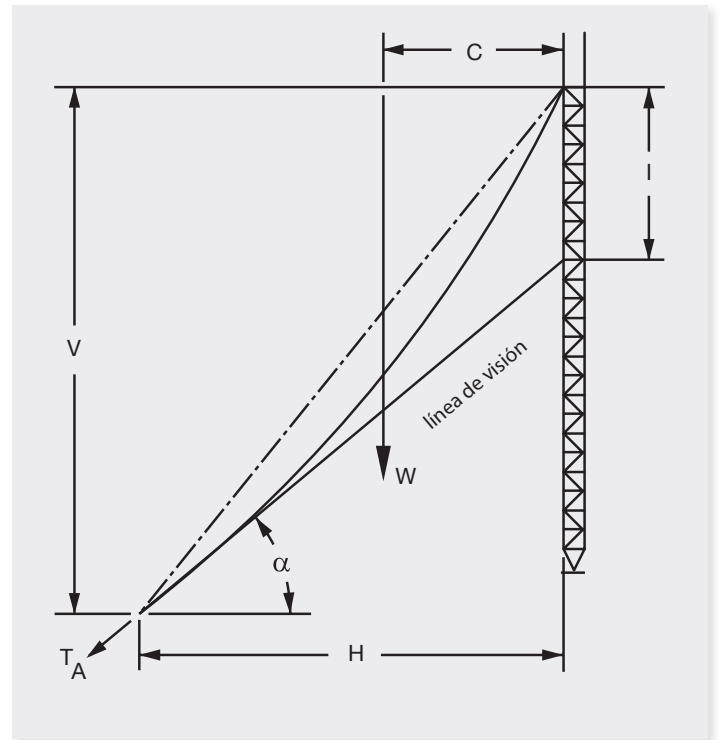


Fig. 7.- Método de la intersección de la tangente

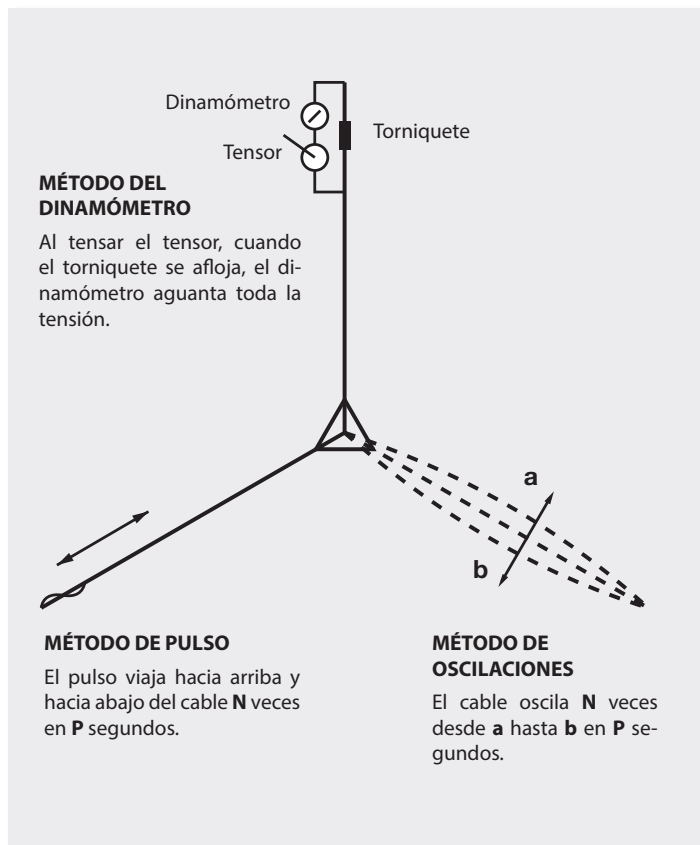


Fig. 6.- Método para medir la tensión inicial.

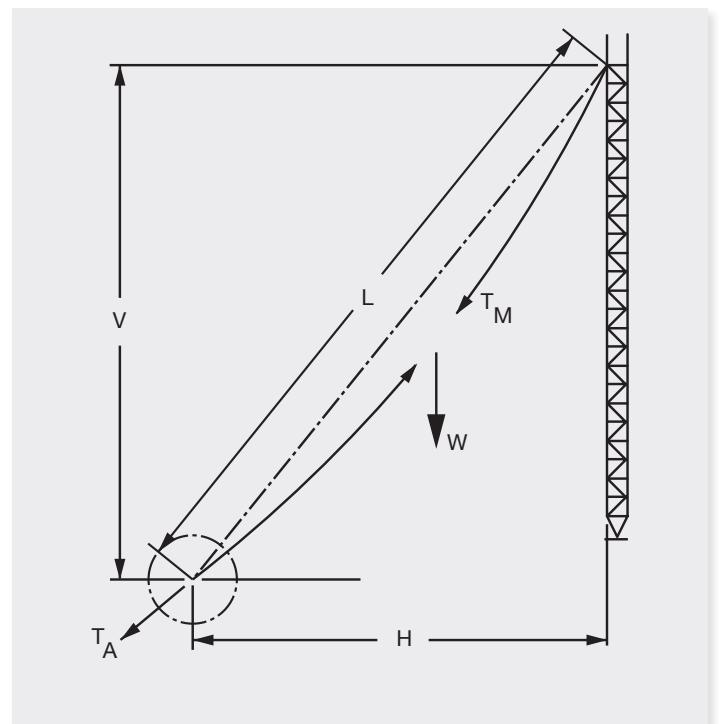


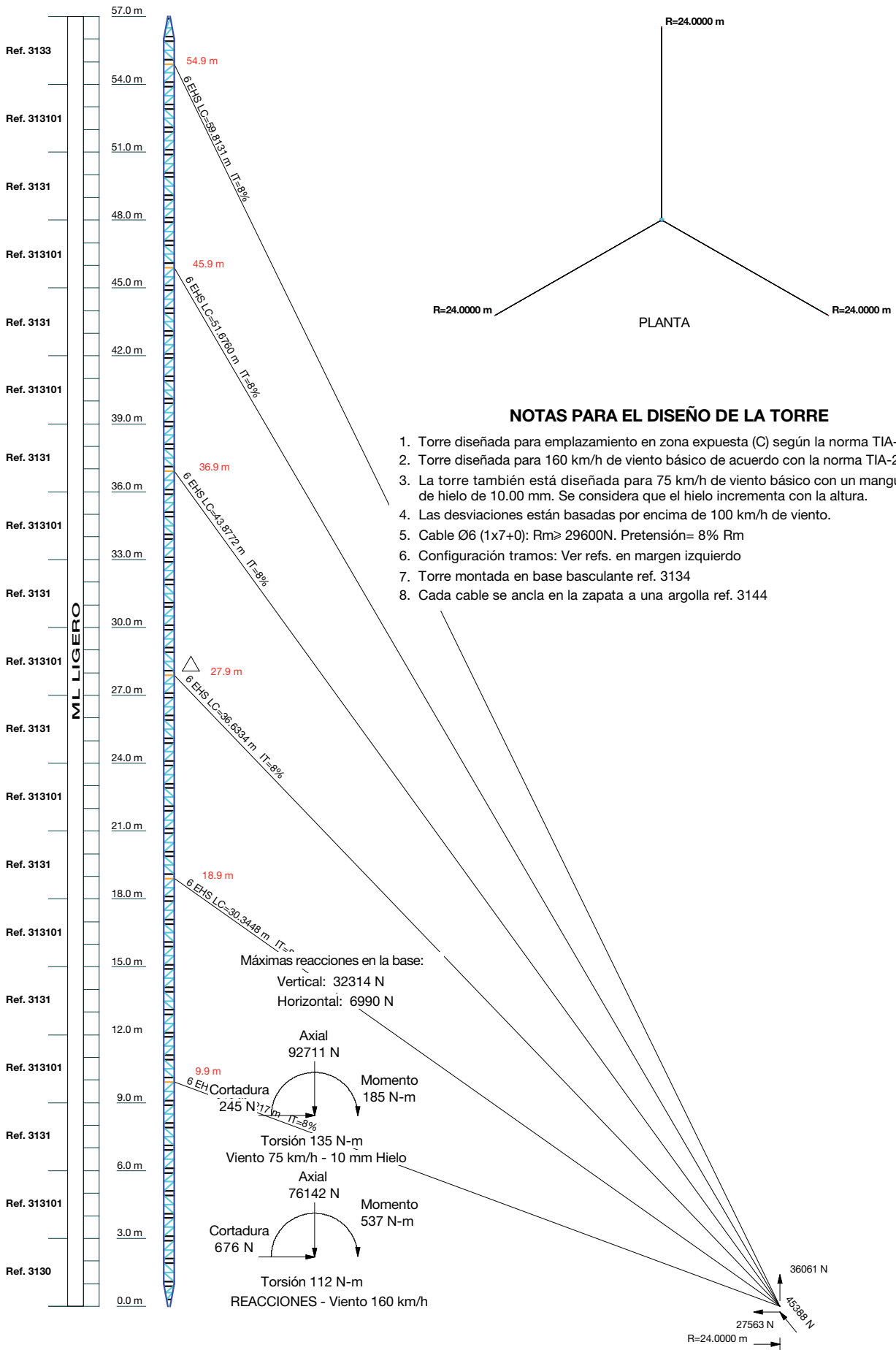
Fig. 8.- Relación entre tensión del cable de vientos en el punto de anclaje y a mitad del cable.

### 13. Documentación técnica

A continuación se muestran ejemplos de montaje de la torre a varias alturas, calculados con un software específico para el diseño de torres.

**Nota:** Para otras configuraciones de montaje (más o menos alturas, condiciones especiales, etc), solicite el ejemplo de montaje.

Ejemplo de diseño de una torre a 57m.



NOTAS PARA EL DISEÑO DE LA TORRE

1. Torre diseñada para emplazamiento en zona expuesta (C) según la norma TIA-222-G.
2. Torre diseñada para 160 km/h de viento básico de acuerdo con la norma TIA-222-G.
3. La torre también está diseñada para 75 km/h de viento básico con un manguito de hielo de 10.00 mm. Se considera que el hielo incrementa con la altura.
4. Las desviaciones están basadas por encima de 100 km/h de viento.
5. Cable Ø6 (1x7+0): Rm ≥ 29600N. Pretensión= 8% Rm
6. Configuración tramos: Ver refs. en margen izquierdo
7. Torre montada en base basculante ref. 3134
8. Cada cable se ancla en la zapata a una argolla ref. 3144

Ejemplo de comportamiento de la torre a 57m.

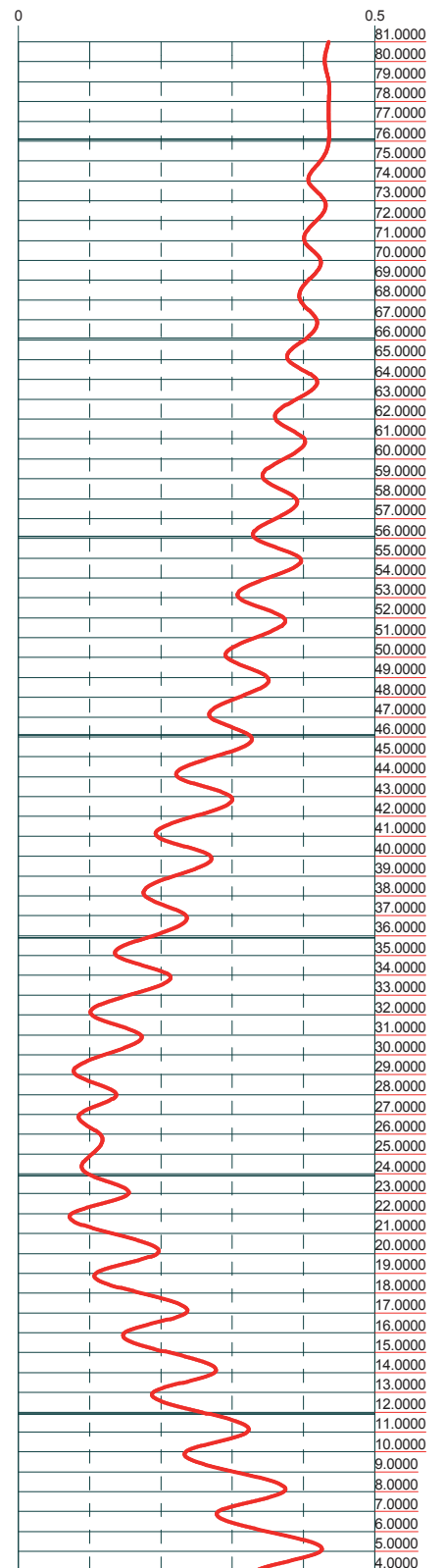
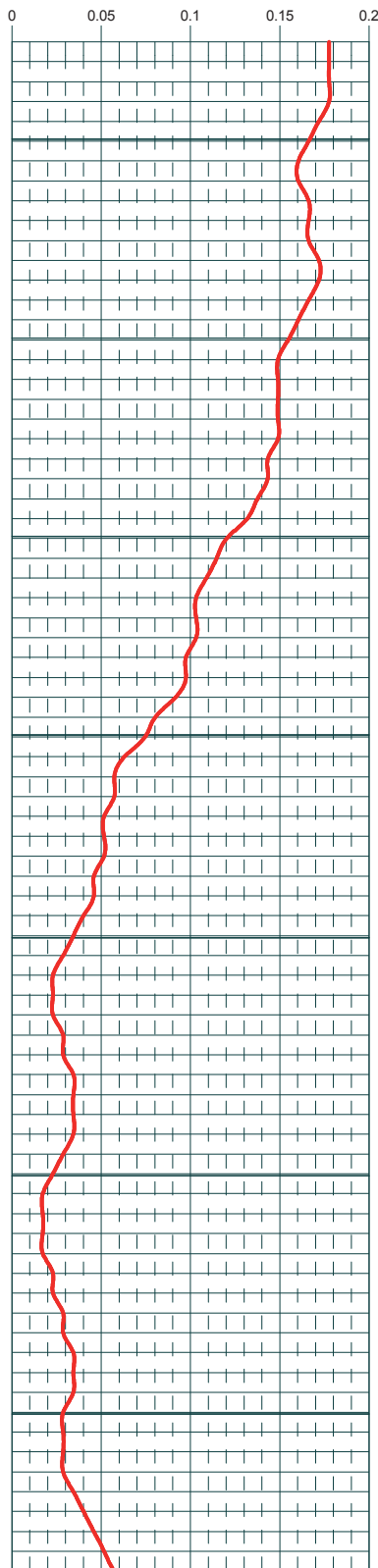
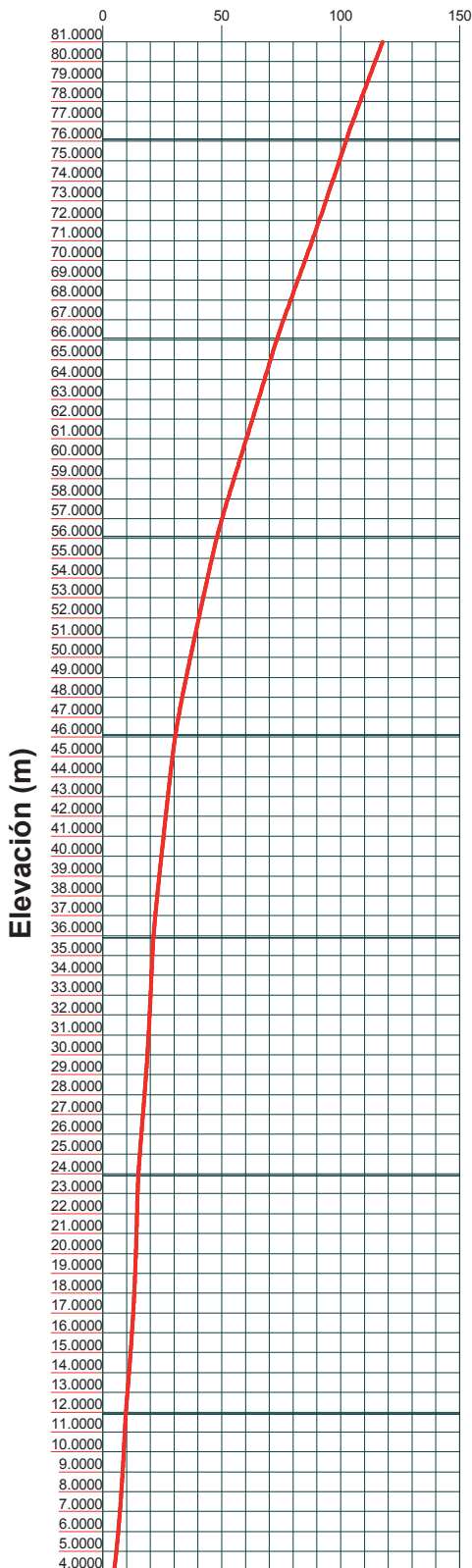
TIA-222-G - Servicio - 100 km/h

Valores máximos

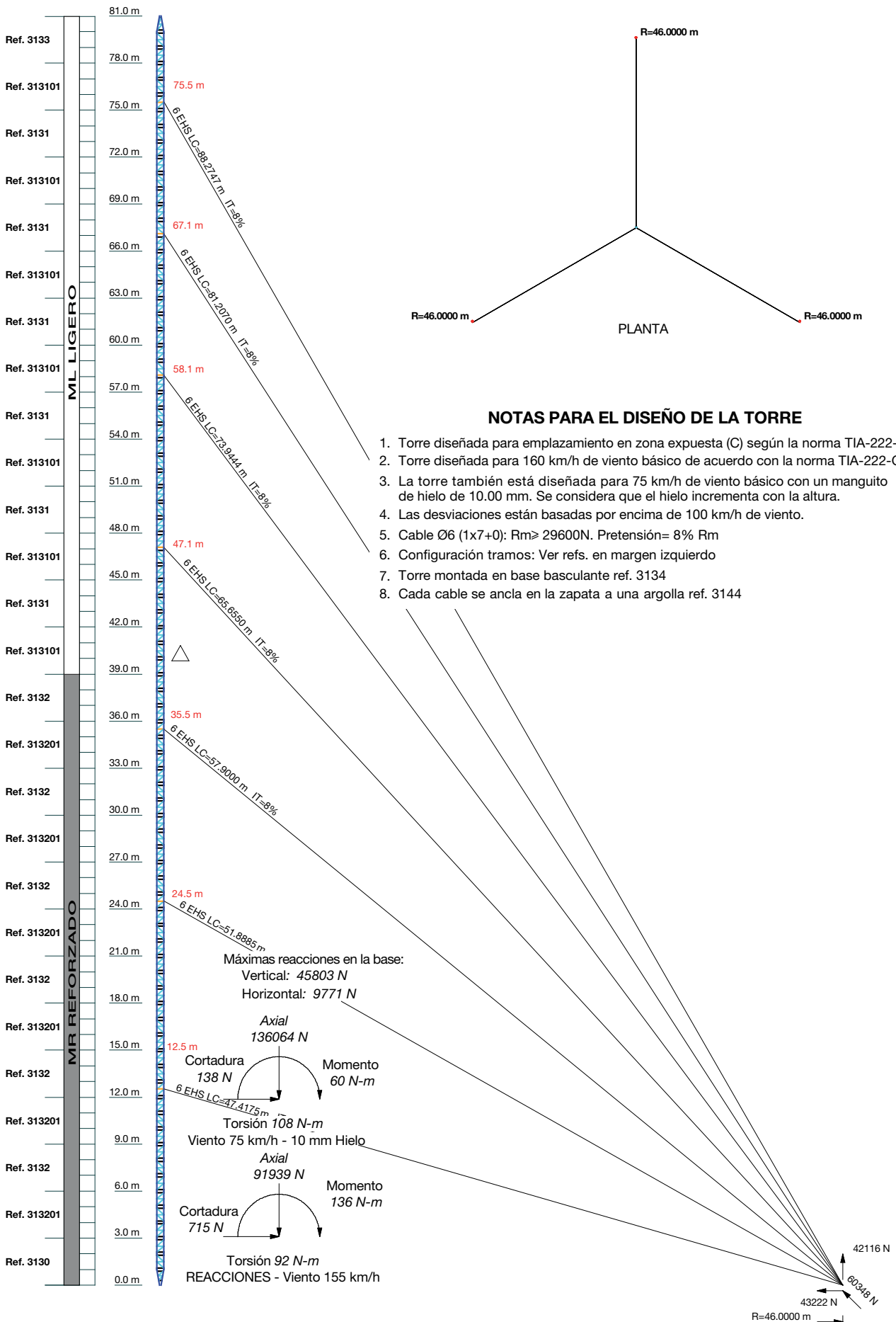
Desviación (mm)

Inclinación (g)

Torsión (g)



Ejemplo de diseño de una torre a 81 m.



Ejemplo de comportamiento de la torre a 81m.

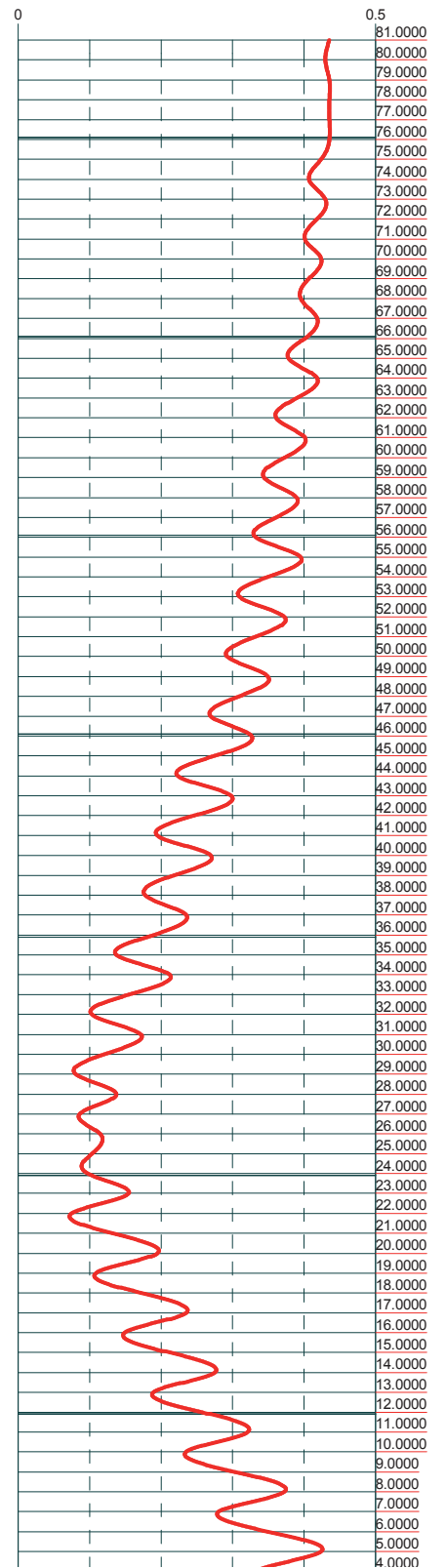
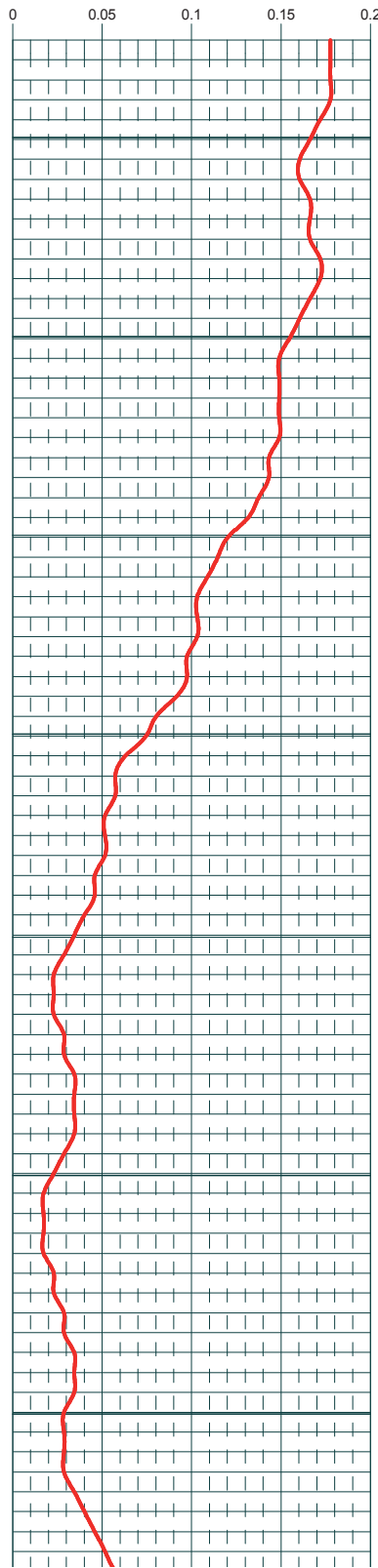
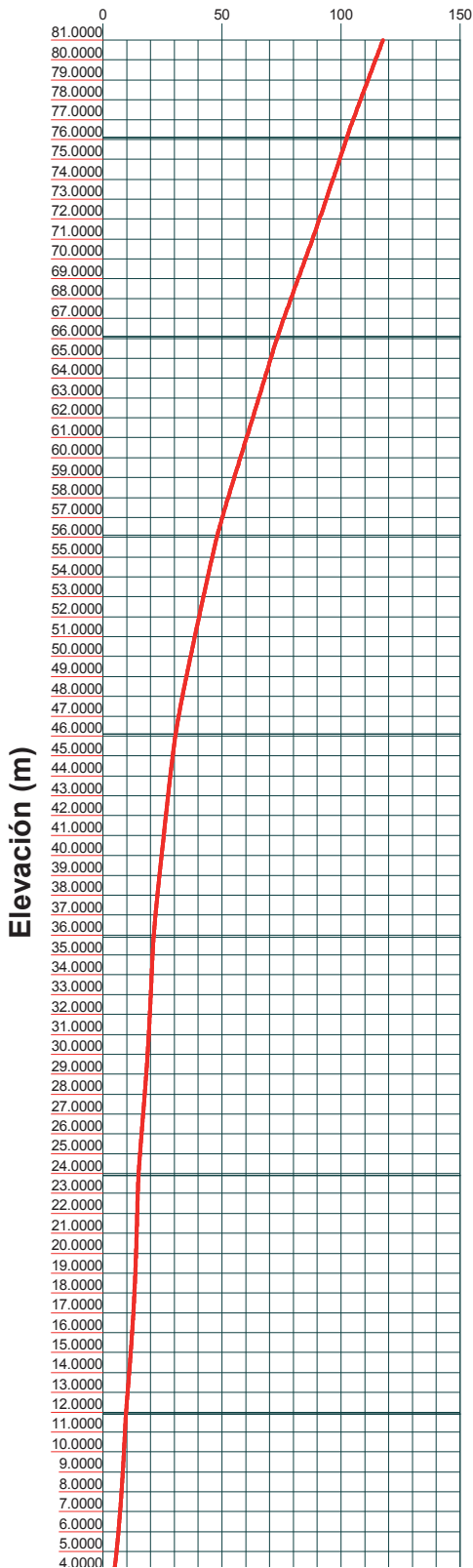
TIA-222-G - Servicio - 100 km/h

Valores máximos

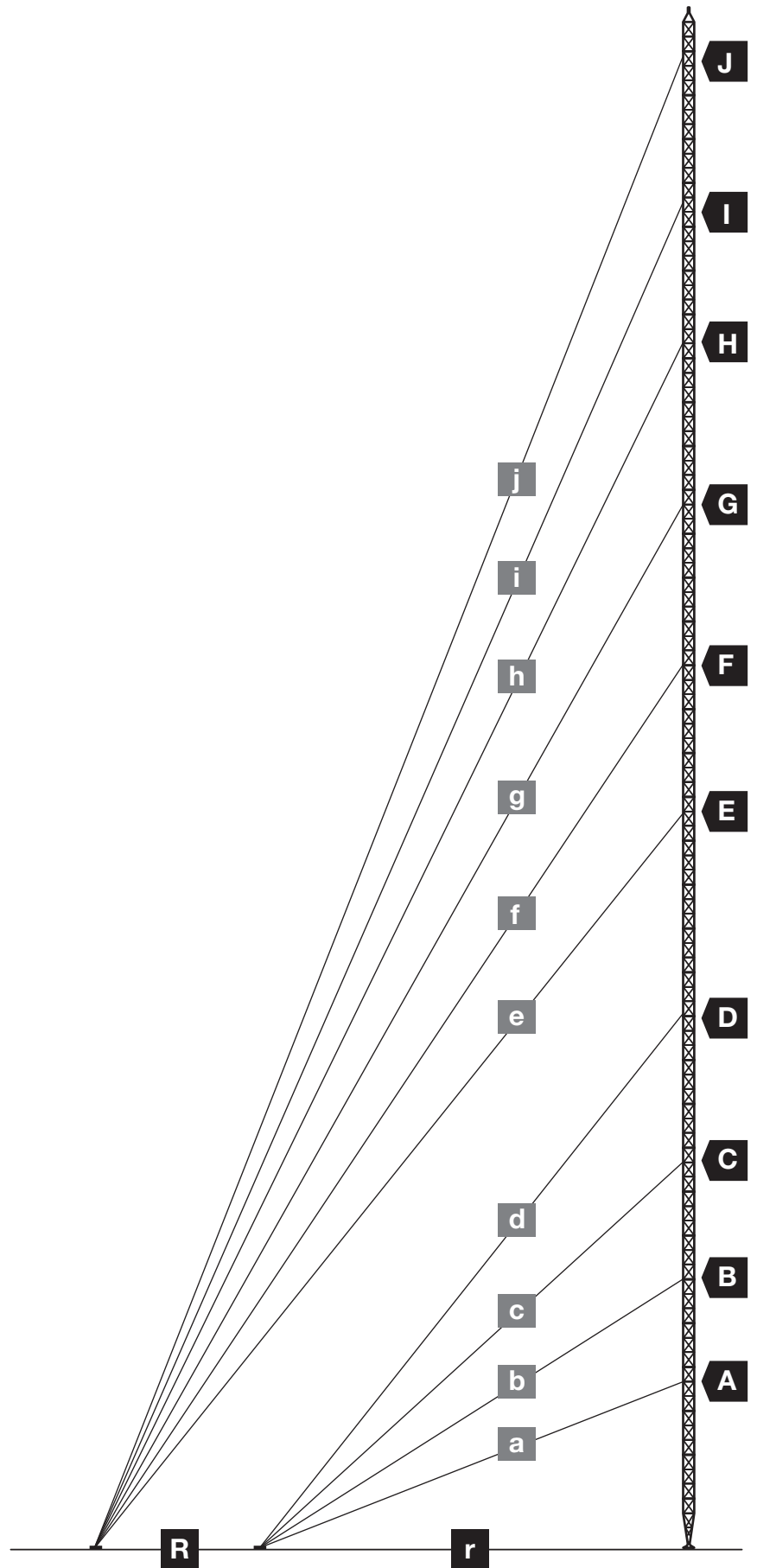
Desviación (mm)

Inclinación (g)

Torsión (g)











## IMPORTANT

***The installation of masts must be calculated and carried out by specialised personnel and under their own responsibility. The assembling instructions provided in this document are indicators and the data provided in no way encumbers TELEVÉS, S.A.U. in its capacity as manufacturer, which is exclusively responsible, in accordance with the regulatory provisions that regulate the manufacturer's civil liability for damages that could arise from design and/or manufacturing defects of the products, both in relation to the buyer / acquirer, such as in relation to third parties.***

***It is necessary to carry out a tower installation plan for each specific location, where the individual requests as well as the recalculation of the foundations must be reconsidered in accordance with the relevant geotechnical study.***

***The towers must be assembled by competent with specific professional qualification and climbing skills, using the compulsory safety measures to guarantee safety in high altitude work.***

## 1. Location

The calculations are based on a generic location in an exposed area with a basic wind speed of 160Km/h and taking into account a formation of ice of up to 1cm with a wind speed of 75Km/h. At the same time we have also taken into account an admissible load resistance of 1.5Kg/cm<sup>2</sup>. (Compact terrain).

### Definitions:

**Basic wind speed:** It is the corresponding speed for the average of instant speeds (peak gusts of winds) measures by intervals T=3s. in open plan (diagram C) at the height of reference Z. = 10m which has a probability of exceeding once in 50 years.

**Exposure C:** Is the open area with disseminated obstacles and which height is less than 9.1 m. This category includes plains, grassland and al water surfaces in hurricane-prone regions.

## 2. Adopted solution

The standards which have served as a basis for these calculations are the following:

- Standard NBE- EA-95 (Steel structures).
- Standard EHE-08 (Concrete).
- Standard TIA/EIA(1)-222-G.
- Standard NBE-MV-101.

## 3. Result

Standard ST37-2 steel structural hollow sections, S275JR Standard steel reinforcement rods and an F626 (S235) steel sheet have been considered. We have opted for a uniform structural design of all the tower sections, to make manufacturing and on site assembling easy.

## 4. Structural definition of the tower

The tower has a triangular base and is made up of standard elements, each measuring 3.0 m. Both the bottom section and those that follow are reinforced to guarantee the structural integrity of the tower.

Each element is made up of:

- 3 vertical mounting tubes.
- Horizontal bracing bars (inclined steel).

The horizontal section of the tower is a 45cm side equilateral triangle with shaft studs.

The horizontal bracing slabs are at 40cm.

The bottom section support of the tower is a joint design (see section 12. – *Technical Information*).

The tower is braced with guy wires at 120° (see *diagram 2*).

## 5. Finishes

\* Zinc + Bi-chromate + Lacquered with polyester.

\*\* Hot dip galvanising + Lacquered with polyester.

## 6. Assembling the tower

### Assembling the tower by sections.

This consists of fixing the bottom section onto the base and vertically aligning it. Subsequently the other middle sections are assembled, which will be fitted with the relevant guy wires; assembling is done by climbing up the fixed sections and hoisting up the section to be fixed with the aid of relevant lifting tools. Climbing must be done with the appropriate security measures (safety harness, anchor strap, etc...) and not more than two consecutive sections should be left without bracing. When there are two sections without guywires, auxiliary guywires must be used to brace the sections throughout the assembling process. The guy-wire tower will become aligned by adjusting the tension of the wires and by using practical alignment devices.

## 7.- Reference description

Reference	3134(RPR) / 313401(GC)
Description	Oscillating M450 Tower Base.
Materials	1) F626 (S 235) Steel 12 mm sheet Re min. 235 N/mm <sup>2</sup> Rn min. 340 N/mm <sup>2</sup> 2) STEEL F-212
Weight	15,4Kg

Reference	3130 (RPR) / 313001(GC)
Description	Reinforced bottom section M450 Tower. In Red.
Materials	(1) ST37-2 Steel Ø 40 x 3 mm. Re min. 235 N/mm <sup>2</sup> - Rn. 360/510 N/mm <sup>2</sup> (2) S 275JR Steel Ø 12 mm Re min. 275 N/mm <sup>2</sup> - Rn. 410/560 N/mm <sup>2</sup> (3) F626 (S 235) Steel 12 mm sheet Re min. 235 N/mm <sup>2</sup> - Rn. 340 N/mm <sup>2</sup>
Weight	43,5 Kg
Wind exposed surface	0,495 m <sup>2</sup> x 1,2 coef. = 0,594 m <sup>2</sup>
<b>REINFORCED</b>	

(1) TIA = Telecommunications Industry Association  
EIA = Electronic Industrials Association

Reference	3132(RPR) / 313202(GC)	313201(RPR) / 313203(GC)
Description	M450 Tower <b>reinforced</b> middle section. In red	M450 Tower <b>reinforced</b> middle section. In white.
Materials	(1) ST37-2 Steel Ø 40 x 3 mm Re min. 235 N/mm <sup>2</sup> - Rn. 360/510 N/mm <sup>2</sup> (2) 275JR Steel Ø 12 mm Re min. 275 N/mm <sup>2</sup> - Rn. 410/560 N/mm <sup>2</sup>	
Weight	40,8 Kg	
Wind exposed surface	0,517 m <sup>2</sup> x 1,2 coef. = 0,621 m <sup>2</sup>	
<b>REINFORCED</b>		

Reference	3131(RPR) / 313102(GC)	313101(RPR) / 313103(GC)
Description	M450 Tower middle section. In red.	M450 Tower middle section. In white.
Materials	(1) ST37-2 Steel Ø 38 x 2.6 mm Re min. 235 N/mm <sup>2</sup> - Rn. 360/510 N/mm <sup>2</sup> (2) S 275JR Steel Ø 10 mm Re min. 275 N/mm <sup>2</sup> - Rn. 410/560 N/mm <sup>2</sup>	
Weight	37,5 Kg.	
Wind exposed surface	0,473 m <sup>2</sup> x 1,2 coef. = 0,568 m <sup>2</sup>	

Reference	3133(RPR) / 313301(GC)
Description	M450 Tower upper section. In Red.
Materials	(1) ST37-2 Steel Ø 38 x 2.6 mm Re min. 235 N/mm <sup>2</sup> - Rn. 360/510 N/mm <sup>2</sup> (2) S 275JR Steel Ø 10 mm Re min. 275 N/mm <sup>2</sup> - Rn. 410/560 N/mm <sup>2</sup> (3) F626 (S 235) Steel 15 mm sheet Re min. 235 N/mm <sup>2</sup> - Rn. 340 N/mm <sup>2</sup>
Weight	34,5 Kg.
Wind exposed surface	0,432 m <sup>2</sup> x 1,2 coef. = 0,518 m <sup>2</sup>

Reference	3144(RPR) / 314401(GC)
Description	M450 Tower U-bolt.
Materials	UNE 36065, B 400 SD corrugated steel Ø 20 mm
Weight	5 Kg

EN

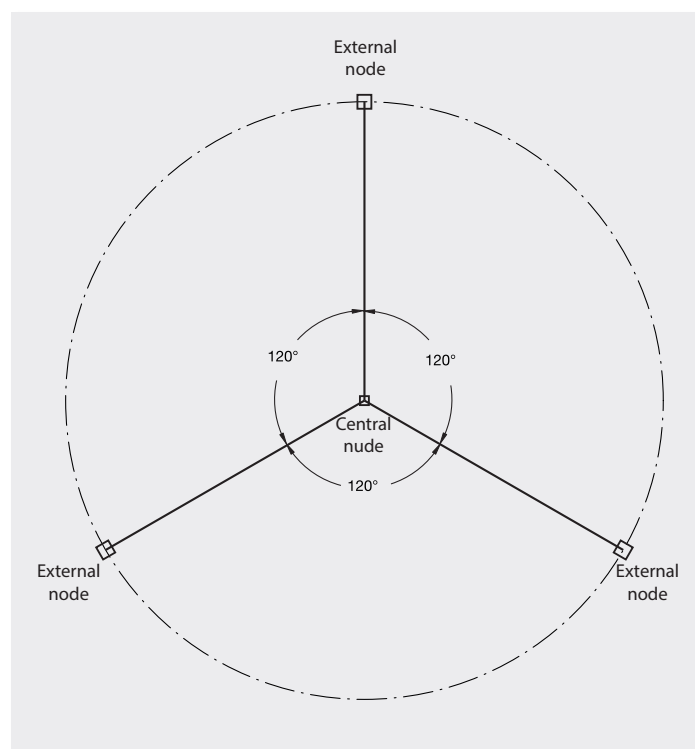
## 8. Foundations

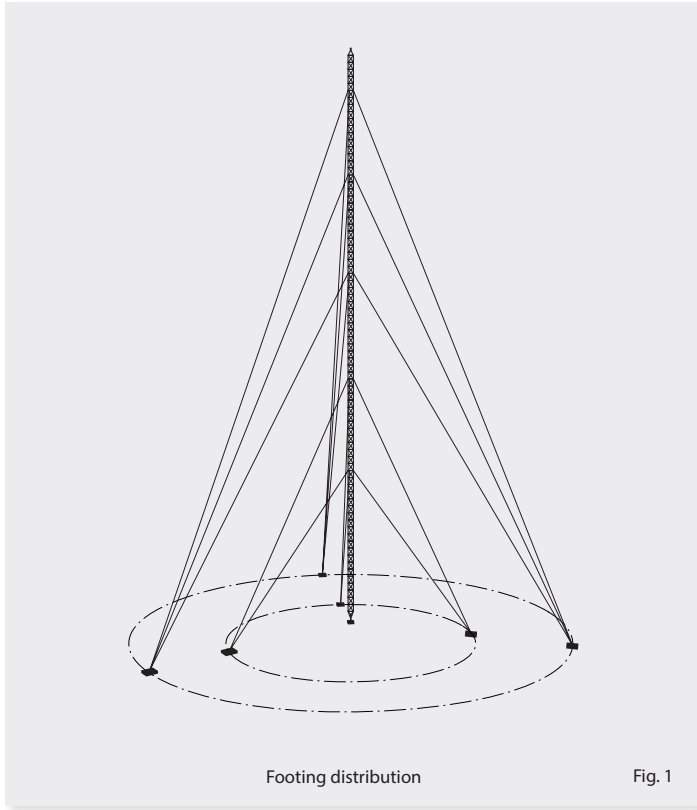
The foundations (which are merely a guide) have been estimated on an admissible load resistance of 1.5 kg/cm<sup>2</sup>, although it may also be applicable to grounds with an admissible load resistance of 1kg/cm<sup>2</sup>

The cement used will have a minimum characteristic resistance load of 15 N/mm<sup>2</sup>. (HA-25) and the estimated control level is reduced.

Each footing will have upper and lower reinforcement.

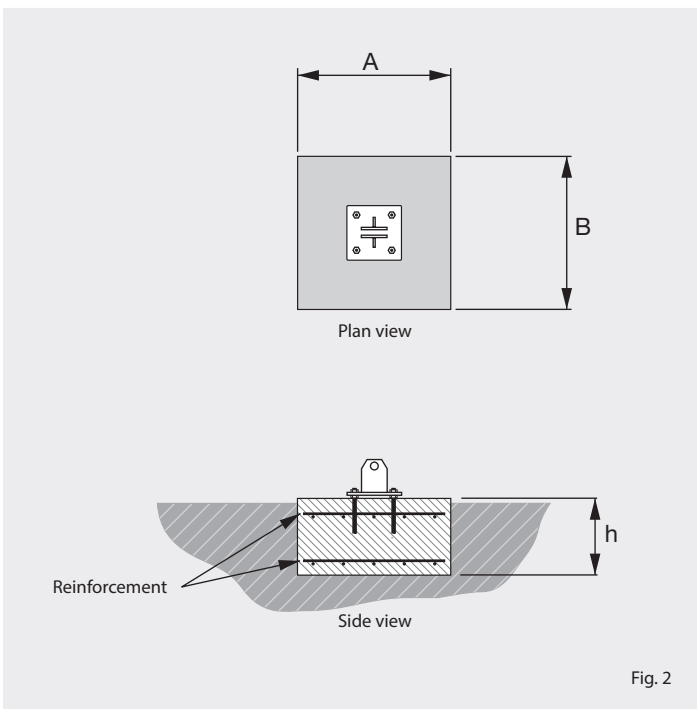
**The following calculations must be reconsidered, depending on the specific location, geotechnical study and the level of control.**



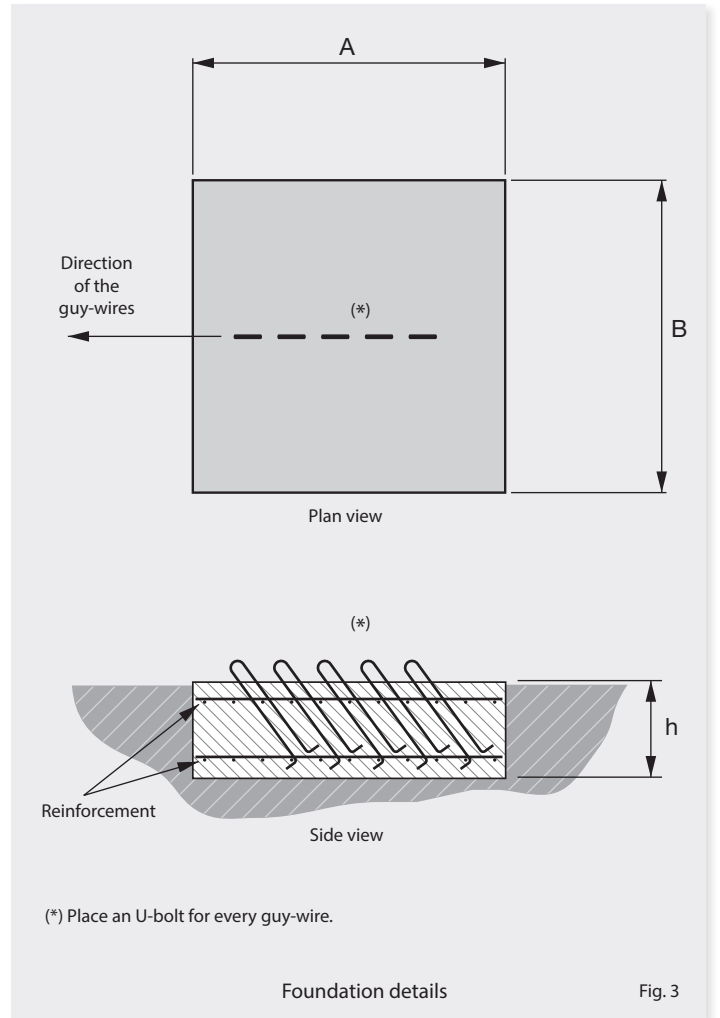


Example illustration.  
In each installation will be work in a personalized study.

**Foundations for the tower base footings (Central node)**



**Cimentación zapatas vientos (Nudo intermedio/exterio)**



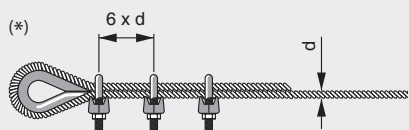
(\*) Place an U-bolt for every guy-wire.

FOOTINGS CHART (as guidance)

Height (m)	Base footings (Central node)			Guy-wire footings (external node)			Reinforcement (UPPER # LOWER)
	"A" (cm)	"B" (cm)	"h" (cm)	"A" (cm)	"B" (cm)	"h" (cm)	
81	100	100	67	240	240	160	5 Ø16 c/20 # 11 Ø16 c/20
78	100	100	67	230	230	153	5 Ø16 c/20 # 11 Ø16 c/20
75	100	100	67	230	230	153	5 Ø16 c/20 # 11 Ø16 c/20
72	100	100	67	230	230	153	5 Ø16 c/20 # 11 Ø16 c/20
69	100	100	67	220	220	147	5 Ø16 c/20 # 10 Ø16 c/20
66	90	90	60	210	210	140	5 Ø16 c/20 # 10 Ø16 c/20
63	90	90	60	210	210	140	5 Ø16 c/20 # 10 Ø16 c/20
60	90	90	60	210	210	140	5 Ø16 c/20 # 10 Ø16 c/20
57	90	90	60	210	210	140	5 Ø16 c/20 # 10 Ø16 c/20

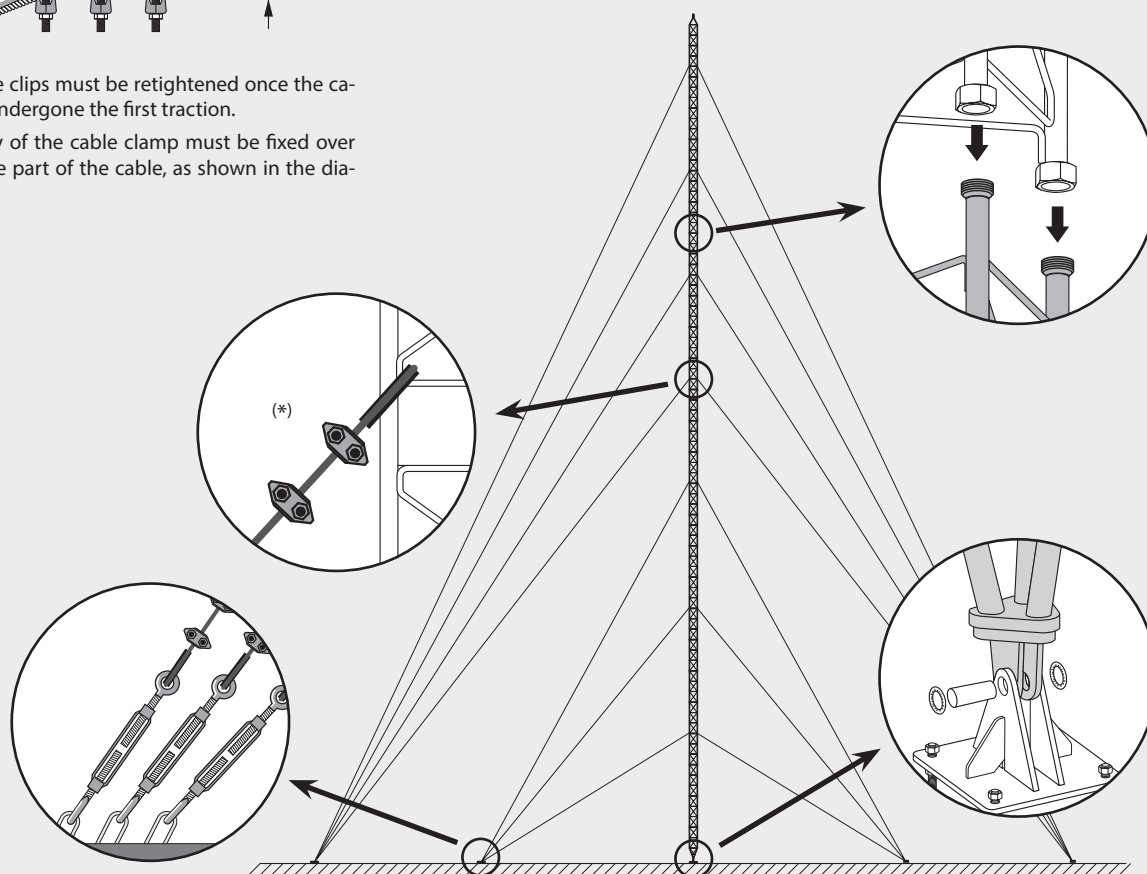
**Note:** The dimensions are: "A" and "B": Width, "h": Edge.

### 9. Structure (sections/ guy-wires)



The cable clips must be retightened once the cable has undergone the first traction.

The body of the cable clamp must be fixed over the active part of the cable, as shown in the diagram.

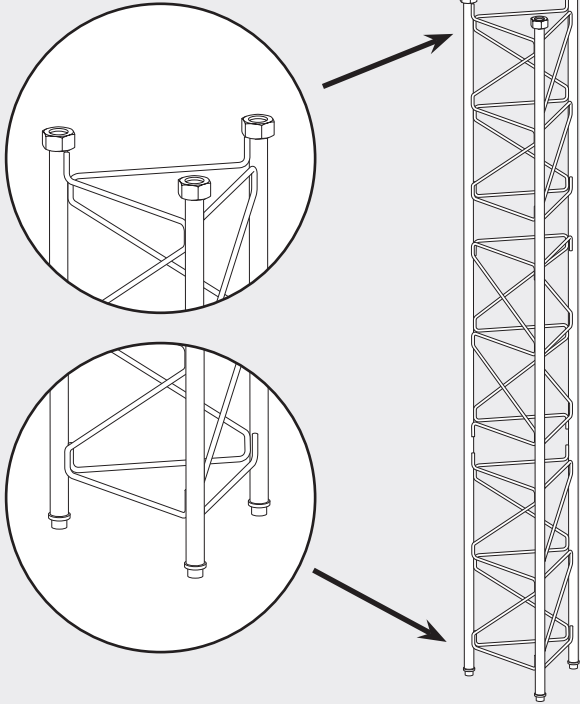


Tower assembling details and guy wire tension guide

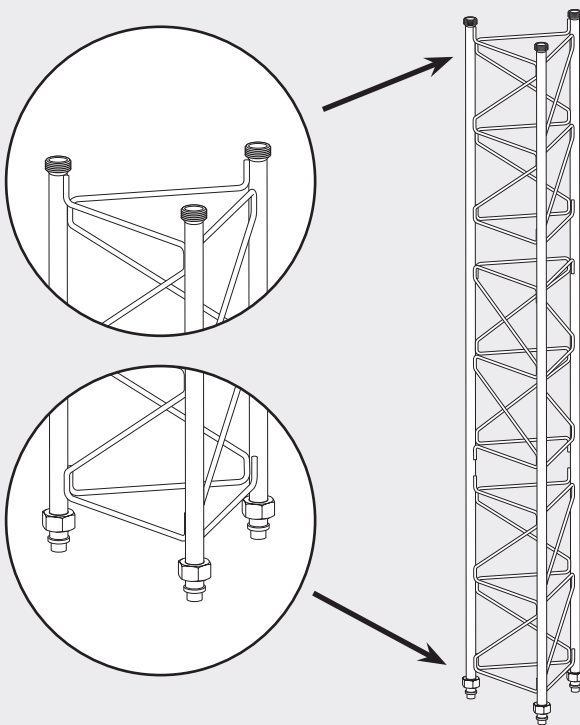
Fig. 4

- To guarantee the state of the screw whilst handling the sections, these are provided with the nut bolt already in place.
- Once in their place and before assembling the tower, you must reposition the nut bolts in their relevant place on the opposite side of the section (see diagram 5).

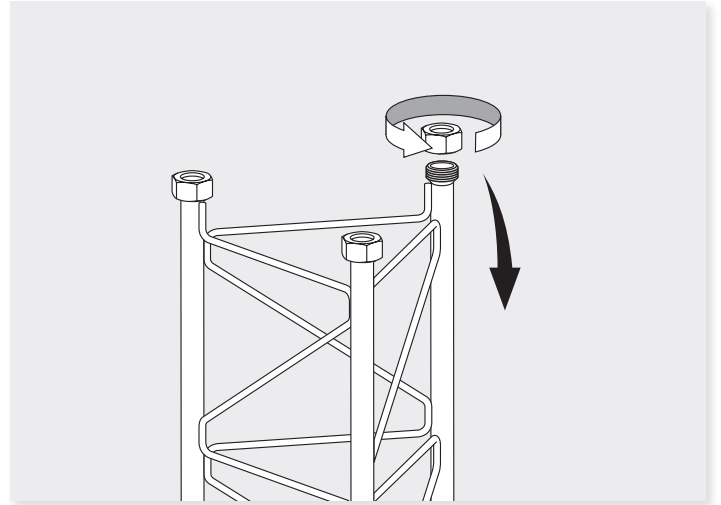
### Transportation



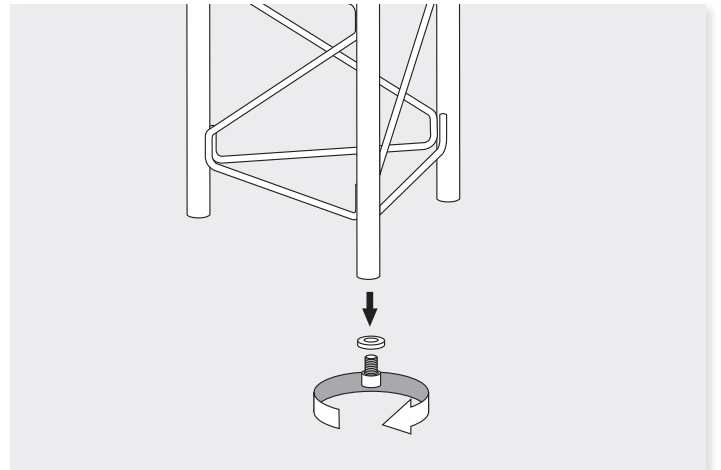
### Assembling



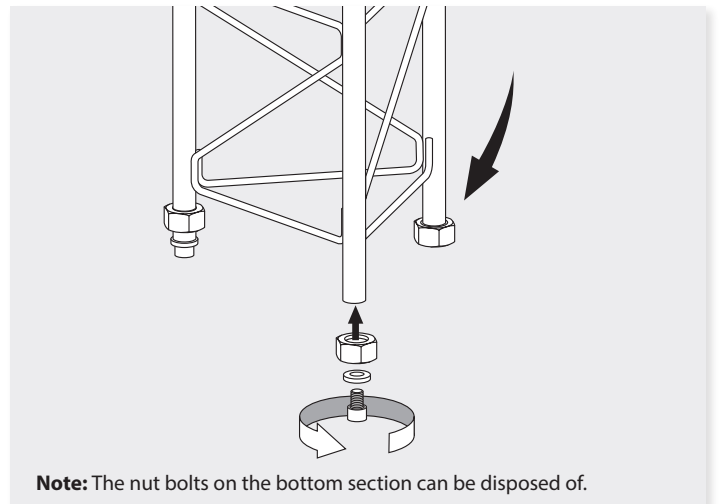
Remove the nut bolts from their current positioning.



Remove the allen screws and metal rings.



Now re-attach the nut bolts, metal rings and allen screws.  
Par máximo de apriete: 400 Nm



**Note:** The nut bolts on the bottom section can be disposed of.

**Fig. 5.-** Nut bolt assembling details

## 10. Signalling

In accordance with the ICAO (International Civil Aviation Organisation), the sections must be assembled in alternating aeronautic colours, white and red, the latter being the colour of choice for the end sections, so it is easily identified during the day.

The sections can be mounted using more than one structure of the same colour after another, always maintaining the same proportion of colours (red/white – red, red/white, white – etc).

On towers which are more than 45m high, a night beacon system must also be fixed to it; this consists of three double lights in red, every 45m.

## 11. Important advice

Although the tower is intended for temporary use and not as a permanent structure in a set location, a periodic control of the brace tension and to tighten the screws is required. We recommend doing this each year between the 1st of October and the 1st of January (for example).

We also recommend an inspection of the whole structure after strong wind or ice storms or any other extreme conditions.

Similarly, we also recommend a periodic inspection of the structure in areas with a high salt concentration (coastal areas) and in corrosive environments.

Dispose of sections which may have been damaged in transit, whilst assembling, whilst disassembling or throughout the lifespan of the tower.

Annual inspections and maintenance work where necessary must be carried out in the following instances.

- Desalinations and deformities.
- Welding inspection.
- Paint inspection.
- Inspections of the cable connections.
- Cable inspection.
- Tension of the cables (measure\*).

\* LThe tension of the measuring cables is subject to small variations depending on wind and temperature.

Do not measure or adjust cables in strong-wind conditions.

## 12. Measuring guy tensions (Normative)

This paragraph provides guidelines for field measuring guy tensions. There are two basic methods for measuring guy initial tensions in the field: the **direct** method and the **indirect** method.

### The Direct Method (see figure 6)

A dynamometer (load cell) with a length adjustment device, such as a come-along, is attached to the guy system by clamping onto the guy just above the turnbuckle and onto the anchor shaft below the turnbuckle.

The come-along is then tightened until the original turnbuckle begins to slacken. At this point the dynamometer carries all of the guy load to the anchor, and the guy tension may be read directly off the dynamometer dial.

One may use this method to set the correct tension by adjusting the come-along until the proper tension is read on the dynamometer. The control points are marked, one above the clamping point on the guy and one on the anchor shaft, and the control length is measured. The dynamometer and come-along are then removed, and the original turnbuckle is adjusted to maintain the control length previously measured.

### The Indirect Method

There are two common techniques for the indirect measurements of guy initial

tensions; the pulse or swing method (vibration) and the tangent intercept or sag method (geometry).

#### 1. The Pulse Method (see figures 6 and 8)

One sharp jerk is applied to the guy cable near its connection to the anchor causing a pulse or wave to travel up and down the cable. On the first return of the pulse to the lower end of the guy cable the stopwatch is started. A number of returns of the pulse to the anchor are then timed, and the guy tension is calculated from the following equations:

$$T_M = \frac{WLN^2}{5.94P^2}$$

$$T_A = \sqrt{\left(T_M - \frac{WV}{2L}\right)^2 + \left(\frac{WH}{2L}\right)^2}$$

Where:

TA = Guy tension at anchor, in Newton.

TM = Guy tension at mid-guy, in Newton.

W = Total weight of guy, including insulators, etc., in Newton.

L = Guy chord length, in m.

$$L = \sqrt{H^2 + V^2}$$

H = Horizontal distance from guy attachment on tower to guy attachment at anchor, in m.

V = Vertical distance from guy attachment on tower to guy attachment at anchor, in m.

N = Number of complete pulses or swings counted in P seconds.

P = Period of time measured for N pulses or swings, seconds.

Instead of creating a pulse that travels up and down the guy, one may achieve the same result by causing the guy cable to swing freely from side to side while timing N complete swings. The formulas given above will also apply for this approach.

#### 2. The Tangent Intercept Method (see figure 7)

A line of sight is established which is tangential to the guy cable near the anchor end and which intersects the tower leg a distance (tangent intercept) below the guy attachment point on the mast. This tangent Intercept distance is either measured or estimated and the tension is calculated from the following equation:

$$T_A = \frac{WC \sqrt{H^2 + (V-I)^2}}{HI}$$

Where:

C = Distance from guy attachment on tower to the center of gravity of the weight **W**, in m.

I = Tangent intercept, in m.

If the weight is uniformly distributed along the guy cable, C will be approximately equal to H/2. If the weight is not uniformly distributed, the guy may be subdivided into n segments and the following equation may be used:

$$T_A = \frac{S \sqrt{H^2 + (V-I)^2}}{HI}$$

Where:

$$S = \sum_{i=1}^N W_i C_i$$

$W_i$  = Weight of segment  $i$ , in Newton.  
 $C_i$  = Horizontal distance from the guy attachment on the tower to the center of gravity of segment, in m.  
 $N$  = Number of segments.

If the intercept is difficult to establish, one may use the guy slope at the anchor end with the following equation:

$$T_A = \frac{WC \sqrt{1 + \tan^2 \alpha}}{(V - H \tan \alpha)}$$

Where:  
 $\alpha$  = guy angle at the anchor (see figure 7).  
 $l = V - H \tan \alpha$

And

$$T_A = \frac{WC \sqrt{1 + \tan^2 \alpha}}{(V - H \tan \alpha)}$$

$WC$  may be replaced with  $S$ .

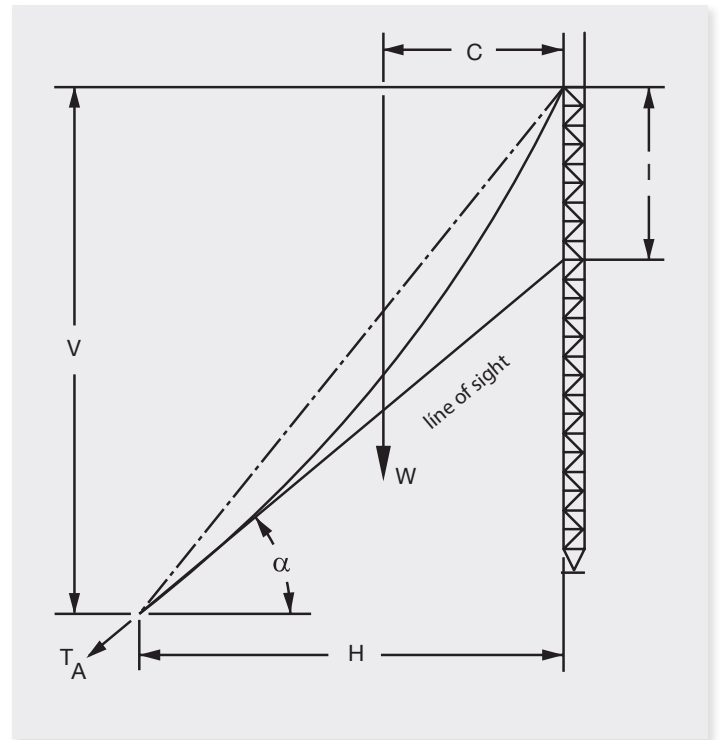


Fig. 7.- Tangent Intercept Method

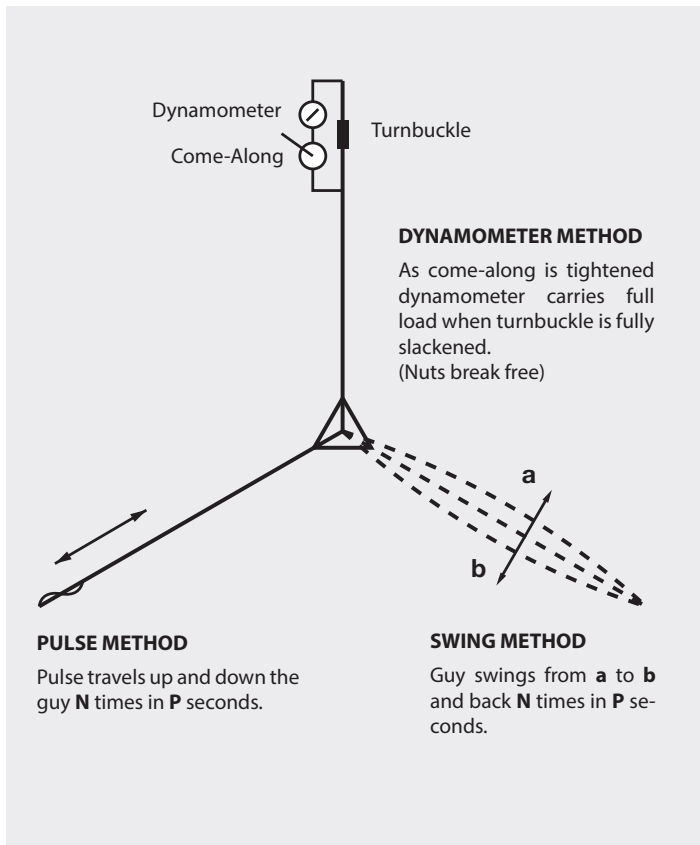


Fig. 6.- Method of Measuring Initial Tension

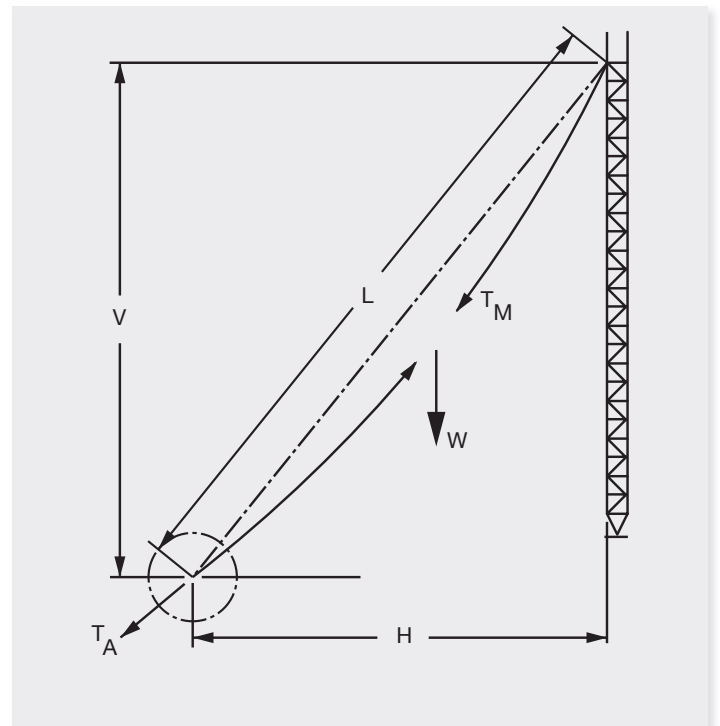


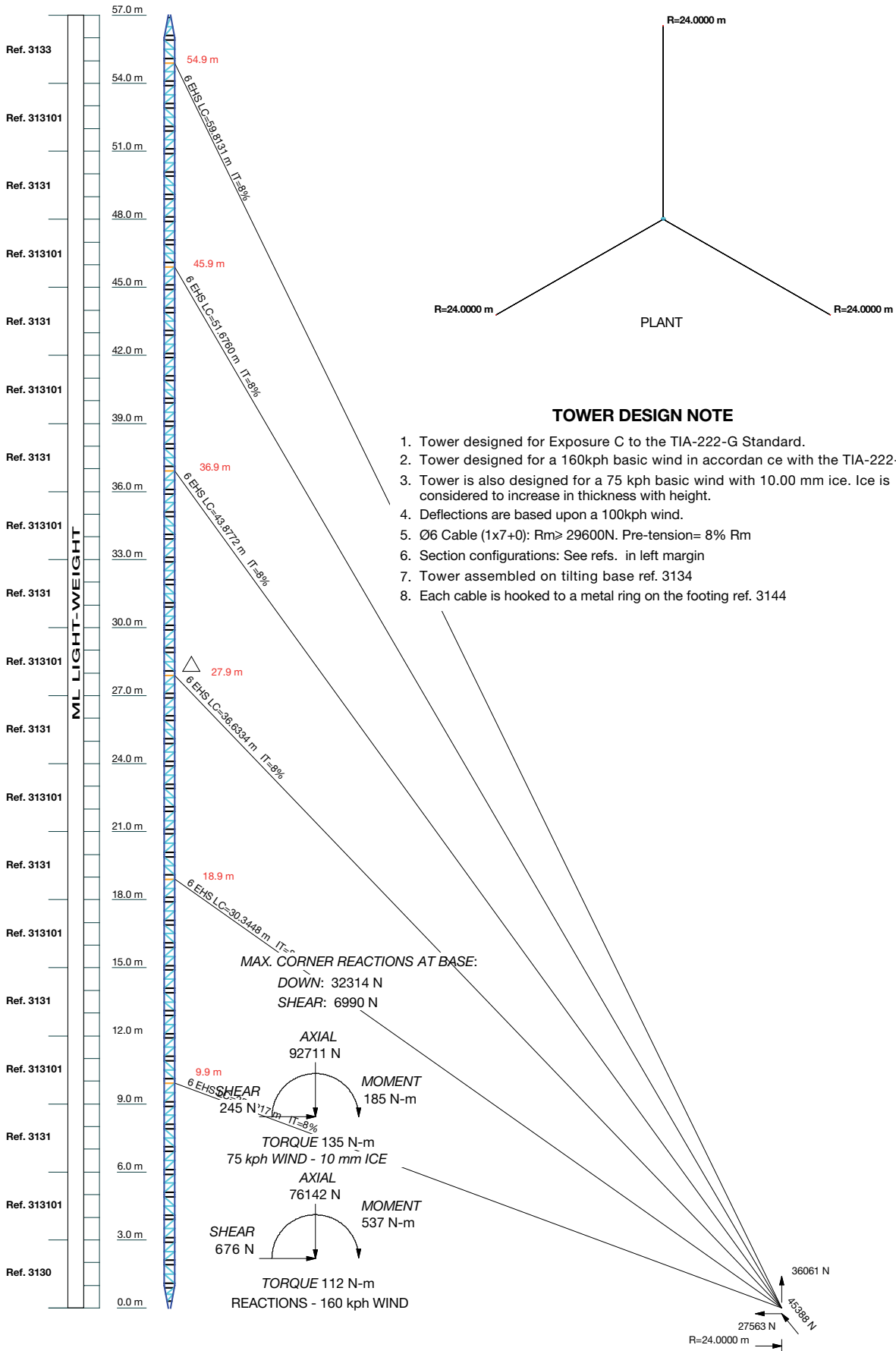
Fig. 8.- Relationship Between Guy Tension at Anchor and at Mid-Guy

### 13. Technical information

Subsequently, you will find assembling examples for the tower at various heights, calculated with a specific software for tower designs.

**Note:** *For other assembling configurations (of various heights, for special conditions, etc), request the assembling examples.*

Behavior example of the tower at 57m.



**TOWER DESIGN NOTE**

1. Tower designed for Exposure C to the TIA-222-G Standard.
2. Tower designed for a 160kph basic wind in accordance with the TIA-222-G Standard.
3. Tower is also designed for a 75 kph basic wind with 10.00 mm ice. Ice is considered to increase in thickness with height.
4. Deflections are based upon a 100kph wind.
5. Ø6 Cable (1x7+0): Rm ≥ 29600N. Pre-tension= 8% Rm
6. Section configurations: See refs. in left margin
7. Tower assembled on tilting base ref. 3134
8. Each cable is hooked to a metal ring on the footing ref. 3144

MAX. CORNER REACTIONS AT BASE:  
 DOWN: 32314 N  
 SHEAR: 6990 N

AXIAL 92711 N  
 MOMENT 185 N-m  
 TORQUE 135 N-m  
 75 kph WIND - 10 mm ICE

AXIAL 76142 N  
 MOMENT 537 N-m  
 SHEAR 676 N  
 TORQUE 112 N-m  
 REACTIONS - 160 kph WIND

36061 N  
 45388 N  
 27563 N  
 R=24.0000 m

Behavior example of the tower at 57m.

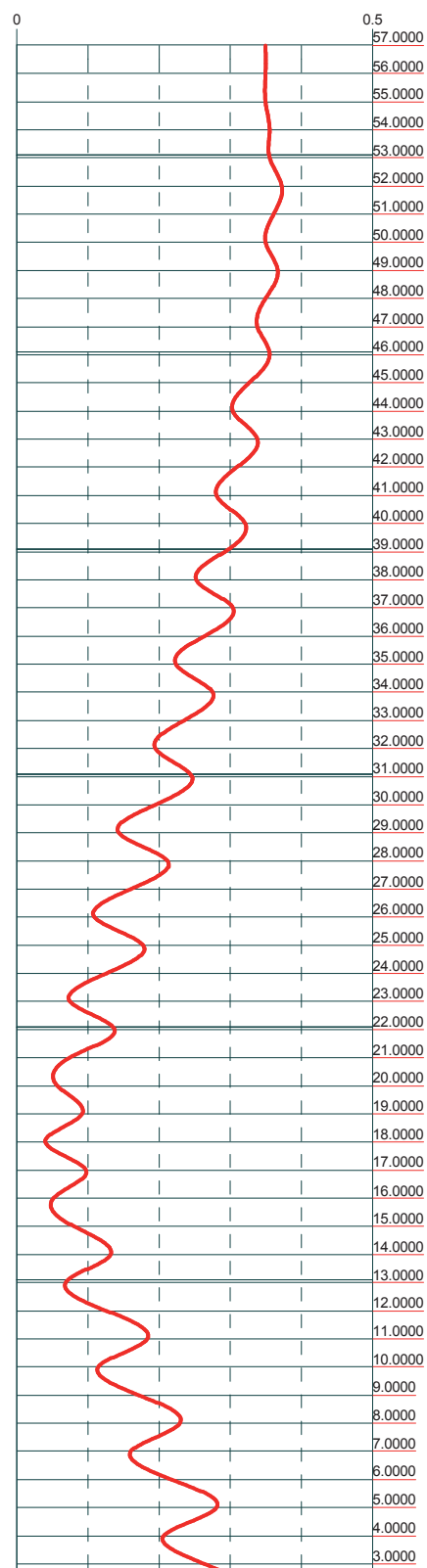
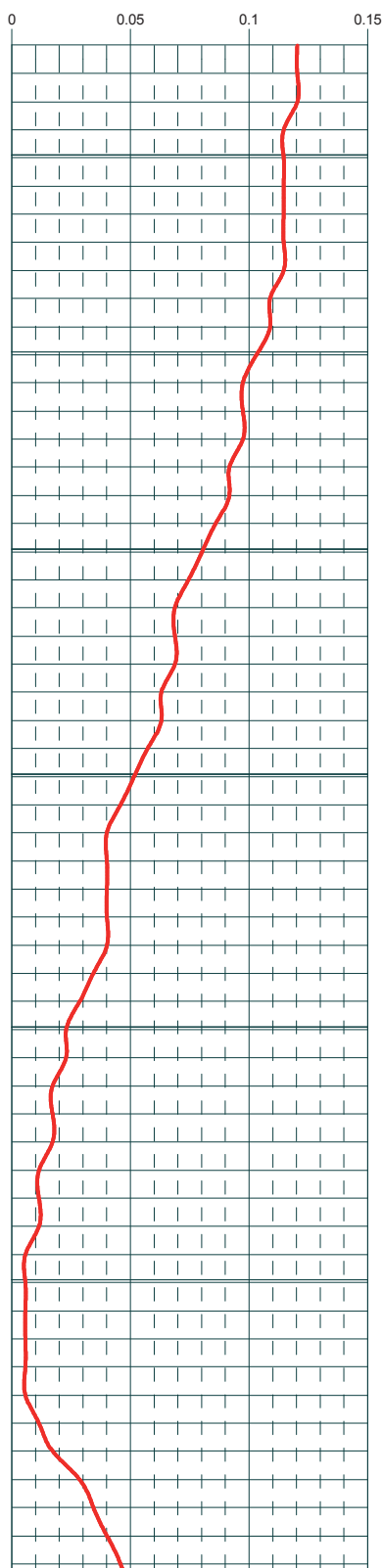
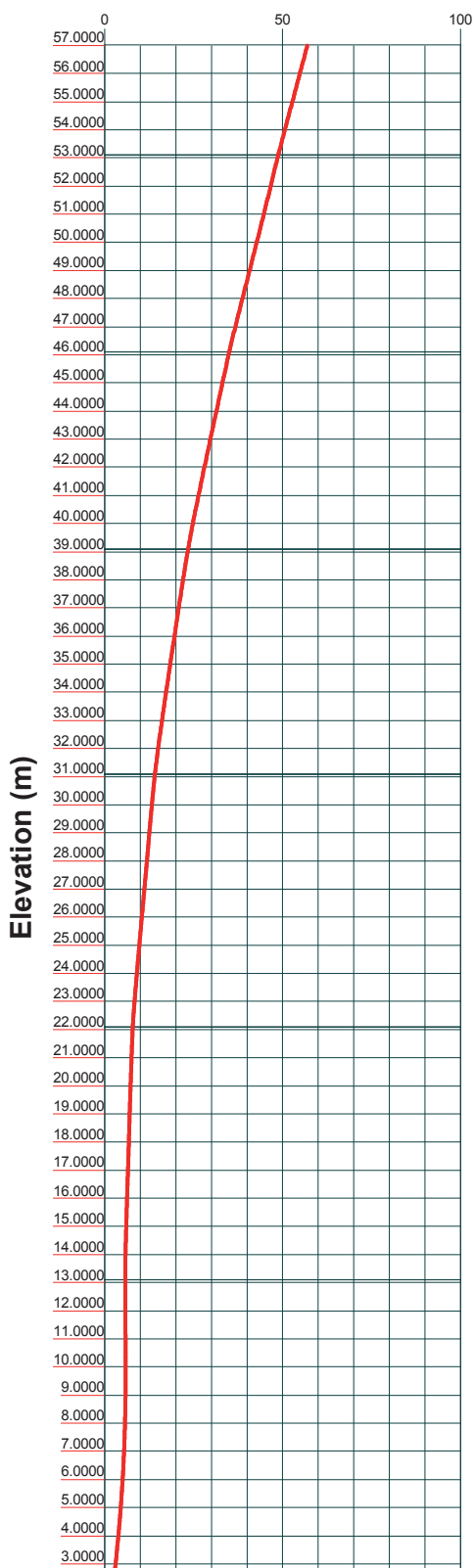
TIA-222-G - Service - 100 km/h

Maximum Values

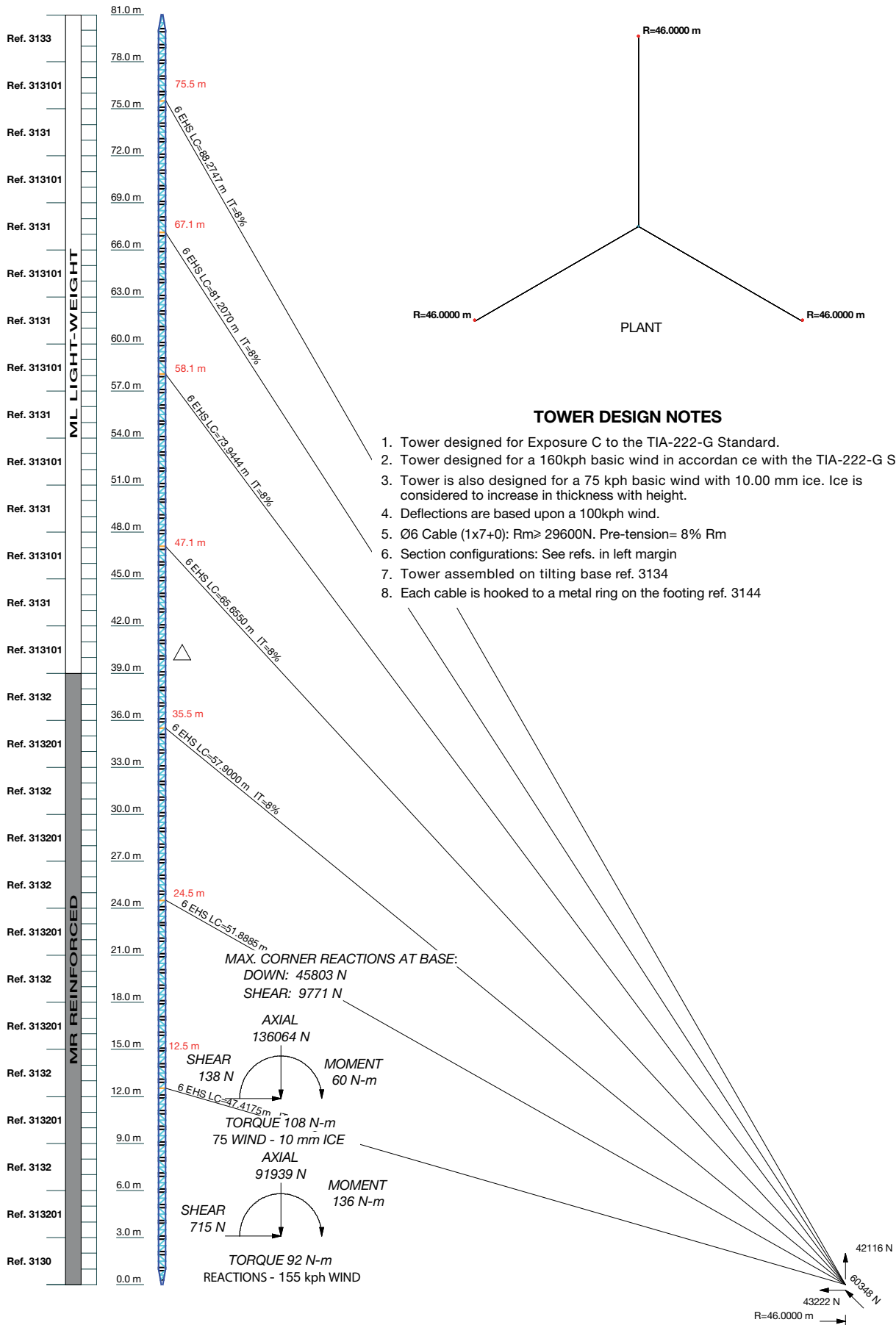
Deflection (mm)

Tilt (deg)

Twist (deg)



Behavior example of the tower at 81m.



**TOWER DESIGN NOTES**

1. Tower designed for Exposure C to the TIA-222-G Standard.
2. Tower designed for a 160kph basic wind in accordance with the TIA-222-G Standard.
3. Tower is also designed for a 75 kph basic wind with 10.00 mm ice. Ice is considered to increase in thickness with height.
4. Deflections are based upon a 100kph wind.
5. Ø6 Cable (1x7+0): Rm ≥ 29600N. Pre-tension = 8% Rm
6. Section configurations: See refs. in left margin
7. Tower assembled on tilting base ref. 3134
8. Each cable is hooked to a metal ring on the footing ref. 3144

MAX. CORNER REACTIONS AT BASE:  
DOWN: 45803 N  
SHEAR: 9771 N

AXIAL  
136064 N  
SHEAR  
138 N  
MOMENT  
60 N-m

TORQUE 108 N-m  
75 WIND - 10 mm ICE  
AXIAL  
91939 N

MOMENT  
136 N-m  
SHEAR  
715 N

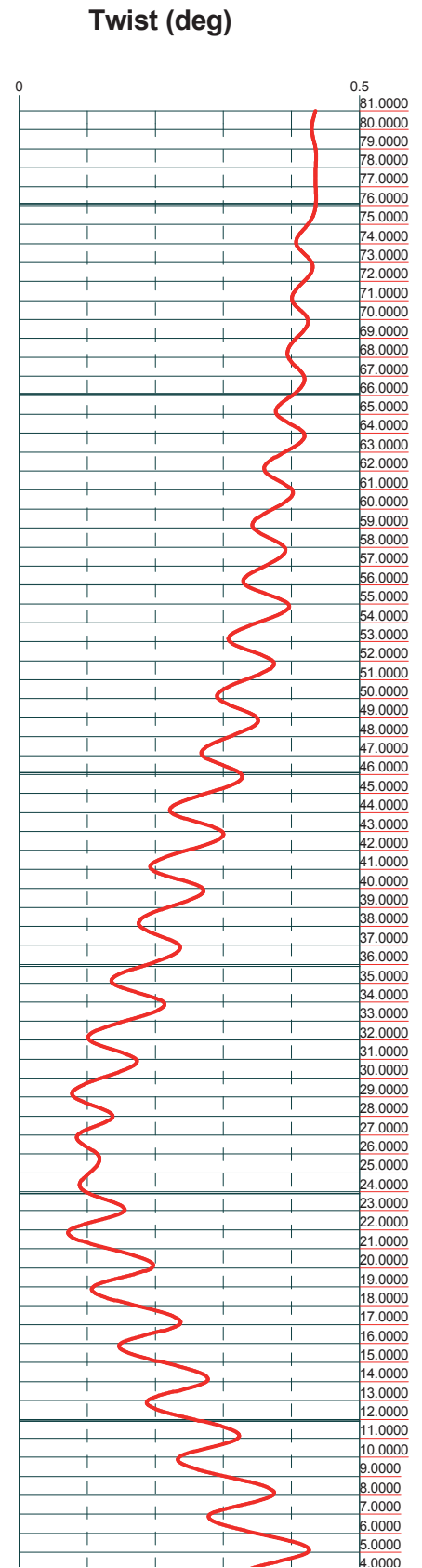
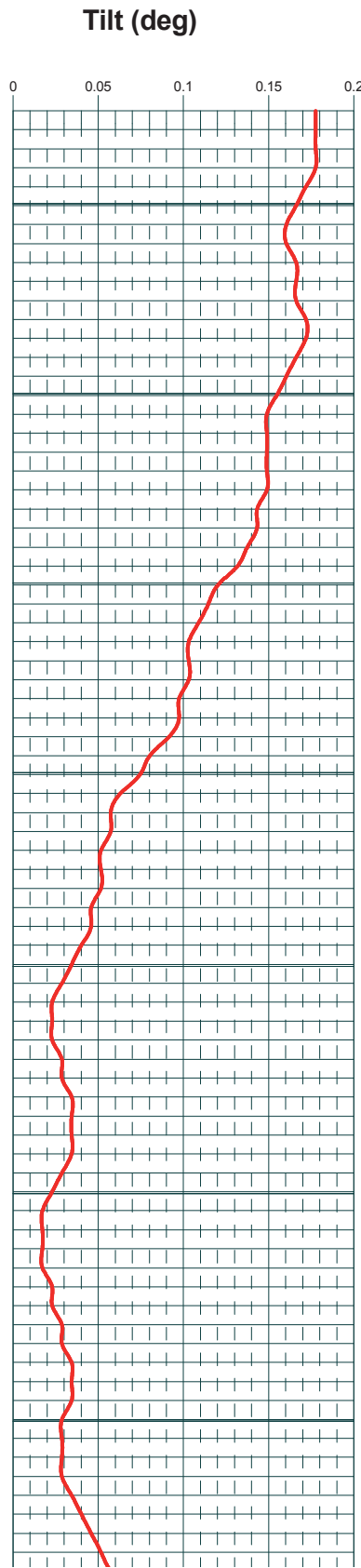
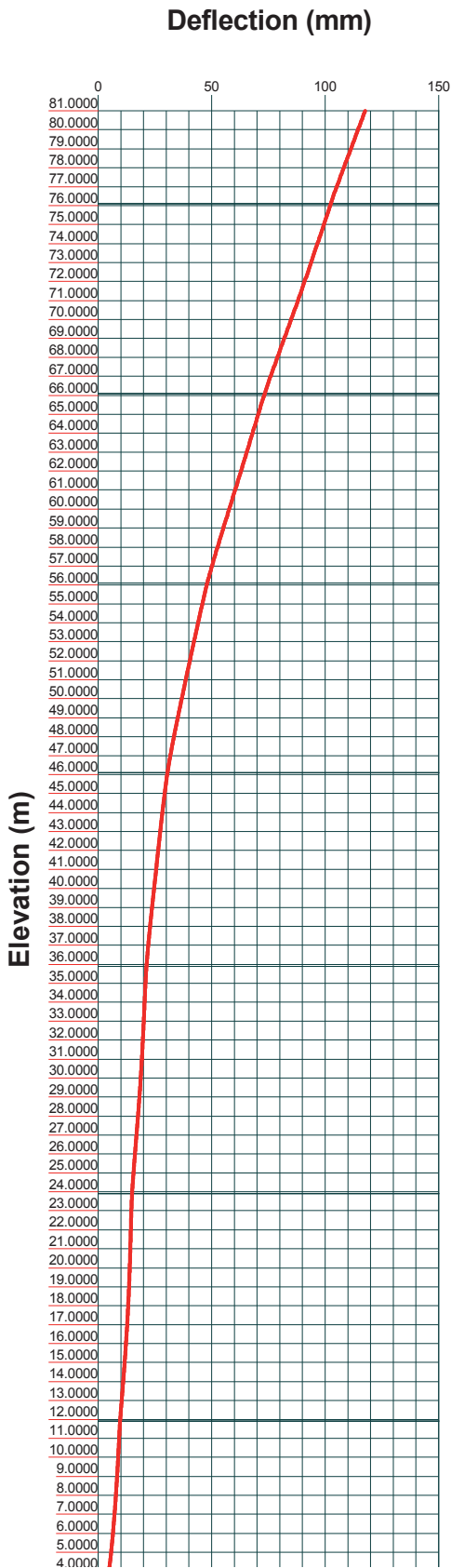
TORQUE 92 N-m  
REACTIONS - 155 kph WIND

42116 N  
60348 N  
43222 N  
R=46.0000 m

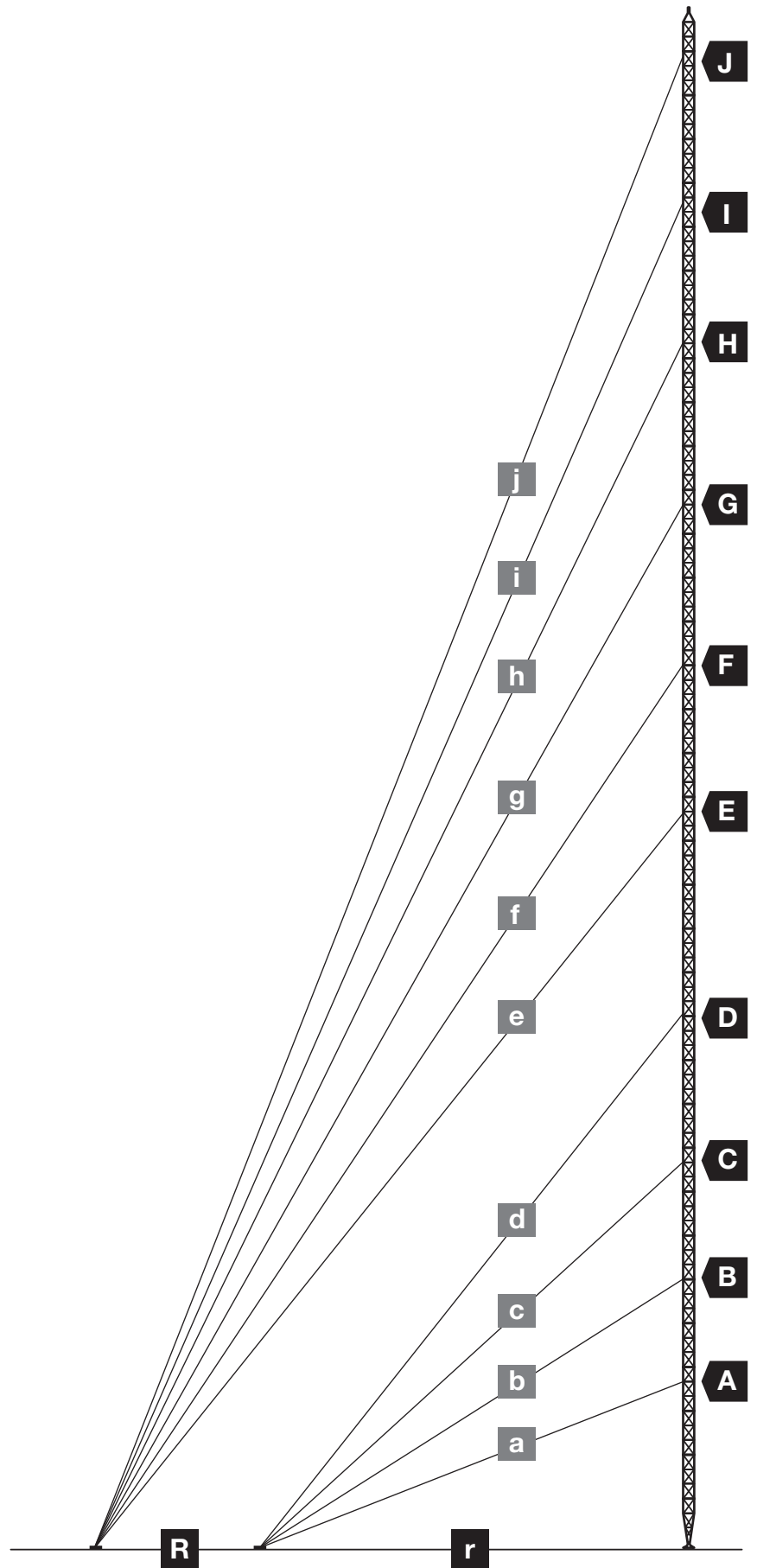
Behavior example of the tower at 81m.

TIA-222-G - Service - 100 km/h

Maximum Values











European technology **Made in**  **EU**rope