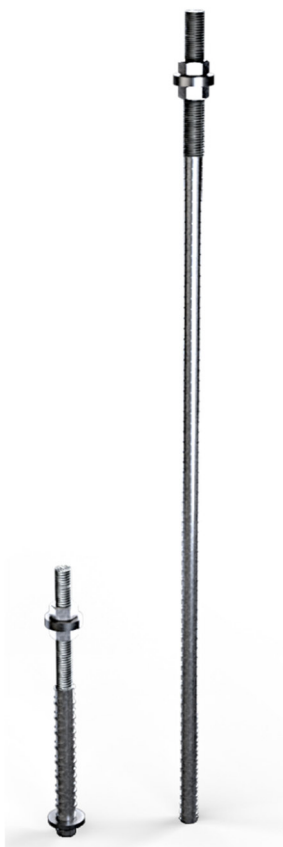


## MANUAL DE USO

# TORNILLOS DE ANCLAJE TN

**Modelos: Corto (TNC) y largo (TNL)**

Versión 05 (01/2023)



## Índice

1. Introducción .....	3
2. Descripción del sistema .....	3
3. Dimensiones y materiales .....	4
3.1. Dimensiones .....	4
3.2. Materiales .....	6
4. Producción .....	8
4.1. Acabado superficial .....	8
4.2. Tolerancias .....	8
4.3. Control de calidad .....	8
5. Capacidades .....	9
6. Principios de uso .....	12
7. Durabilidad .....	25
8. Colocación tornillos de anclaje .....	26
8.1. Consideraciones .....	27
8.1.1. Medidas geométricas de colocación .....	27
8.1.2. Tolerancias de colocación .....	27
8.1.3. Plantilla de colocación .....	28
8.1.4. Colocación posterior a hormigonado: .....	29



## 1. Introducción

Los tornillos de anclaje se utilizan para la conexión de elementos estructurales (principalmente pilares) a cimentación (zapatas aisladas, losas de cimentación, encepados de pilotes, etc.) u sobre otro elemento de hormigón (jácena de hormigón prefabricado o in situ, etc.). Principalmente su uso se define para estructuras prefabricadas de hormigón, siendo también aptos para fijación de estructuras metálicas y de maquinaria de diversa índole.

## 2. Descripción del sistema

Los anclajes transfieren las fuerzas que se generan en la estructura a la cimentación u otro elemento de hormigón mediante el anclaje de los mismos, sea mediante anclaje por longitud recta o patilla (tornillo largos TNL) o por cono de hormigón (tornillos anclaje cortos TNC).

Los tornillos se definen en dos grupos principales:

- **Anclaje versión corta TNC:** ÚNICAMENTE para anclaje en hormigón, **NO SOLAPE** con barras de armadura dónde el anclaje sea colocado. Ideal para conexiones en cimentaciones de canto reducido (zapatas, losas de cimentación, bigas de coronación de muros, etc.).
- **Anclaje versión larga TNL:** Permite anclaje del elemento y, según condiciones, SOLAPE con armadura de la zona dónde el anclaje está situado. Ideal para conexiones tales como empalme de pilares, pilastras de muros in situ, cimentaciones de gran canto, etc.

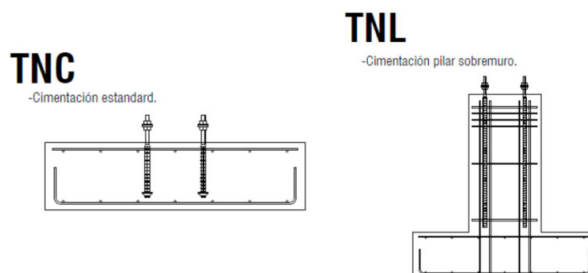
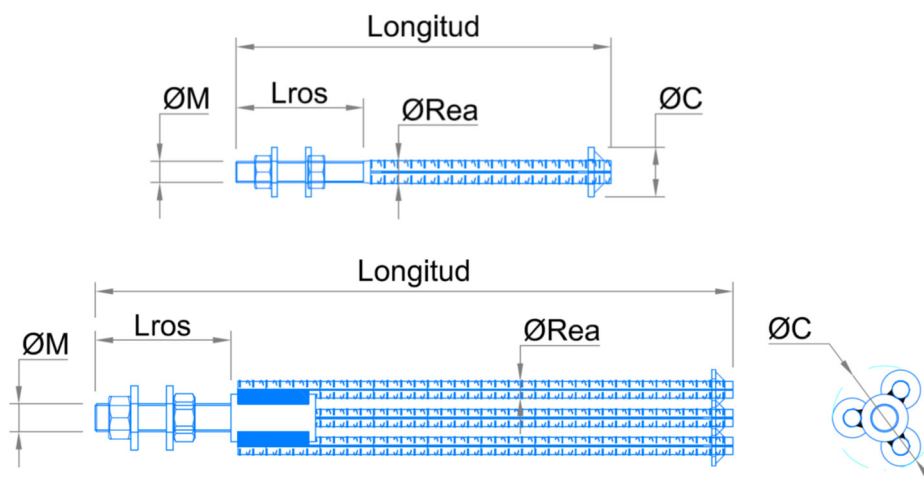


Figura 2.1 Versión corta y larga del tornillo de anclaje TN

## 3. Dimensiones y materiales

### 3.1. Dimensiones

#### Tornillo anclaje corto TNC



#### Elemento TN39XLC:

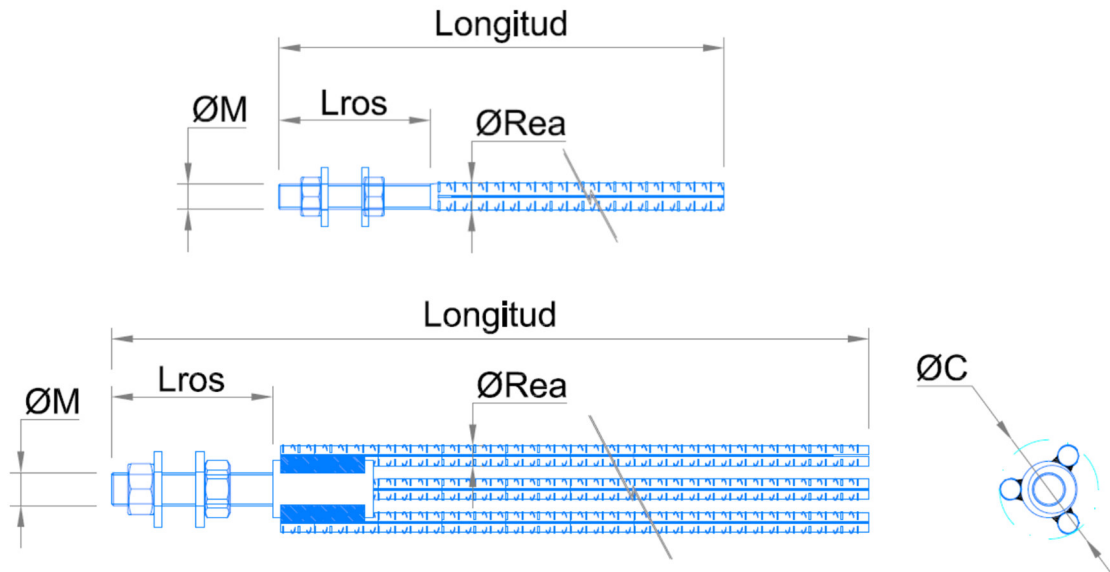
**Tornillo con casquillo roscado soldado a barras corrugadas (multibarra).  
Zona roscada mediante varilla roscada en casquillo roscado principal.**

Código	Descripción	Lros.	Longitud*	ØM	ØRea	ØC	Peso
TN20C	Tornillo corto M20	130 mm	365 mm	20 mm	20 mm	46 mm	1,20 kg
TN24C	Tornillo corto M24	160 mm	450 mm	24 mm	25 mm	56 mm	2,25 kg
TN30C	Tornillo corto M30	180 mm	530 mm	30 mm	32 mm	70 mm	4,34 kg
TN39C	Tornillo corto M39	190 mm	750 mm	39 mm	40 mm	90 mm	9,81 kg
TN39XLC	Tornillo corto M39	190 mm	900 mm	39 mm	3x25 mm	147 mm	--

Tabla 3.1 Dimensiones y peso de los modelos TNC

\* Posibilidad de fabricar tornillos de anclaje de longitud superior  
Todos los anclajes incluyen dos arandelas y dos tuercas

**Tornillo anclaje largo TNL**



**Elemento TN39XLL:**  
**Tornillo con casquillo roscado soldado a barras corrugadas (multibarra).**  
**Zona roscada mediante varilla roscada en casquillo roscado principal.**

Código	Descripción	Lros.	Longitud*	ØM	ØRea	ØC	Peso
TN20L	Tornillo largo M20	130 mm	1000 mm	20 mm	20 mm	46 mm	2,78 kg
TN24L	Tornillo largo M24	160 mm	1200 mm	24 mm	25 mm	56 mm	4,74 kg
TN30L	Tornillo largo M30	180 mm	1500 mm	30 mm	32 mm	70 mm	10,25 kg
TN39L	Tornillo largo M39	190 mm	2000 mm	39 mm	40 mm	90 mm	21,67 kg
TN39XLL	Tornillo largo M39	190 mm	1900 mm	39 mm	3x25 mm	118 mm	--

Tabla 3.2 Dimensiones y peso de los modelos TNL

\* Posibilidad de fabricar tornillos de anclaje de longitud superior  
Todos los anclajes incluyen dos arandelas y dos tuercas

### 3.2. Materiales

Para la producción de los diferentes elementos descritos, se utilizan los siguientes materiales:

- **Barra corrugada (material base):**
  - Barras corrugadas Ø20, Ø25, Ø32 i Ø40 mm: B500S, B500SD.
    - Límite elástico: 500 N/mm<sup>2</sup>.
    - Valor último a tracción: 550 N/mm<sup>2</sup>.
- **Arandelas (superiores e inferior soldada):**
  - S275 JR (espesor inferior a 40 mm, según EC-3):
    - Límite elástico: 275 N/mm<sup>2</sup>.
    - Valor último a tracción: 430 N/mm<sup>2</sup>.
- **Tuercas suministradas:**
  - Clase 8 según DIN934.
- **Varilla roscada suministrada (TN39XL corto o largo):**
  - Clase 8.8 según UNE-EN-ISO 898-1
    - Límite elástico: 640 N/mm<sup>2</sup>.
    - Valor último a tracción: 800 N/mm<sup>2</sup>.
- **Manguito roscado**
  - S355 JR (según EC-3):
    - Límite elástico: 355 N/mm<sup>2</sup>.
    - Valor último a tracción: 510 N/mm<sup>2</sup>.

Tipo	Espesor nominal t (mm)			
	t ≤ 40		40 < t ≤ 80	
	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>
S 235	235	360 < f <sub>u</sub> < 510	215	360 < f <sub>u</sub> < 510
S 275	275	430 < f <sub>u</sub> < 580	255	410 < f <sub>u</sub> < 560
S 355	355	490 < f <sub>u</sub> < 680	335	470 < f <sub>u</sub> < 630
S 450	450	550 < f <sub>u</sub> < 720	410	530 < f <sub>u</sub> < 700

Tabla 4.1 Extracto del Artículo 83 del Capítulo del Código Estructural

Tipo	Tornillos ordinarios			Tornillos de alta resistencia	
	Grado	4.6	5.6	6.8	8.8
f <sub>yb</sub>	240	300	480	640	900
f <sub>ub</sub>	400	500	600	800	1000

Tabla 4.2 Extracto del Artículo 85 del Capítulo 18 del Código Estructural

Tipo de acero		Acero soldable		Acero soldable con características especiales de ductilidad	
Designación		B 400 S	B 500 S	B 400 SD	B 500 SD
Límite elástico, f <sub>y</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>		≥ 400	≥ 500	≥ 400	≥ 500
Carga unitaria de rotura, f <sub>s</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>		≥ 440	≥ 550	≥ 480	≥ 575
Alargamiento de rotura, ε <sub>u,5</sub> (%)		≥ 14	≥ 12	≥ 20	≥ 16
Alargamiento total bajo carga máxima, ε <sub>máx</sub> (%)	acero suministrado en barra	≥ 5,0	≥ 5,0	≥ 7,5	≥ 7,5
	acero suministrado en rollo <sup>(3)</sup>	≥ 7,5	≥ 7,5	≥ 10,0	≥ 10,0
Relación f <sub>s</sub> /f <sub>y</sub> <sup>(2)</sup>		≥ 1,08	≥ 1,08	1,20 ≤ f <sub>s</sub> /f <sub>y</sub> ≤ 1,35	1,15 ≤ f <sub>s</sub> /f <sub>y</sub> ≤ 1,35
Relación f <sub>y real</sub> /f <sub>y nominal</sub>		--	--	≤ 1,20	≤ 1,25

Tabla 4.3 Extracto del Artículo 34 del Capítulo 8 del Código Estructural

## 4. Producción

El proceso de producción para los elementos anteriormente descritos es el siguiente:

Las barras corrugadas son cortadas mecánicamente, así como la realización de la zona roscada.

Soldadura MAG mediante robot o a mano.

### 4.1. Acabado superficial

Los tornillos se entregan de manera estándar en negro, sin tratamiento alguno.

Existe la opción de realizar un acabado en galvanizado en caliente u otro acabado superficial, según necesidades del cliente. *CONSULTAR CON DEPARTAMENTO TÉCNICO DE NOXIFER.*

### 4.2. Tolerancias

- Longitud:  $\pm 10$  mm
- Ancho (A)  $\pm 5$  mm

### 4.3. Control de calidad

El control de la calidad en la producción se rige por la norma definida en el mercado CE disponible (Nr. 0370-CPR-1685).



## 5. Capacidades

Bases de diseño de los anclajes:

- **Tracción y compresión:**
  - Según norma EN 1993-1-1:2005 (EC3)
  - Según norma EN 1993-1-8:2005 (EC3)
  - Según norma Código Estructural
  - Según norma EN 1992-1-1:2004 (EC2)
- **Cortante:**
  - Según norma EN 1993-1-8:2005 (EC3)
  - Según norma CEN/TS 1992-1-4-1:2009

### Capacidades del anclaje (indistintamente si es corto o largo)

	Anclaje TN20	Anclaje TN24	Anclaje TN30	Anclaje TN39	Anclaje TN39XL
<b>Métrica (Zona roscada)</b>	M20x2,5	M24x3	M30x3,5	M39x4	M39x4
<b>Sección ef. rosca / Ø sección res..</b>	245 mm <sup>2</sup> / 17,66 mm	352 mm <sup>2</sup> / 21,17 mm	561 mm <sup>2</sup> / 26,72 mm	976 mm <sup>2</sup> / 35,25 mm	976 mm <sup>2</sup> / 35,25 mm
<b>Carga axial máx. (1)</b>	96,30 kN	138,70 kN	220,40 kN	383,40 kN	521,00 kN
<b>Carga cortante máx. (2)</b>	31,26 kN	45,04 kN	71,58 kN	124,54 kN	154,91 kN
<b>Carga cortante máx. (3)</b>	6,90 kN	10,80 kN	19,21 kN	36,87 kN	51,15 kN
<b>Equivalencia (4)</b>	Ø16/201 mm <sup>2</sup>	Ø16/314 mm <sup>2</sup>	Ø25/491 mm <sup>2</sup>	Ø32/804 mm <sup>2</sup> o Ø25+Ø20/ 491+314 mm <sup>2</sup>	2Ø20+Ø25/ 2x314+491 1119 mm <sup>2</sup>

<b>Llave de apriete</b>	30 mm	36 mm	46 mm	60 mm	60 mm
<b>Espesor junta (con pies pilar AR)</b>	50 mm	50 mm	50 mm	60 mm	60 mm

**Tabla 5.1 Capacidades de los tornillos de anclaje**

- 1) Capacidad máxima zona roscada a compresión y tracción según norma EC3 (EN1993-1-8:2005).
- 2) Capacidad máxima cortante en zona roscada para situación de junta con relleno realizado, según EC3 (EN-1993-1-8:2005; 3.6.1 Tb 3.4)
- 3) Capacidad máxima cortante en zona roscada para situación montaje sin relleno, según CEN/TS 1992-1-4-1:2009: 5.2.3.4 (con brazo mecánico). Valores de cortante para espesor de junta estándar (según uso de los pies de pilar AR, p.e. para TN30 + AR; junta de 50 mm.)
- 4) Relación directa de capacidades entre los anclajes roscados y barra corrugada B-500s/sd, dimensionado preliminar.

Las cargas definidas en la tabla anterior son las máximas para su estado único, en la realidad se definen casos combinados de tracción/ compresión con estado de cortante por ello, se debe comprobar la situación combinada de las acciones para verificar correctamente el uso de los tornillos de anclaje.

#### **Combinación de cargas:**

#### **Situación de montaje (sin rellenar la junta con mortero)**

Cuando se comprueba la conexión en la fase de montaje del pilar, por tanto, sin rellenar la junta con mortero sin retracción, se debe cumplir la siguiente desigualdad:

$$\frac{N_{md}}{N_{mRd}} + \frac{V_{md}}{V_{mRd}} \leq 1$$

$N_{md}$  = Carga axial ( $\pm$ ) en tornillo durante fase de montaje. Carga mayorada

$N_{mRd}$  =Carga máxima axial en tornillo (Valores tabla anterior)

$V_{md}$  = Carga cortante en tornillo durante fase de montaje. Carga mayorada

$V_{mRd}$  = Carga máxima cortante en tornillo (Valor tabla anterior)

**Situación final (con la junta rellena de mortero):**

En fase final, con la junta rellena de mortero, según EC-3 y Código Estructural, se comprueba el tornillo de anclaje con la siguiente fórmula:

$$\frac{N_d}{1,4 \cdot N_{Rd}} + \frac{V_d}{V_{Rd}} \leq 1$$

$N_d$  = Carga tracción en tornillo durante fase final. Carga mayorada

$N_{Rd}$  = Carga máxima axial en tornillo (Valores tabla anterior)

$V_d$  = Carga cortante en tornillo durante fase final. Carga mayorada

$V_{Rd}$  = Carga máxima cortante en tornillo (Valor tabla anterior)

Para los anclajes cortos, también se determina una comprobación de combinación de cargas según CEN/TS 1992-4-2:2009 con respecto a la verificación del hormigón que aloja los anclajes:

$$\left(\frac{N_d}{N_{Rd}}\right)^{1,5} + \left(\frac{V_d}{V_{Rd}}\right)^{1,5} \leq 1$$

$N_d$  = Carga tracción en tornillo en fase final. Carga mayorada.

$N_{Rd}$  = Carga máxima axial en tornillo.

$V_d$  = Carga cortante en tornillo en fase final. Carga mayorada.

$V_{Rd}$  = Carga máxima cortante en tornillo

## 6. Principios de uso

### Consideraciones de base:

Los tornillos de anclaje han sido diseñados principalmente para cargas estáticas, en el caso de cargas dinámicas, se deben considerar factores de seguridad mayores para tal efecto y cada caso debe ser analizado en particular.

Para aplicar las cargas máximas definidas en la tabla de capacidades, se deben cumplir las condiciones de separación entre anclajes y distancias al borde del elemento que aloja los tornillos (cimentación, jácena, pilar, etc.).

### Principios de diseño:

La conexión tiene dos fases, como ya se ha desglosado anteriormente, una fase previa inicial sin mortero en junta (fase de montaje) y la fase final con la junta llena de mortero sin retracción (tipo GROUT).

En una conexión típica, se entiende que hay, como mínimo cuatro anclajes, uno por cada esquina del pilar, y sobre dicha conexión se tienen las habituales acciones como axial (sea tracción o compresión), momento en ambas direcciones (flexión desviada) y los cortantes correspondientes.

La carga axial genera un estado de compresión o tracción directa sobre los anclajes (por ejemplo, si tenemos una  $N_d$  de compresión con 4 anclajes, cada anclaje soportará una carga de  $N_d/4$ ).

El momento (en cada dirección), generará un axial de compresión y tracción en cada anclaje según la distancia de separación entre anclajes (sea en dirección x o Y), por tanto, un momento  $M_x$  genera un estado de compresión y tracción en los anclajes en una magnitud según distancia entre centro gravedad bloque compresión y eje anclaje (ver croquis de la página siguiente).

El cortante se aplica a una distancia  $L$ , que según norma CEN se determina como la distancia sumada de espesor de GROUT más excentricidades definidas como la mitad el espesor de la pletina del pie de pilar AR o base pilar metálico.

La resultante de las cargas y sus combinaciones generan un estado de cargas sobre el tornillo que debe ser comprobada según definido en la fórmula de la página anterior (fase montaje).

En la fase final, se asimila a una sección de hormigón armado con una sección definida (sección pilar) y una armadura (tornillos de anclaje). La comprobación que realizar es la misma que para dicha sección de hormigón con lo que se determina una equivalencia directa entre capacidad de un tornillo de anclaje y barra corrugada definida (por ejemplo, un tornillo TN30 = barra corrugada  $\varnothing 25$ ).

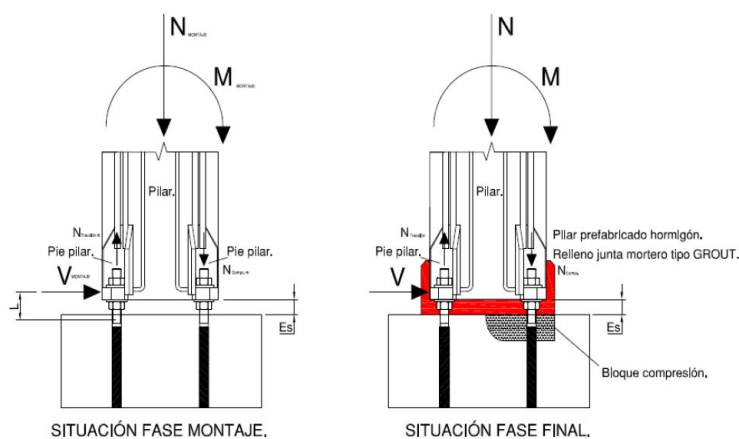


Figura 6.1 Acciones en el pilar en situación de montaje y final

### Condiciones uso anclajes:

#### Anclajes largos TNL:

Los anclajes largos no tienen restricción de uso específica, debe seguirse las prescripciones definidas en las normativas correspondientes (Código Estructural y/o EC-2) para anclajes de barras corrugadas teniendo en cuenta:

- Tipología de hormigón.
- Posición barra durante hormigonado (buena o mala adherencia).

- Recubrimiento por tipo ambiente estructura.
- Disposición de armadura transversal en zona solape.
- Longitud de solape en el caso que se deba comprobar.
  - Se han definido unas tablas según tipo de tornillo largo para medida estándar con las limitaciones correspondientes según condiciones descritas en la normativa Código Estructural.
    - Para cada tornillo de anclaje largo se determina su cumplimiento o no para los casos de solape y parámetros según artículo 49.5.2 de la norma.

### Tabla de uso para tornillo largo TN20L.

#### Validación anclajes según condiciones.

Longitud total de tornillo 1000 mm, zona exterior hormigón 115 mm.

Longitud real de anclaje dentro del hormigón = 885 mm

Distancia solapes	%Barras solapadas a tracción con respecto sección total acero.	HA-25			HA-30			HA-35			HA-40		
		33	50	>50	33	50	>50	33	50	>50	33	50	>50
a ≤ 10Ø (200 mm)	Ls (Posición I)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Ls (Posición II)	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
a > 10Ø (200 mm)	Ls (Posición I)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Ls (Posición II)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI



- En caso de no cumplimiento, se deberá utilizar un anclaje de mayor longitud en función de las condiciones de proyecto (*consultar con departamento técnico de NOXIFER*).
- Comprobación realizada según Código Estructural (método simplificado coeficientes m).
  - Opcionalmente se puede comprobar según tensiones adherencia  $\tau_{bd}$ .
- La tabla está determinada con las condiciones siguientes:
  - Factor recubrimiento:  $\alpha_2 = 0.9$ .
  - Factor armadura transversal no soldada:  $\alpha_3 = 0.9$

**Tabla de uso para tornillo largo TN24L.  
Validación anclajes según condiciones.**

**Longitud total de tornillo 1200 mm, zona exterior hormigón 130 mm.  
Longitud real de anclaje dentro del hormigón = 1070 mm**

Distancia solapes	%Barras solapadas a tracción con respecto sección total acero.	HA-25			HA-30			HA-35			HA-40		
		33	50	>50	33	50	>50	33	50	>50	33	50	>50
a ≤ 10Ø (250 mm)	Ls (Posición I)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Ls (Posición II)	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI
a > 10Ø (250 mm)	Ls (Posición I)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Ls (Posición II)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

- En caso de no cumplimiento, se deberá utilizar un anclaje de mayor longitud en función de las condiciones de proyecto (*consultar con departamento técnico de NOXIFER*).
- Comprobación realizada según Código Estructural (método simplificado coeficientes m).
  - Opcionalmente se puede comprobar según tensiones adherencia  $\tau_{bd}$ .
- La tabla está determinada con las condiciones siguientes:
  - Factor recubrimiento:  $\alpha_2 = 0.9$ .
  - Factor armadura transversal no soldada:  $\alpha_3 = 0.9$

**Tabla de uso para tornillo largo TN30L.  
Validación anclajes según condiciones.**

**Longitud total de tornillo 1500 mm, zona exterior hormigón 150 mm.  
Longitud real de anclaje dentro del hormigón = 1350 mm**

Distancia solapes	%Barras solapadas a tracción con respecto sección total acero.	HA-25			HA-30			HA-35			HA-40		
		33	50	>50	33	50	>50	33	50	>50	33	50	>50
a ≤ 10Ø (320 mm)	Ls (Posición I)	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Ls (Posición II)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	SI	SI	NO
a > 10Ø (320 mm)	Ls (Posición I)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Ls (Posición II)	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI



- En caso de no cumplimiento, se deberá utilizar un anclaje de mayor longitud en función de las condiciones de proyecto (*consultar con departamento técnico de NOXIFER*).
- Comprobación realizada según Código Estructural (método simplificado coeficientes m).
  - Opcionalmente se puede comprobar según tensiones adherencia  $\tau_{bd}$ .
- La tabla está determinada con las condiciones siguientes:
  - Factor recubrimiento:  $\alpha_2 = 0.9$ .
  - Factor armadura transversal no soldada:  $\alpha_3 = 0.9$

### Tabla de uso para tornillo largo TN39L. Validación anclajes según condiciones.

Longitud total de tornillo 2000 mm, zona exterior hormigón 180 mm.  
Longitud real de anclaje dentro del hormigón = 1820 mm

Distancia solapes	%Barras solapadas a tracción con respecto sección total acero.	HA-25			HA-30			HA-35			HA-40		
		33	50	>50	33	50	>50	33	50	>50	33	50	>50
$a \leq 10\varnothing$ (400 mm)	Ls (Posición I)	NO	NO	NO	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI
	Ls (Posición II)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
$a > 10\varnothing$ (400 mm)	Ls (Posición I)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Ls (Posición II)	NO	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI

- En caso de no cumplimiento, se deberá utilizar un anclaje de mayor longitud en función de las condiciones de proyecto (*consultar con departamento técnico de NOXIFER*).
- Comprobación realizada según Código Estructural (método simplificado coeficientes m).
  - Opcionalmente se puede comprobar según tensiones adherencia  $\tau_{bd}$ .
- La tabla está determinada con las condiciones siguientes:
  - Factor recubrimiento:  $\alpha_2 = 0.9$ .
  - Factor armadura transversal no soldada:  $\alpha_3 = 0.9$

### Tabla de uso para tornillo largo TN39XLL. Validación anclajes según condiciones.

Longitud total de tornillo 1900 mm, zona exterior hormigón 190 mm.  
Longitud real de anclaje dentro del hormigón = 1710 mm

Distancia solapes	%Barras solapadas a tracción con respecto sección total acero.	HA-25			HA-30			HA-35			HA-40		
		33	50	>50	33	50	>50	33	50	>50	33	50	>50
a ≤ 10Ø (433 mm)	Ls (Posición I)	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Ls (Posición II)	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	SI	NO
a > 10Ø (433 mm)	Ls (Posición I)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Ls (Posición II)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

- En caso de no cumplimiento, se deberá utilizar un anclaje de mayor longitud en función de las condiciones de proyecto (*consultar con departamento técnico de NOXIFER*).
- Comprobación realizada según Código Estructural (método simplificado coeficientes m).
  - Opcionalmente se puede comprobar según tensiones adherencia  $\tau_{bd}$ .
- La tabla está determinada con las condiciones siguientes:
  - Factor recubrimiento:  $\alpha_2 = 0.9$ .
  - Factor armadura transversal no soldada:  $\alpha_3 = 0.9$

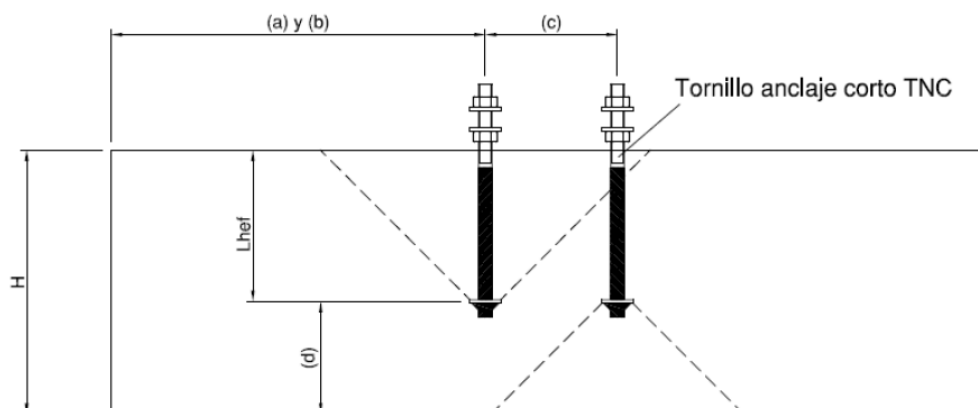
### **Anclajes cortos TNC:**

Los anclajes cortos presentan una geometría y operativa que demanda ciertas exigencias a contemplar para su correcto uso.

Los esfuerzos que el tornillo puede soportar deben ser transferidos al hormigón que lo aloja, dicha transferencia se realiza a través de la zona corrugada del anclaje (insuficiente por su corta longitud) y del cabezal inferior que genera el cono de anclaje en el hormigón.

Para que dicho cono de hormigón funcione correctamente, se deben cumplir unas condiciones geométricas de la zona en que está colocado, en caso de no cumplirse alguna condición, según casos, se resuelve con armadura adicional en la zona definida.

Las condiciones geométricas básicas a cumplir son las siguientes:



**Figura 6.2 Condiciones geométricas básicas**

La comprobación de la geometría mínima, que es vinculante, se realiza según el Anejo 19 Apartado 6.7 del Código Estructural y, análogamente, del artículo 6.7 (áreas parcialmente cargadas) de la norma EN-1992-1-1:2004 (EC-2).

- **Distancia a borde de cimentación (a)  $\geq$  10 veces la métrica (10xM).**
  - Si la distancia es menor, se requiere de armadura adicional.
  - Por ejemplo, caso TN30C, distancia a referencia es  $10 \times 3 = 30$  cm.
- **Distancia mínima insalvable a borde (b)  $\geq$  3.1 veces la métrica (3.1xM).**
  - Esta distancia es para alojar el área homotética  $A_{c1}$  que genera la carga concentrada del cabezal inferior.
  - Por ejemplo, caso TN30C, mínima distancia de  $3.1 \times 3 = 9.30$  cm
- **Distancia mínima entre centros de tornillos (c)  $\geq$  6 veces la métrica, (6xM).**
  - Valor que viene definido por el doble de la distancia mínima anterior.
  - Por ejemplo, caso TN30C, mínima distancia de  $6 \times 3 = 18$  cm.
- **Distancia mínima inferior (d)  $\geq$  5 veces la métrica (5xM).**
  - Distancia por punzonamiento inferior por cargas de compresión en el tornillo. En caso de no cumplirse, se debe disponer armadura adicional.
  - Por ejemplo, para TN30C, medida de 150 mm = canto mínimo zapata de 500 mm (contando 350 mm de Lhef).

### Armadura adicional:

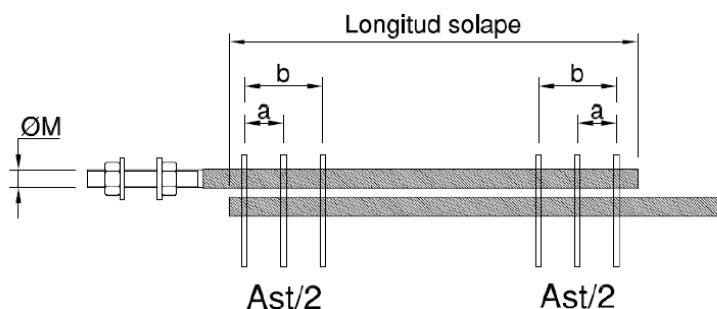
En todos casos, se requiere de cierta armadura adicional, parte de dicha armadura por recomendación de la norma Código Estructural y EC-2, y parte por no cumplir algún requisito mencionado, principalmente para el caso de los anclajes cortos TNC.

Dicha armadura tiene la función de transferir los esfuerzos de los anclajes al hormigón del elemento que aloja dichos anclajes.

### Armadura para los anclajes largo TNL:

En el caso de los anclajes largos, la armadura requerida será en función de la necesidad de cada caso, por ejemplo, en los casos que tenemos solapes del anclaje TNL con la armadura que solapa.

Según EC-2 artículo 8.7.4, se define una armadura transversal en zona de solape ( $A_{st}$ ) para dicho uso y se define:



**Figura 6.3 Cotas de la longitud de solape y armadura transversal**

Valor de  $a \leq 150$  mm.

Valor de  $b = \text{Longitud solape} / 3$

Anclaje TN20L;  $A_{st} = 201 \text{ mm}^2$  ( $4\emptyset 8$ ) ( $A_{st}/2 = 2\emptyset 8$ )

Anclaje TN24L;  $A_{st} = 314 \text{ mm}^2$  ( $8\emptyset 8$ ) ( $A_{st}/2 = 4\emptyset 8$ )

Anclaje TN30L;  $A_{st} = 491 \text{ mm}^2$  ( $10\emptyset 8$ ) ( $A_{st}/2 = 5\emptyset 8$ )

Anclaje TN39L;  $A_{st} = 804 \text{ mm}^2$  ( $16\emptyset 8$ ) ( $A_{st}/2 = 8\emptyset 8$ )

Anclaje TN39XLL;  $A_{st} = 1120 \text{ mm}^2$  ( $22\emptyset 8$ ) ( $A_{st}/2 = 11\emptyset 8$ )

Esta armadura transversal es para cada solape, si es un pilar con cuatro anclajes, el estribo servirá para los cuatro anclajes, en el caso de tener seis anclajes, se debe disponer estribos que cierren los anclajes centrales.

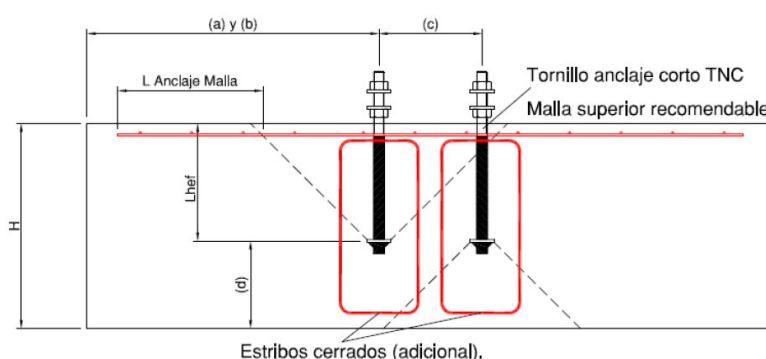
En el caso de empalme de pilares o sobre pilastras de muros, en que la superficie del elemento que aloja el anclaje largo tenga una sección igual o similar a la sección del pilar, se debe contemplar una armadura transversal derivada de los esfuerzos que se transfieren como es el cortante así como de la carga concentrada que transmite compresiones.

### **Armadura para los anclajes cortos TNC:**

En el caso de los anclajes cortos, las restricciones son mayores y, por tanto, más casos en que la armadura adicional será necesaria.

Como recomendación general, se debería disponer cierta armadura en la cara superior para poder asegurar un cierto “anclaje” del cono de hormigón generado (normalmente en casos de tornillos traccionados) en dónde se generan unos esfuerzos importantes y que es conveniente de darle cierta ductilidad al hormigón.

Dicha armadura superior, puede resolverse con una malla superior, como se describe en croquis adjunto o con barras sueltas con la misma cuantía dispuestas en la zona próxima al tornillo de anclaje.



**Figura 6.4 Disposición de la armadura superior**

Malla/armadura superior según anclajes:

Anclaje TN20C;  $A_{Malla} = 138 \text{ mm}^2$  (dos direcciones = malla 25x25Ø8)

Anclaje TN24C;  $A_{Malla} = 210 \text{ mm}^2$  (dos direcciones = malla 20x20Ø8)

Anclaje TN30C;  $A_{Malla} = 330 \text{ mm}^2$  (dos direcciones = malla 15x15Ø8)

Anclaje TN39C;  $A_{Malla} = 576 \text{ mm}^2$  (dos direcciones = malla 10x10Ø10)

Anclaje TN39XLC;  $A_{Malla} = 663 \text{ mm}^2$  (dos direcciones = malla 15x15Ø12)

En caso de no cumplirse requisitos geométricos mínimos (lateral o inferior):

Anclaje TN2C;  $A_{st} = 201 \text{ mm}^2$  (2 estribos Ø8)

Anclaje TN24C;  $A_{st} = 314 \text{ mm}^2$  (4 estribos Ø8 o 2 estribos Ø10)

Anclaje TN30C;  $A_{st} = 491 \text{ mm}^2$  (4 estribos Ø10)

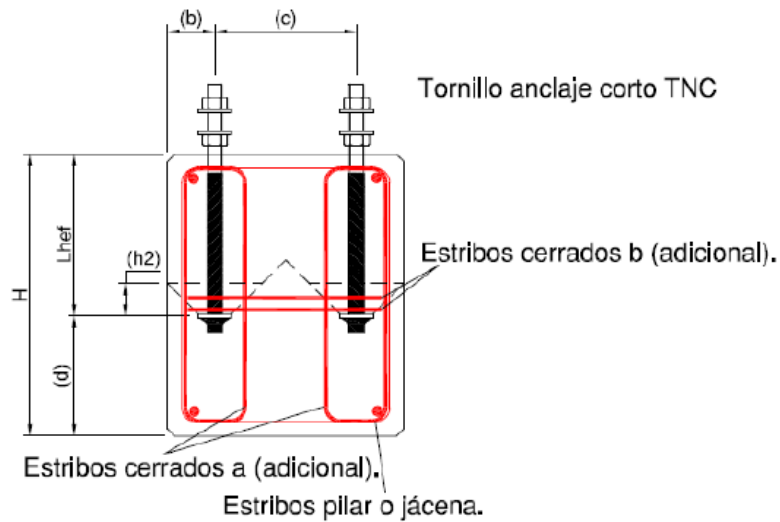
Anclaje TN39C;  $A_{st} = 804 \text{ mm}^2$  (4 estribos Ø12 o 2 estribos Ø16)

Anclaje TN39XLC;  $A_{st} = 1119 \text{ mm}^2$  (6 estribos Ø12 + 4 estribos Ø16)

La función de estos estribos es la de “coser” el cono de hormigón, qué, por alguna limitación (geométrica principalmente), no puede transferir el esfuerzo del anclaje al resto del elemento (cimentación, etc.), por ello, dicha armadura es la que se encarga de realizar dicha función. La capacidad de la armadura debe ser igual o superior a la tracción máxima del anclaje que está traccionado.

Se puede dar el caso de disponer los anclajes cortos en una sección reducida, como puede ser un pilar o una jácena, para generar un nudo rígido o un apeo de un pilar. En estos casos, se debe considerar la distancia mínima definida de  $3.1xM$  (valor de b).

Con ello, se define una armadura adicional según croquis:



**Figura 6.5 Armadura adicional**

Los estribos cerrados a, se rigen por los valores anteriores.

Estribos cerrados b:

- Anclaje TN20C;  $A_{st} = 29 \text{ mm}^2$  (1Ø8)
- Anclaje TN24C;  $A_{st} = 40 \text{ mm}^2$  (1Ø8)
- Anclaje TN30C;  $A_{st} = 68 \text{ mm}^2$  (2Ø8)
- Anclaje TN39C;  $A_{st} = 120 \text{ mm}^2$  (3Ø8)
- Anclaje TN39XLC;  $A_{st} = 160 \text{ mm}^2$  (4Ø8)

En función de la carga de tracción de cada tornillo, tipo de hormigón (HA-25, etc.) y de las condiciones de anclaje, la responsabilidad de la zona del cono puede ser variable, con lo que las limitaciones pueden ser reducidas, en dichos casos, consultar con departamento técnico de NOXIFER.



## 7. Durabilidad

Los elementos embebidos en el hormigón son barras corrugadas B500s/sd, para garantizar su adherencia entre ambos materiales, tal como define la norma estructural Código Estructural y EC-2.

El ambiente definido para la estructura (sea en su totalidad o por zonas), debe asimilarse para la conexión atornillada con los elementos descritos, por ello, se debe tener en cuenta su diseño para cumplir con las exigencias de cada caso.

Para los anclajes largos TNL, la condición de durabilidad viene determinada por el recubrimiento mínimo según clase de exposición, se define en artículo 44 del Código Estructural y también en relación a la norma EN-1992-1-1 (EC-2), capítulo 4.

Para los anclajes cortos TNC se definen los mismos criterios que para el tornillo largo, pero los requisitos descritos anteriormente (medida mínima de 3.1xM), son más desfavorables por lo que generalmente se cumplen los recubrimientos más exigentes.

Se debe tener en cuenta la parte exterior (zona roscada) por el tema de la durabilidad. En la mayoría de los casos, la conexión roscada se acaba protegiendo con el mortero de relleno de la junta (recubrimiento efectivo con mortero sin retracción), pero, según casos, se debe contemplar un acabado superficial según exigencias (galvanizado en caliente, inoxidable, etc.)

La exigencia en los elementos metálicos se define por el grado de corrosión según el artículo 80 del Código Estructural.

## 8. Colocación tornillos de anclaje

Para la colocación de los tornillos de anclaje se debe tener en cuenta los siguientes pasos preliminares:

- Comprobar que el tipo de tornillo de anclaje es el correcto según planos de la dirección facultativa.
  - Tipología corta o larga.
  - Capacidad tornillo o modelo de tornillo (20, 24, 30 o 39).
- Verificar que tipo de tornillo seleccionado puede ser colocado en el elemento de hormigón que va a ser ejecutado (zapata de cimentación según canto, losa de hormigón, encepado de pilotes o micropilotes, muro gravitacional, pilastra, etc.)
  - Es importante que se haya realizado correctamente la selección del anclaje según se ha definido en este documento (distancia a bordes, longitud de anclaje, armadura adicional, etc.).
- Utilización de una plantilla de colocación para:
  - Determinar una posición fija de todos los anclajes que se dispongan para un pilar (por ejemplo, una plantilla para un pilar de 50x50, con más de cuatro anclajes, etc.).
  - Referenciar la posición del grupo de anclajes con respecto a unos ejes del pilar para que el posterior montaje del pilar se realice en la posición correcta según planos constructivos.
  - Evitar que dichos anclajes se muevan durante la fase de hormigonado, por lo que dicha plantilla se debe fijar a un punto fijo que no se pueda mover.

## 8.1. Consideraciones

### 8.1.1. Medidas geométricas de colocación

Tornillo anclaje indistinto TNC o TNL

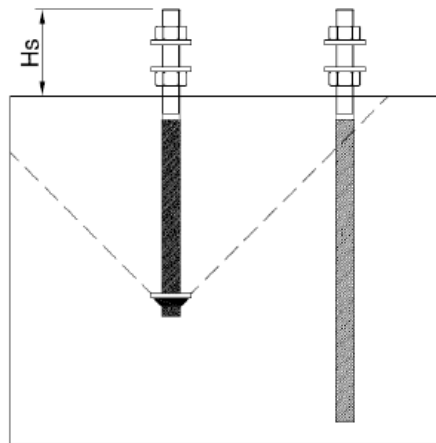


Figura 8.1 Medidas geométricas de colocación

Valor Hs según modelo:

- Anclaje TN20; Hs = 115 mm; 11.5 cm.
- Anclaje TN24; Hs = 130 mm; 13.0 cm.
- Anclaje TN30; Hs = 150 mm; 15.0 cm.
- Anclaje TN39; Hs = 180 mm; 18.0 cm.
- Anclaje TN39XL; Hs = 190 mm; 19.0 cm.

### 8.1.2. Tolerancias de colocación

- Las tolerancias son muy reducidas, sobre todo en el plano de los tornillos. La tolerancia viene determinada por la diferencia entre el agujero del pie de pilar o agujero de la pletina del pilar metálico y el diámetro del tornillo de anclaje. Por ejemplo, si el agujero es de 40 mm, para el tornillo de TN30 (corto o largo) con diámetro métrica de 30 mm, la tolerancia es de  $\pm 5$  mm.

- La tolerancia en altura, en referencia a la medida Hs anterior, depende del elemento a conectar con los tornillos de anclaje. Para el caso de un pilar metálico con una pletina de un cierto grosor, dependerá de dicho espesor, pero es preferible que el tornillo quede más alto que bajo, según caso, se debe consultar con el departamento técnico de NOXIFER.

### 8.1.3. Plantilla de colocación

- Es el elemento más importante de la colocación de los tornillos de anclaje, de este elemento depende su correcta colocación y posibles tolerancias del sistema.
- Existen varias tipologías de plantilla, pero hay que tener en cuenta varios aspectos:
  - Rigidez de la plantilla: Debe mantener su integridad estructural para poder garantizar que con el peso de los tornillos no se deforme, así como las situaciones en que la armadura del elemento fuerce a que los tornillos se muevan o se inclinen.
  - Permitir el llenado y vibrado de hormigón de la zona donde se alojarán los tornillos de anclaje.
  - Proteger la rosca durante hormigonado y que posteriormente sea reutilizable.

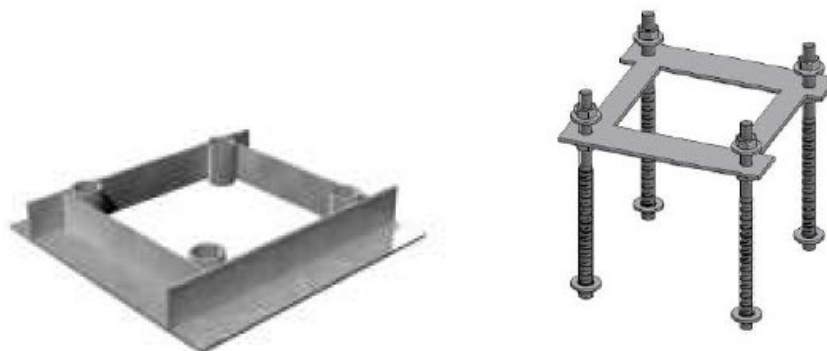
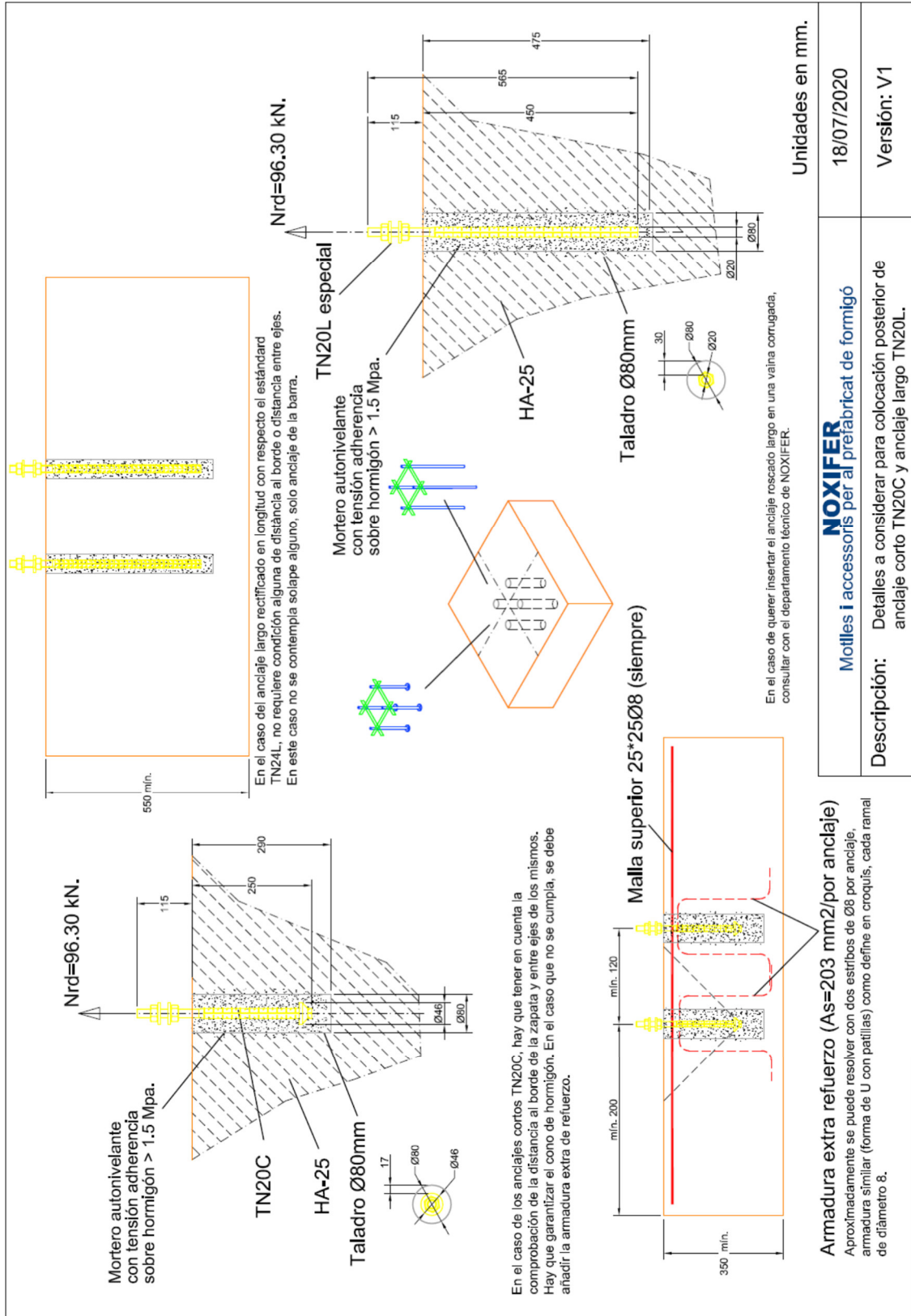
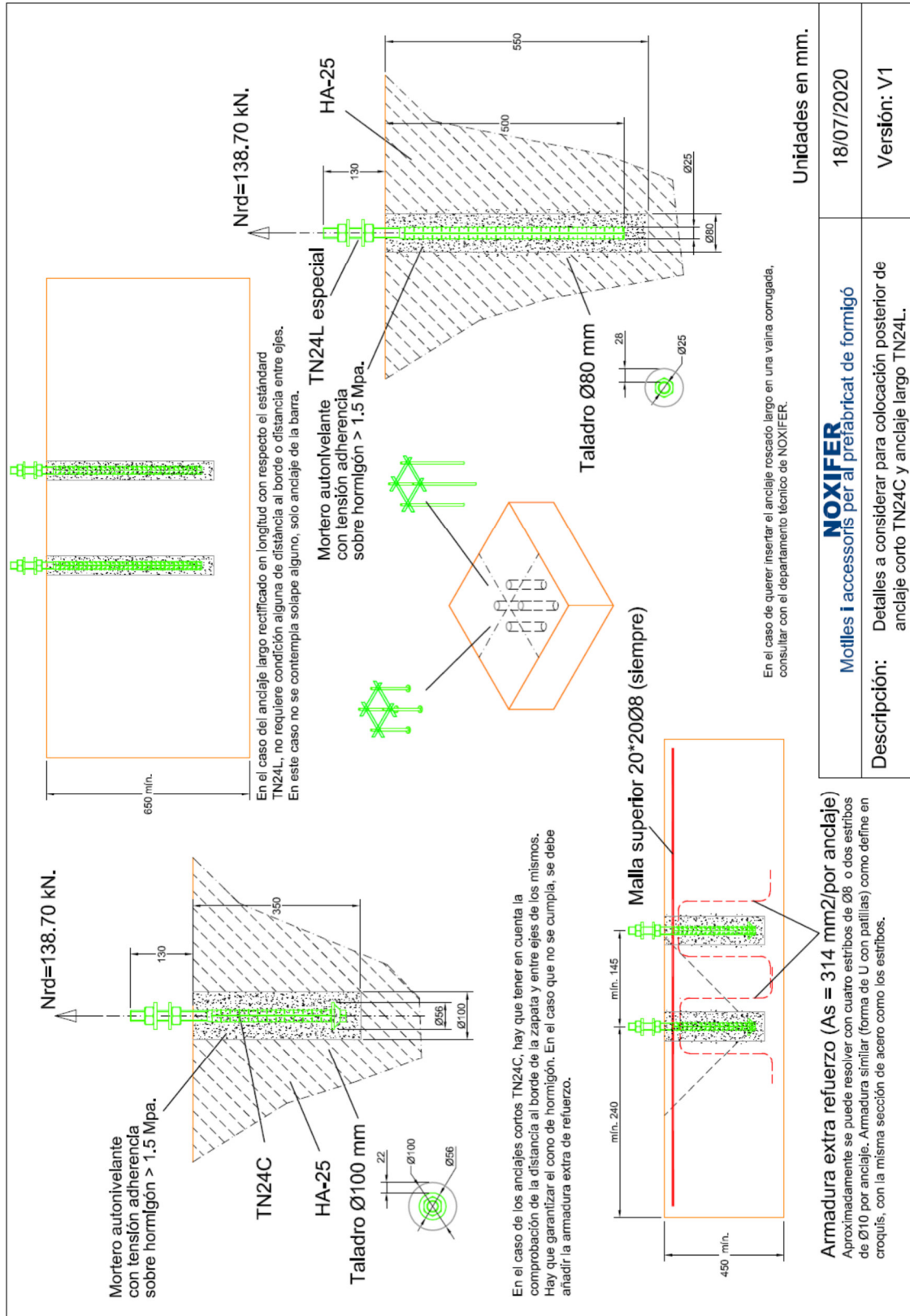


Figura 8.2 Ejemplos de plantillas de colocación

#### 8.1.4. Colocación posterior a hormigonado:

- En este apartado se definen varios detalles para la colocación de los anclajes una vez se ha realizado el hormigonado del soporte (cimentación, jácena, etc.).
- También, define, a su vez, las opciones previas a tener en cuenta para dejar la cimentación o jácena preparada para poder disponer los anclajes a posteriori, por la circunstancia que sea (material no disponible en obra, circulación de maquinaria pesada en la fase constructiva, etc.).
- Se describen los detalles para los cinco tipos de anclajes que se han descrito en este manual:
  - Colocación anclaje TN20.
  - Colocación anclaje TN24.
  - Colocación anclaje TN30.
  - Colocación anclaje TN39.
  - Colocación anclaje TN39XL.





**Armadura extra refuerzo (As = 314 mm<sup>2</sup>/por anclaje)**  
Aproximadamente se puede resolver con cuatro estribos de Ø8 o dos estribos de Ø10 por anclaje. Armadura similar (forma de U con patillas) como define en croquis, con la misma sección de acero como los estribos.

**NOXIFER**  
Morteros i accesoris per al prefabricat de formigó

**Descripción:** Detalles a considerar para colocación posterior de anclaje corto TN24C y anclaje largo TN24L.

18/07/2020

Versión: V1



**Nrd=220,40 kN.**

En el caso del anclaje largo rectificado en longitud con respecto al estándar TN30L, no requiere condición alguna de distancia al borde o distancia entre ejes. En este caso no se contempla solape alguno, solo anclaje de la barra.

**TN30L especial**

Mortero autonivelante con tensión adherencia sobre hormigón > 1.5 Mpa.

HA-25

700

650

150

Ø80

Ø32

Taladro Ø80 mm

24

Ø80

Ø32

En el caso de querer insertar el anclaje roscado largo en una vaina corrugada, consultar con el departamento técnico de NOXIFER.

Unidades en mm.

18/07/2020

Verión: V1

**Motiles i accessoris per al prefabricat de formigó**

**NOXIFER**

**Descripción:** Detalles a considerar para colocación posterior de anclaje corto TN30C y anclaje largo TN30L.

**Armadura extra refuerzo (As=491 mm2/por anclaje)**  
Aproximadamente se puede resolver con cuatro estribos de Ø10 por anclaje. Armadura similar (forma de U con patillas) como define en croquis, con la misma sección de acero como los estribos.

**Malla superior 15\*15Ø8 (siempre)**

**Mortero autonivelante con tensión adherencia sobre hormigón > 1.5 Mpa.**

**TN30/C**

**HA-25**

**Taladro Ø120 mm**

25

Ø120

Ø70

420

150

**Nrd=220,40 kN.**

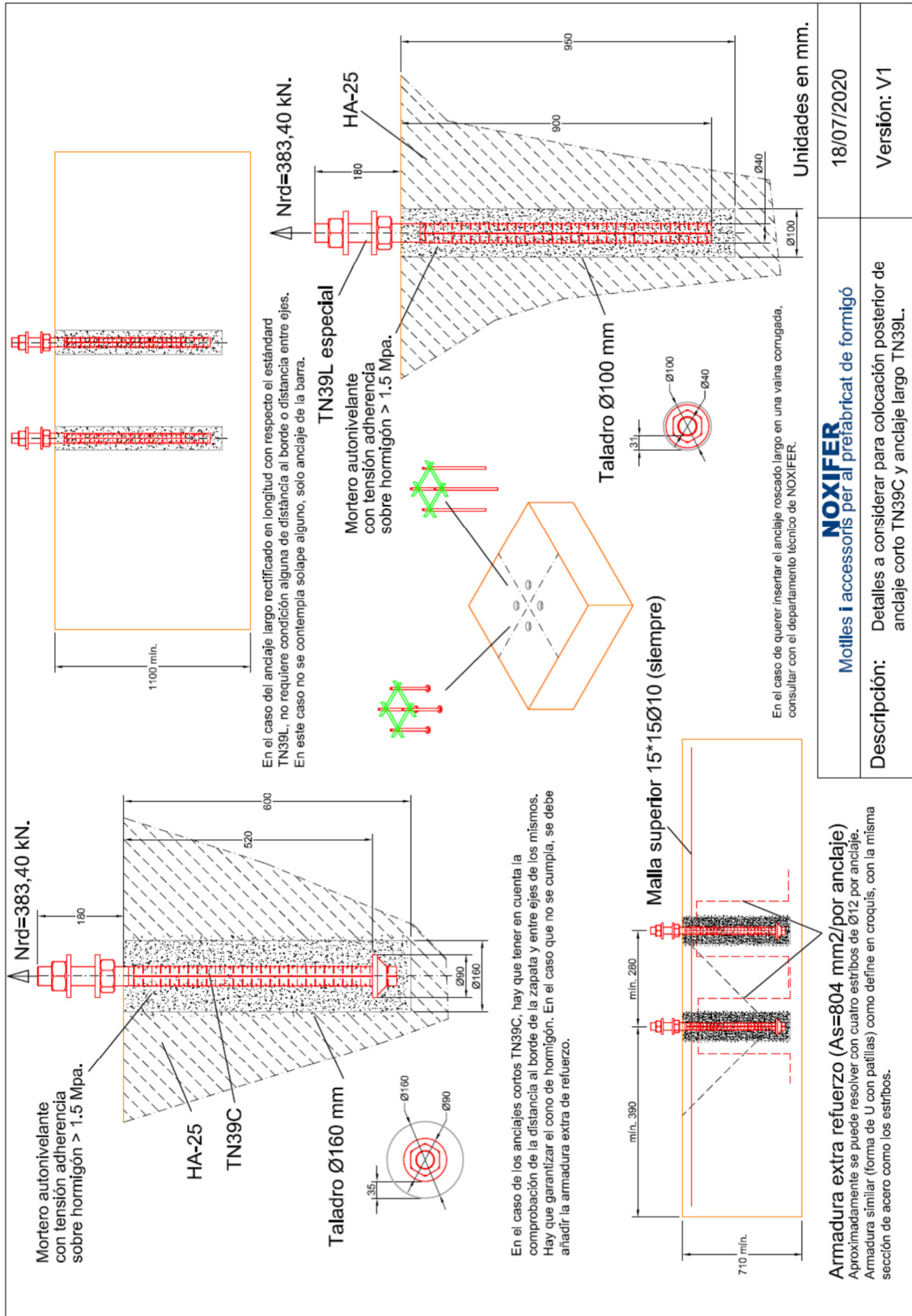
En el caso de los anclajes cortos TN30C, hay que tener en cuenta la comprobación de la distancia al borde de la zapata y entre ejes de los mismos. Hay que garantizar el cono de hormigón. En el caso que no se cumpla, se debe añadir la armadura extra de refuerzo.

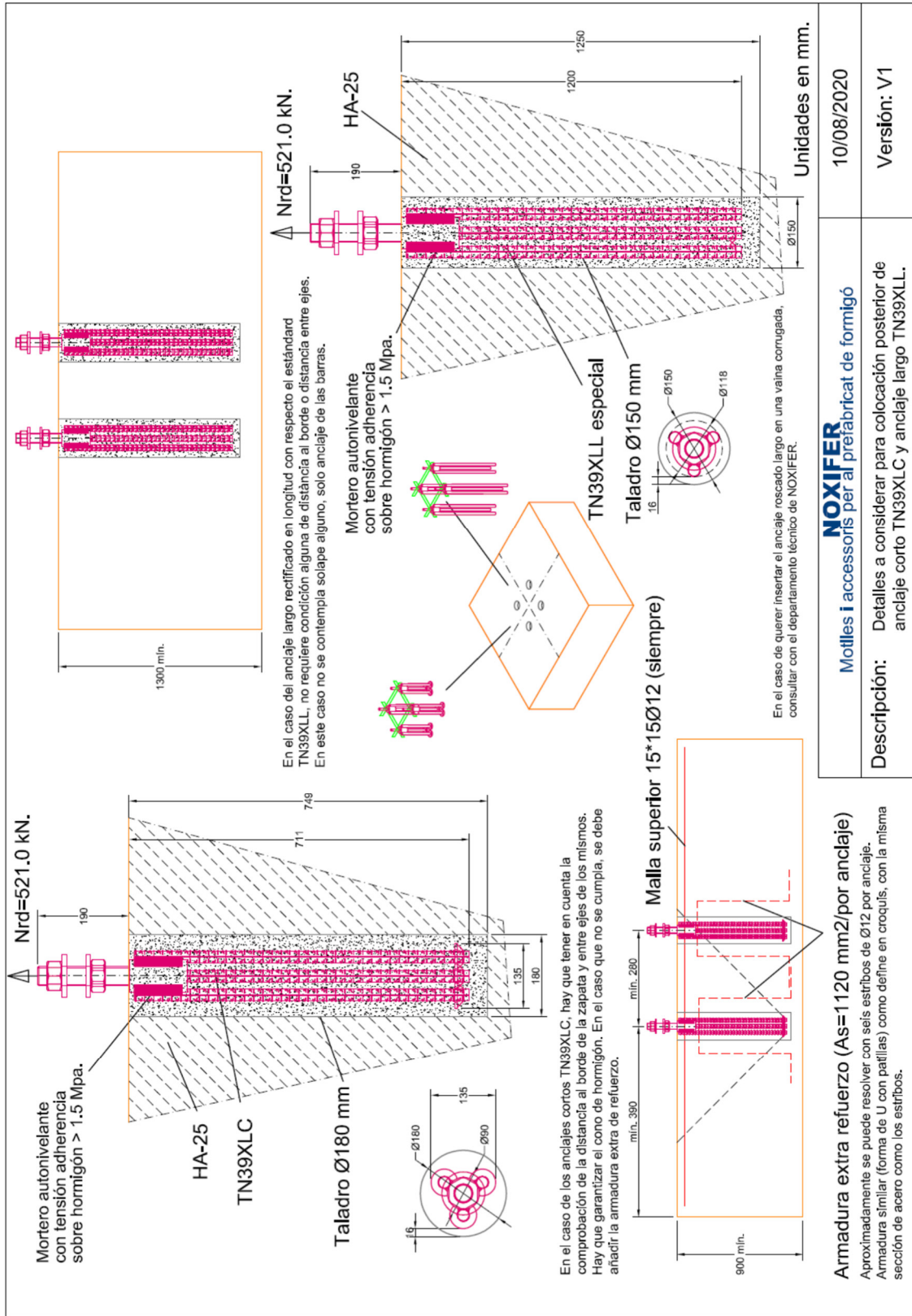
500 mín.

300 mín.

180 mín.







**Armadura extra refuerzo (As=1120 mm2/por anclaje)**  
Aproximadamente se puede resolver con seis estribos de Ø12 por anclaje.  
Armadura similar (forma de U con patillas) como define en croquis, con la misma sección de acero como los estribos.