



NAE 108

NORMA ADIF ELECTRIFICACIÓN

# MONTAJE DE SUSTENTADOR E HILO DE CONTACTO DE LA LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

2ª EDICIÓN: MAYO 2025

Este documento normativo se presenta como "BORRADOR" a efectos de consulta a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV. Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.

**CONTROL DE CAMBIOS Y VERSIONES**

Revisión		Modificaciones	Puntos Revisados
Nº	Fecha		
1	2ª Edición mayo 2025	Se amplía tanto el objeto como el campo de aplicación de la norma a los cables del sustentador e hilos de contacto de las catenarias 1,5 kV c.c., 3 kV c.c. y 25 kV c.a. y se sustituye el concepto de modernización por el de renovación.	1-2
		Se añade un nuevo apartado de definiciones con ampliación de términos empleados en el glosario de la edición anterior.	3
		Se reestructura el documento y se trasladan los datos de los tenses de los hilos de contacto y sustentador al Anexo I de la nueva edición. Reestructuración y ampliación del proceso de tendido del sustentador e hilos de contacto.	4-5
		Nuevo apartado: Tense de tendido. Sobretense.	7
		Se eliminan los anexos existentes, que se sustituyen por los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>Anexo I: Características del sustentador e hilo de contacto.</li> <li>Anexo II: Desplazamiento horizontal de ménsula.</li> <li>Anexo III: Desplazamiento vertical de la columna de contrapesos.</li> <li>Anexo IV: Mapa de temperaturas.</li> </ul>	Anexos I-IV

### **EQUIPO REDACTOR**

Grupo de Trabajo GT-300. Línea Aérea de Contacto.

<p>Propone:</p>  <p>Grupo de trabajo GT-300 Fecha: 14 de mayo de 2025</p>	<p>Aprueba:</p> <p>Comité de Normativa Reunión de XX de XX de XXXX</p>
--	--

Este documento normativo se presenta como "BORRADOR" a efectos de consulta a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV.  
Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

## PÁGINA

1.- OBJETO .....	6
2.- CAMPO DE APLICACIÓN .....	6
3.- DEFINICIÓN DE TÉRMINOS EMPLEADOS .....	6
4.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CABLE SUSTENTADOR Y DEL HILO DE CONTACTO .....	7
4.1.- CABLE SUSTENTADOR .....	7
4.2.- HILO DE CONTACTO .....	7
5.- CONDICIONES DEL PROCESO DE TENDIDO .....	8
5.1.- GENERALIDADES .....	8
5.2.- PROCESO DE TENDIDO DE NUEVA INSTALACIÓN .....	8
5.2.1.- INSTALACIÓN DE LA COLA DE ANCLAJE DEL CANTÓN INICIAL .....	9
5.2.2.- TENDIDO DE HILO Y CABLE SUSTENTADOR .....	9
5.2.3.- COLOCACIÓN PROVISIONAL DEL SUSTENTADOR E HILO DE CONTACTO SOBRE LAS MÉNSULAS .....	10
5.2.3.1.- POLEAS DE SUJECIÓN PARA EL SUSTENTADOR .....	10
5.2.3.2.- AMARRE PROVISIONAL DEL HILO DE CONTACTO SOBRE LA MÉNSULA .....	10
5.2.4.- ANCLAJE FINAL Y DESBLOQUEO DE POLEAS .....	11
5.2.4.1.- SUSTENTADOR .....	11
5.2.4.2.- HILO DE CONTACTO .....	12
5.3.- PROCESO DE TENDIDO DE SUSTITUCIÓN O REPARACIÓN .....	12
5.3.1.- SUSTENTADOR .....	12
5.3.2.- HILO DE CONTACTO .....	13
6.- POSICIÓN DE LA MÉNSULA. DESPLAZAMIENTO LATERAL .....	13
7.- TENSE DE TENDIDO. SOBRETENSE .....	14
7.1.- DEL CABLE SUSTENTADOR .....	14
7.2.- DEL HILO DE CONTACTO .....	14
8.- MEDIOS MATERIALES .....	14
8.1.- POLEAS DE TENDIDO .....	14
8.2.- PORTABOBINAS .....	15
8.3.- PLATAFORMA-CASTILLETE .....	15
8.4.- DINAMÓMETROS .....	15
8.5.- TERMÓMETROS .....	16
8.6.- TREN DE TENDIDO .....	16
8.7.- CABRESTANTES .....	16
9.- NORMATIVA DEROGADA .....	16
10.- DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y ENTRADA EN VIGOR .....	16
11.- NORMATIVA DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFÍA .....	16
I.ANEJO 1. CARACTERÍSTICAS DE SUSTENTADOR E HILO DE CONTACTO .....	18

II.ANEJO 2. DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL DE MÉNSULA ..... 20  
III.ANEJO 3. DESPLAZAMIENTO VERTICAL DE LA COLUMNA DE CONTRAPESOS ..... 23  
IV.ANEJO 4. MAPA DE TEMPERATURAS MEDIAS ..... 27

BORRADOR

Este documento normativo se presenta como "BORRADOR" a efectos de consulta a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV.  
Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.

## 1.-OBJETO

La presente norma tiene por objeto unificar, definir y fijar las condiciones en las que se han de llevar a cabo los trabajos de ejecución del montaje del cable sustentador e hilos de contacto de la Línea Aérea de Contacto en Adif y Adif AV (en adelante, Adif).

## 2.-CAMPO DE APLICACIÓN

Será de aplicación a los trabajos de montaje de los cables sustentador e hilos de contacto de la Línea Aérea de Contacto tanto en catenarias de 1,5 kV c.c., 3 kV c.c. como en 25 kV c.a., que se lleven a cabo dentro del ámbito de cualquier proyecto constructivo de obra nueva, rehabilitación y controles de calidad de las instalaciones de electrificación de tracción de Adif. Igualmente será de aplicación en todo lo que les afecte a las obras de renovación.

## 3.-DEFINICIÓN DE TÉRMINOS EMPLEADOS

**Cabrestante:** elemento de tiro o de retención, manual o motorizado, a través de cuerda, cable o cadena.

**Carga de rotura:** fuerza máxima que un material puede soportar antes de romperse. También se le conoce como resistencia a la tracción.

**Coefficiente de seguridad:** Relación entre la carga de rotura y el tense máximo de los cables, tanto del sustentador como del hilo de contacto.

**Eslinga:** Elemento intermedio que permite enganchar una carga a un gancho de izado o de tracción. Consiste en una cinta con un ancho o largo específico.

**Freno de ménsula:** Pieza que se coloca provisionalmente en el tacón de la ménsula para evitar su desplazamiento, durante el tendido del sustentador.

**Ganchos de tendido:** Gancho de cobre que se utiliza en el proceso de tendido de los hilos de contacto, hasta tanto se efectúe la operación del pendolado.

**Polea de tendido:** Rueda que puede girar libremente sobre su eje, con una llanta de forma apropiada para que pueda arrastrar el cable durante la operación de tendido y que se coloca en los puntos de apoyo, en tendidos a cielo abierto, o en cada suspensión, en tendido soterrado o en túnel.

**Polipasto manual de palanca:** Herramienta portátil de fuerza manual para tracción del cable de acero.

**Ranas de tendido o rana tensora:** Clemas o cuñas que se utilizan para amarrar provisionalmente los cables o hilos a las colas de anclaje.

**Retencionado:** Es la acción de sujetar el cable a la suspensión mediante una eslinga o preformado.

**Sobretense:** Incremento sobre el tense nominal, que se añade tras al tendido del cable, para facilitar la eliminación de posibles tensiones residuales existentes en el cable. Este sobretense será como máximo de un 20% sobre el tense nominal de diseño, y será necesario siempre y cuando no sea posible realizar el tendido inicialmente a tensión nominal. El sobretense se ejercerá durante un mínimo de 24h, siendo recomendable mantenerlo durante un plazo de 48h.

**Soporte de tendido:** herraje que se coloca en la ménsula para las operaciones de tendido del sustentador a cielo abierto para soportar la polea de tendido.

**Tense de tendido o tensión mecánica de tendido:** fuerza que se aplica a un conductor a lo largo del proceso de instalación.

**Tensión de tendido máxima:** Tensión máxima admisible a la cual se puede tender el cable, cuyo valor viene dado en función de la carga de rotura del cable y el coeficiente de seguridad.

**Tensión de tendido mínima:** Tense mínimo a aplicar al cable durante el proceso de tendido.

**Tense nominal de diseño:** Tensión mecánica nominal que viene definida por diseño del cable.

**Tren de tendido:** serie de vehículos acoplados, castillete, plataforma, plataforma portabobinas, vagón almacén, etc., para la realización de las operaciones del tendido y montaje de la catenaria.

#### **4.-CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CABLE SUSTENTADOR Y DEL HILO DE CONTACTO**

Las características generales del cable sustentador y del hilo de contacto, según el tipo de catenaria, son las que se resumen a continuación:

##### **4.1.-CABLE SUSTENTADOR**

En la electrificación de tracción, tanto en corriente continua como en corriente alterna se utiliza como sustentador cable de cobre duro Cu ETP, cuya denominación viene determinada por los valores de sus secciones.

Las características del cable sustentador vienen definidas en la norma UNE 207015 y en la Especificación Técnica ET 03.364.158.0 Conductores de cobre desnudos para electrificación.

De manera general, los cables para sustentador empleados son los siguientes:

- Cu 95 mm<sup>2</sup>.
- Cu 150 mm<sup>2</sup>.
- Cu 185 mm<sup>2</sup>.

En la tabla 1 del Anejo 1 de la presente norma pueden encontrarse los valores de tense a aplicar en cada caso según el tipo de catenaria.

##### **4.2.-HILO DE CONTACTO**

Los hilos de contacto siguen vienen definidos según la norma UNE-EN 50149, así como la Especificación Técnica ET 03.364.291.9 "Hilo ranurado para la Línea Aérea de Contacto".

Los hilos de contacto empleados, de manera general, son los indicados a continuación:

- BC 107 Cu ETP
- BC 120 CuAg 0.1
- BC 150 CuAg 0.1

- BC 150 CuMg 0.5
- AC 120 CuMg 0,5

En la tabla 2 del Anejo 1 de la presente norma pueden encontrarse los valores de tense a aplicar en cada caso según el tipo de catenaria.

## 5.-CONDICIONES DEL PROCESO DE TENDIDO

El presente apartado describe el método de montaje a seguir, tanto para el sustentador como para el hilo de contacto en el caso de nuevas instalaciones, sustituciones y/o renovaciones de catenaria.

### 5.1.-GENERALIDADES

El tendido de los cables se realizará por cantones completos, de manera que no existan empalmes de sustentador e hilo de contacto. Para ello, los cables se suministrarán en bobinas debidamente identificadas, de longitud igual a la de cada cantón.

Antes del inicio de las operaciones de tendido se deberá comprobar que han sido ejecutadas las actividades previas de forma correcta y conforme a lo especificado para ellas, entre las que se destacan por su importancia las siguientes:

- El montaje de los postes proyectados estará completamente finalizado, con el desplome sin carga prescrito en función del radio de la alineación.
- Las ménsulas montadas sobre sus soportes, equipadas con los conjuntos de suspensión correspondientes.

Para satisfacer la condición de descentramiento de la alineación de la catenaria respecto al eje del pantógrafo se establece, como condición previa a la colocación y retencionado del cable sustentador, la conveniencia de que los conjuntos de suspensión de la catenaria de los brazos de atirantado estén colocados en la ménsula en su posición de descentramiento, siendo el atirantado hacia dentro del poste y atirantado hacia fuera del poste, dependiendo del trazado.

Todas las ménsulas montadas en el cantón dispuesto para el tendido deben estar bloqueadas para evitar su desplazamiento lateral durante el tendido del sustentador. Para bloquearlas se unirán las dos enfrentadas mediante una cuerda o hilo de nylon o bien se dotarán de un herraje que impida su movimiento.

Los descentramientos en curva deberán calcularse y adaptarse a cada proyecto según las consideraciones dadas para el vano máximo.

### 5.2.-PROCESO DE TENDIDO DE NUEVA INSTALACIÓN

Tras los pasos previos descritos en el apartado anterior, se llevará a cabo el procedimiento de montaje mediante distintos vehículos de instalación, siendo los principales; el tren de tendido y vagoneta con portabobinas-castillete, pudiendo ser válido cualquier otro tipo de configuración destinado a este fin.

A efectos del procedimiento de montaje no afecta la elección de este tipo de tren. No obstante, tratándose de un montaje de nueva instalación generalmente se emplearán vehículos con mayor equipamiento.

Tanto si la instalación del hilo y el sustentador se realiza de forma simultánea como si es individual, el proceso de tendido será el que se describe a continuación para los dos cables.

### **5.2.1.-Instalación de la cola de anclaje del cantón inicial**

El proceso de tendido se inicia instalando la cola del conjunto de anclaje en el perfil donde se encuentra el cantón de compensación desde el que se va a comenzar el tendido. Una vez preparada, se elevará dicha cola y se anclará al sustentador desde el tren de tendido.

Preferiblemente, el anclaje se realizará de modo definitivo con su grapa correspondiente, con los equipos de regulación de la tensión mecánica tanto del sustentador como de hilos de contacto ya montados.

En el caso de que la compensación aún no estuviera instalada, se podrá realizar el anclaje mediante una cola provisional anclada al poste, con margen suficiente de cable, que permite posteriormente realizar la unión a la compensación definitiva.

### **5.2.2.-Tendido de hilo y cable sustentador**

Durante la instalación, ya sea con tren de tendido o bien mediante cualquier otro sistema de instalación, se colocarán las bobinas del cable sustentador y del hilo con la ayuda del camión grúa sobre el portabobinas, de manera que el sentido de desbobinado se realice de forma que el extremo del cable se dirija hacia las poleas de freno donde se regula el tense de tracción.

El tendido realizado con tren de tendido se efectuará, de manera general, con un tense nominal, previamente ajustado desde la cabina de mandos en el momento de la fijación al poste de anclaje. Dichos tenses estarán determinados por el tipo de catenaria a instalar, tanto para el sustentador como para el hilo de contacto respectivamente, cuyo valor será el tense nominal del cable definidos en el anejo de la presente norma para cada tipo de catenaria, no sobrepasando en ningún caso los valores de tensión de tendido máximo también definidos.

En el caso de que el tendido se realice con un tense inferior al tense nominal, será necesario aplicar un sobretense tras el tendido, con un valor del 20% del tense nominal, manteniéndolo durante un periodo como mínimo 24h siendo 48h el tiempo más recomendable.

Se inicia el tendido desenrollando el sustentador en una longitud tal, que por ninguna causa llegue a arrastrar por el suelo y con una tensión de tendido definida para cada cable en el anejo 1 de la presente norma.

Desde la cabina de mandos del tren de tendido se libera paulatinamente la tensión hasta que la rueda de compensación de ambos cables se libere.

El tendido se realizará a baja velocidad, desenrollando los cables de las bobinas que llevarán un ritmo uniforme y progresivo para no realizar tirones en los cables; esto se consigue mediante la actuación del freno del portabobinas, el cual previo al inicio del tendido se comprobará que se encuentra en perfecto estado.

Durante el proceso de tendido se evitará cuidadosamente el roce del cable sustentador con cualquier elemento de la catenaria.

### 5.2.3.-Colocación provisional del sustentador e hilo de contacto sobre las ménsulas

A medida que el tren de tendido avanza hasta alcanzar el siguiente perfil, el cable del portabobinas tanto del hilo como del sustentador, se desenrolla a una velocidad constante, y con un ángulo de despegue del cable de la bobina con la horizontal durante el tendido del mismo que no deberá exceder de 45 grados.

Una vez se alcanza el perfil de la ménsula, el tren va frenando gradualmente para poder apoyar correctamente el cable en los elementos provisionales ubicados en cada ménsula destinados a este fin.

Para el caso del sustentador, se empleará la instalación de poleas y así evitar rozamientos indeseados con elementos metálicos producidos por movimientos involuntarios durante el tendido. Su colocación será sobre la garganta de la polea situada sobre cada ménsula según la dirección de tendido.

La colocación sobre la ménsula es la siguiente:

Una vez se detiene el tren a la altura de la ménsula, desde la plataforma-castillete se maniobra el posicionador que coloca el cable correspondiente, tanto el hilo de contacto como el sustentador, en la grapa asignada del primer perfil.

Para poder preinstalar el hilo de contacto, se desengancha la ménsula que permanece unida al poste mediante alambres, girándose ésta hasta la posición de perpendicularidad a la vía.

Desde la plataforma-castillete del tren de tendido, se maniobra el posicionador para guiar en todo momento al hilo de contacto manteniendo la altura constante. Este posicionador dispone en cabeza de unos rodillos de teflón para evitar el deterioro del hilo.

En la grapa de sujeción del sustentador (abrazadera giratoria), el cable debe contar con un elemento metálico de protección (casquillo). Este se colocará en el interior de la abrazadera giratoria de modo que la fuerza de tracción lateral actúe en dirección hacia el tornillo.

Tanto para apoyar el sustentador como el hilo de contacto, conforme se va tirando el cable a lo largo del cantón y para poder ir preparándolo sobre cada poste para ajustarlo más adelante, se describen a continuación los siguientes métodos:

#### 5.2.3.1.-POLEAS DE SUJECIÓN PARA EL SUSTENTADOR

Las poleas de sujeción se instalarán sobre las ménsulas pudiendo realizarse su instalación de manera previa al tendido o durante el propio tendido, según las necesidades de montaje.

Estas poleas dispondrán de un mecanismo que permita la colocación del sustentador en su interior, así como un fácil desmontaje posterior del mismo para su retirada.

#### 5.2.3.2.-AMARRE PROVISIONAL DEL HILO DE CONTACTO SOBRE LA MÉNSULA

El amarre provisional del hilo de contacto sobre la catenaria se realizará mediante el empleo de ganchos de apoyados en el sustentador. De manera usual, se suelen instalar aproximadamente dos o tres ganchos por vano para mantener elevados los hilos, pudiendo variar esta cifra en función de cada vano.

## 5.2.4.-Anclaje final y desbloqueo de poleas

### 5.2.4.1.-SUSTENTADOR

El proceso de tendido se sucede sucesivamente perfil a perfil, repitiendo el procedimiento de amarre hasta llegar a la ménsula del vano de elevación del seccionamiento extremo, donde se empalmará a la cola del anclaje intercalando entre ambos un cabrestante y un dinamómetro debidamente calibrado.

El cable del cabrestante se empalmará mediante elementos de unión al cable sustentador y su gancho, a través del dinamómetro, al extremo de la cola para tensarlo hasta el valor de tense necesario (según sea necesaria la aplicación de sobretense o no), de tal modo que, en cada uno de los vanos, la longitud de cable tendido sea aproximadamente la final.

Una vez ajustada la tensión mecánica del sustentador al valor correspondiente, con el fin de evitar modificaciones en él, por las variaciones naturales de las condiciones climáticas a lo largo de las 24 horas de aplicación prescritas y antes de que discurran, se procederá como sigue:

- Se retencionará en la suspensión del perfil correspondiente al punto fijo de vía general.
- Se desbloquearán los equipos de regulación automática de la tensión mecánica.
- Se dotará a los equipos de regulación automática de la tensión mecánica de un número de rodela de contrapeso adicionales tal que se consiga el valor del sobretense requerido.
- Por último, se procederá al desmontaje del cabrestante y del dinamómetro.
- Los empalmes se realizarán a una distancia superior a 5 metros de un perfil.

Pasado el período de aplicación del sobretense, o a continuación de lo anterior en aquellos casos donde éste no sea necesario por haberse realizado el tendido a la tensión nominal de diseño, se procederá de la forma siguiente:

- Se dejará de aplicar el sobretense descargando de la columna de contrapesos tantas rodela como se montaron en exceso respecto al número que compensa la tensión mecánica de trabajo.
- En cada uno de los perfiles, se procederá a desmontar, de la polea, el sustentador y montarlo en el conjunto de suspensión.
- En dicha posición, se ajustará el desplazamiento de la ménsula, D, al valor correspondiente a su distancia al punto fijo, L<sub>0</sub>, y la temperatura ambiente, T<sub>t</sub>, de la tabla de desplazamientos. Ver anejo 2.
- Realizada la anterior operación se fijará el sustentador al aislador de suspensión mediante la adecuada retención.
- Por último, se cortará el exceso de cable sustentador y de cable de acero de la cola de anclaje, dando por finalizada la operación de tendido del cable sustentador.

#### 5.2.4.2.-HILO DE CONTACTO

Al alcanzar la posición de la ménsula del vano de elevación del seccionamiento más próximo al anclaje del extremo final del cantón de compensación, según el sentido de la marcha del tendido, se procederá a montar, mediante elementos de unión para cada hilo de contacto, un cabrestante y dinamómetro calibrado que permitan sobretensar, en caso de ser necesario, cada hilo hasta que se alcance la máxima tensión prescrita. El cabrestante estará equipado con una polea de reenvío para garantizar la igualdad de tensión en cada hilo.

Alcanzada la tensión máxima, se operará del mismo modo y por la misma razón que para el caso del cable sustentador:

- Se desbloqueará el equipo de regulación automática de la tensión mecánica de los hilos.
- Se dotará a los equipos de regulación automática de un número de rodela de contrapeso tal que equilibre dicha tensión máxima.
- Por último, se procederá al desmontaje del cabrestante y del dinamómetro.

Pasado el período de aplicación del sobretense, o a continuación de lo anterior en aquellos casos donde éste no sea necesario por haberse realizado el tendido a la tensión nominal de diseño, se procederá de la forma siguiente:

- Se dejará de aplicar el sobretense descargando de la columna de contrapesos tantas rodela como se montaron en exceso respecto al número que compensa la tensión mecánica de trabajo de los hilos de contacto
- Se sustituirán los ganchos colocados en los vanos por retenciones provisionales a modo de péndolas hasta que se proceda a realizar el pendolado definitivo.

### 5.3.-PROCESO DE TENDIDO DE SUSTITUCIÓN O REPARACIÓN

Este proceso especifica el procedimiento de tendido de sustitución del hilo y sustentador en condiciones de bandas de mantenimiento.

#### 5.3.1.-Sustentador

El procedimiento de sustitución del sustentador será más sencillo de llevar a cabo que el método que se emplea en el hilo de contacto, puesto que dicho proceso no afecta al gálibo del tren ni a su alimentación.

No obstante, se tendrá en cuenta que la instalación del nuevo sustentador se realiza en paralelo al existente.

El proceso de tendido es idéntico al de nueva instalación y se emplearán para el anclaje unas colas provisionales.

Una vez instalado el nuevo sustentador, según el procedimiento descrito en el apartado de tendido del sustentador, el cual ya se encuentra anclado y tensado en la cola provisional, lo primero que hay que realizar es el bloqueo de las poleas de compensación que sujetan al sustentador preexistente y así evitar su desplazamiento, una vez realizado esto se desenganchan las péndolas del sustentador preexistente para engancharlas al nuevo.

Tras tener las péndolas colocadas en el nuevo sustentador, se dispondrá a hacer el traspaso de este sustentador desde la garganta de las poleas, a sus conjuntos de suspensión.

Completado el paso anterior, se continua el proceso desanclando el sustentador de nueva instalación de las colas provisionales y anclándolas a las colas de compensación existentes, las cuales han sido previamente liberadas del sustentador anterior anclando este a otra cola provisional.

Este proceso de desinstalación de la cola de anclaje provisional se lleva a cabo destensando el cable con el tractel de manera paulatina hasta liberar parte de la tensión y posteriormente se procede a la retirada del cable. Finalmente se liberan las compensaciones que estaban bloqueadas y, en caso de ser necesario, se proporciona el sobretense correspondiente.

### 5.3.2.-Hilo de contacto

En el caso de sustitución de hilo de contacto se deberá instalar una alimentación provisional entre el nuevo hilo y aquel que queremos sustituir. Dicha alimentación se realizará mediante un puenteo entre ambos conductores.

Además de energizar el nuevo hilo de contacto, se debe elevar respecto a los que estén actualmente en servicio, apoyándolos mediante ganchos en el sustentador, de tal forma que, en todo caso, se respete el gálibo de los trenes.

Previamente a la instalación del nuevo hilo deben bloquearse las compensaciones tanto del hilo de contacto como del sustentador, dado que el sustentador estará soportando un peso adicional, al adicionarse al peso del hilo de contacto preexistente, el peso del hilo de contacto nuevo. En función de las condiciones ambientales y de la velocidad de explotación se valorará la necesidad de establecer una limitación temporal de velocidad (LTV).

Los ganchos destinados al apoyo de los hilos, los cuales se instalan en los puntos coincidentes con las ménsulas en alineaciones curvas, deberán estar dimensionados para las tensiones radiales. En ningún caso los ganchos podrán ser de barra corrugada de acero u otros materiales que puedan dañar los conductores.

Es posible realizar el tendido simultáneo de uno o dos hilos de contacto, siendo lo más habitual la instalación de los dos hilos de forma simultánea.

Una vez tendido el nuevo hilo de contacto, se realizará progresivamente el traspase de péndolas desde el hilo preexistente al nuevo hilo de contacto instalado, empleando a su vez los ganchos que sustentaban el hilo de contacto nuevo para sustentador el hilo de contacto preexistente al mismo tiempo que se reubican las péndolas.

De manera provisional hasta que se finalicen los trabajos, será necesario hacer transiciones de altura a modo de "seccionamientos" provisionales entre el hilo de contacto preexistente y el hilo de contacto nuevo, realizando las elevaciones correspondientes.

## 6.-POSICIÓN DE LA MÉNSULA. DESPLAZAMIENTO LATERAL

Para evitar que se produzcan posibles deformaciones en el sustentador, al adoptar éste una incorrecta morfología en el caso de que durante algún tiempo estuviera trabajando con un montaje inadecuado, tras el tendido y previamente al retencionado del sustentador al conjunto de suspensión, deberán ser desbloqueadas las ménsulas y colocadas en la posición y orientación correspondiente en función a su distancia al punto fijo del cantón, a la temperatura ambiental existente y a la temperatura en el momento de tendido.

El Anejo 2 describe el procedimiento para el cálculo del desplazamiento lateral al que hay que someter a la ménsula en función de la temperatura y de su distancia al punto fijo.

## **7.-TENSE DE TENDIDO. SOBRETENSE**

Para la catenaria a instalar, tanto para el cable sustentador como para el hilo de contacto, en aquellos casos en los que los medios de instalación lo permitan, el tense de tendido será de manera general el tense nominal de diseño de la catenaria.

En aquellos casos en los que se aplique un tense de tendido inferior al tense nominal de diseño durante el tendido, se deberá aplicar un sobretense posterior, cuyo valor será de 20% sobre el valor de tense nominal de diseño (según tablas de anejo 1).

Este sobretense, como se ha indicado en apartados anteriores, será aplicado de durante un periodo mínimo de 24 h, siendo recomendable mantenerlo durante 48 h.

Con independencia del método de montaje elegido, ya sea con tren de tendido o cualquier otro medio, deberá asegurarse que no se producen descompensaciones en el sistema debido a dilataciones en el cable, durante un periodo mínimo de al menos 30 días posteriores al montaje. En caso de producirse, deberán llevarse a cabo las correspondientes regulaciones de montaje para su corrección por parte del personal que llevó a cabo el tendido, entendiéndose que los posibles reajustes necesarios forman parte del propio proceso de tendido.

### **7.1.-DEL CABLE SUSTENTADOR**

Los diferentes valores de tense a aplicar al cable sustentador según el tipo de catenaria que se trate, se recogen en la tabla 1 del Anejo 1.

### **7.2.-DEL HILO DE CONTACTO**

Los diferentes valores de tense a aplicar al hilo de contacto según el tipo de catenaria que se trate, se recogen en la tabla 2 del Anejo 1.

## **8.-MEDIOS MATERIALES**

### **8.1.-POLEAS DE TENDIDO**

Será recomendable el empleo de poleas para el tendido del sustentador en todos los perfiles de apoyo durante el tendido de los cables.

Las poleas cumplirán con las siguientes características mínimas:

- Dispondrán de un dispositivo adecuado que permita un rápido y fácil montaje para la instalación de los cables, e igualmente para su desmontaje.
- Estarán montadas con cojinetes de bolas o rodillos, de tal forma que permitan una adecuada y suave rodadura. Se dispondrá de soportes para las poleas que permitan, por una parte, apoyarlas en los postes y, por otra, su sustentación y giro.

- El radio de la base y la profundidad de la garganta serán tales que permitan un adecuado montaje del cable evitando daños en el material, su superficie sea lisa y exenta de porosidades o rugosidades. Su profundidad superará en dos veces al diámetro del cable; las paredes de la garganta tendrán una pendiente, como mínimo, de 15° sobre la vertical.
- El diámetro de la base de la garganta será, como mínimo, un 10% superior al diámetro del cable y el diámetro de las poleas será el adecuado para la función de regulación durante el sobretense.

No se permitirá el empleo de poleas que por el uso presenten erosiones o acanaladuras que pudieran dañar los conductores.

## 8.2.-PORTABOBINAS

Los portabobinas estarán equipados con un sistema de frenado que garantice en todo momento un desenrollamiento con velocidad uniforme (a tensión constante) del correspondiente conductor, de modo que se eviten roturas o alargamientos inadecuados por sobretensiones producidas por aceleraciones bruscas, erosiones en los conductores, por arrastres sobre la vía, en caso de frenada y posibles cocas con deformaciones, en el caso de los hilos de contacto, por desaceleraciones bruscas o frenadas imprevistas. Deberán ser adecuados para el tense de tendido escogido para el montaje, según sea con o sin tren de tendido.

- Se instalarán con altura suficiente, de tal modo que la bobina nunca pueda tocar en el suelo.
- Dispondrán de la estabilidad suficiente de tal forma que no se produzcan movimientos ni arrastres durante el proceso de tendido de los cables.
- El eje estará correctamente dimensionado para la carga a soportar, dispuesto para girar libremente y permitir el giro de la bobina con el menor rozamiento.

## 8.3.-PLATAFORMA-CASTILLETE

Cuando las condiciones del terreno lo exijan es aconsejable utilizar vehículos adecuados de vía, tales como plataforma-castillete. En ella y en el correspondiente portabobinas se alojará la bobina o bobinas de los cables.

La plataforma-castillete será tal que permita la regulación en altura y en sentido transversal al eje de la vía del castillete donde se ubica el personal de montaje.

Estará equipada con un rodillo o polea que sirva de guía de los cables, situado entre la bobina y la plataforma-castillete donde se instala el personal asignado al montaje propiamente dicho, con el fin de evitar posibles deterioros en los mismos. Además, deberá equiparse con una pluma-grúa telescópica, con polea que permita el guiado del cable o cables para su colocación sobre las poleas.

## 8.4.-DINAMÓMETROS

Los dinamómetros que podrán ser de ballestas, hidráulicos a compresión o electrónicos. Tendrán una precisión en la lectura del 2% del total de la escala (0,5% de su capacidad en los dinamómetros digitales) y podrán estar provistos de indicación de máxima con botón de puesta a cero. Deberán tener actualizado el certificado de calibración.

### 8.5.-TERMÓMETROS

Los termómetros para medir la temperatura ambiente serán digitales, con una precisión de  $\pm 1^\circ \text{C}$ .

### 8.6.-TREN DE TENDIDO

Se disponen vehículos bimodales o dresinas con función de proporcionar la tracción al tren de tendido y su ubicación dependiendo del tipo de plataforma portabobinas y las necesidades de montaje.

### 8.7.-CABRESTANTES

Los cabrestantes serán de tipo polipasto para poder trabajar en cualquier posición, con recorrido de cable limitado y accionado mediante palanca.

## 9.-NORMATIVA DEROGADA

Esta norma deroga al siguiente documento normativo:

NAE 108 "Ejecución y montaje de sustentador e hilo de contacto de la línea aérea de contacto (catenaria)". 1ª edición. Julio 1997.

## 10.-DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y ENTRADA EN VIGOR

La presente norma entrará en vigor en la fecha de su aprobación.

## 11.-NORMATIVA DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFÍA

En el contenido de esta norma se hace referencia a los documentos normativos que se citan a continuación.

Cuando se trate de legislación, será de aplicación la última versión publicada en los diarios oficiales, incluidas sus sucesivas modificaciones.

En el caso de documentos referenciados sin edición y fecha se utilizará la última edición vigente; en el caso de normas citadas con versión exacta, se debe aplicar esta edición concreta.

En el caso de normas UNE-EN que establezcan condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción, que sean transposición de normas EN cuya referencia haya sido publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea, será de aplicación la última versión comunicada por la Comisión y publicada en el DOUE.

Orden TMA/135/2023, de 15 de febrero, por la que se aprueban la instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI) y la instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía (IFE) y se modifican la Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio, por la que se aprueba la Instrucción ferroviaria de gálibos y la Orden FOM/2015/2016, de 30 de diciembre, por la que se aprueba el Catálogo Oficial de Señales de Circulación Ferroviaria en la Red Ferroviaria de Interés General.

Adif. ET 03.364.158.0 "Conductores de cobre desnudos para electrificación".

Adif. ET 03.364.291.9 "Hilo ranurado para la Línea Aérea de Contacto".

AENOR. "Conductores desnudos de cobre duro cableados para líneas eléctricas aéreas". UNE 207015. Madrid: AENOR, 2013.

AENOR. "Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Tracción eléctrica. Hilos de contacto acanalados de cobre y de aleación de cobre". UNE-EN 50149. Madrid: AENOR, 2012.

AENOR. "Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Líneas aéreas de contacto para tracción eléctrica". UNE-EN 50119. Madrid: AENOR, 2021.

## I. ANEJO 1. CARACTERÍSTICAS DE SUSTENTADOR E HILO DE CONTACTO

### CABLE SUSTENTADOR

Los cables del sustentador más empleados, dependiendo del tipo de catenaria, se recogen en la siguiente tabla:

	CA 160 (TIPO A)	CA160 (TIPO B)	CA 160H 3kV	CA 200H 3kV	CA 220 3kV	CA 200 25kV	CA 220 25kV	CA 160H 25kV	CA 200H 25kV	SICAT H1.0	C-350	C-350 TR 250	C-350 TR 200
Sustentador	Cu ETP 150	Cu ETP 150	Cu ETP 150	Cu ETP 150	Cu ETP 185	Cu ETP 95	Cu ETP 95	Cu ETP 150	Cu ETP 150	Cu ETP 95	Cu ETP 95	Cu ETP 95	Cu ETP 95
Carga de rotura (kgf)	5.708	5.708	5.708	5.708	6.843	3.593	3.593	5.708	5.708	3.593	3.593	3.593	3.593
Tense nominal (kgf)	1.425	1.425	1.425	1.650	2.475	1.575	1.575	1.425	1.650	2.142	1.575	1.575	1.575
Sobretense (20% tense nominal)	285	285	285	330	495	315	315	285	330	428	315	315	315
Tensión de tendido máxima (kgf) (1)	3.357	3.357	3.357	3.357	4.025	2.113	2.113	3.357	3.357	2.113	2.113	2.113	2.113
Tensión de tendido mínimo (kgf)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	500	500	500

Tabla 1. Características de tense para cable sustentador

(1): La tensión de tendido máxima está basada en un coeficiente  $C_s = 1,7$  obtenido mediante la aplicación de la UNE-EN 50119.

## HILO DE CONTACTO

Las características mecánicas de los hilos de contacto son de acuerdo a la norma UNE-EN 50149:

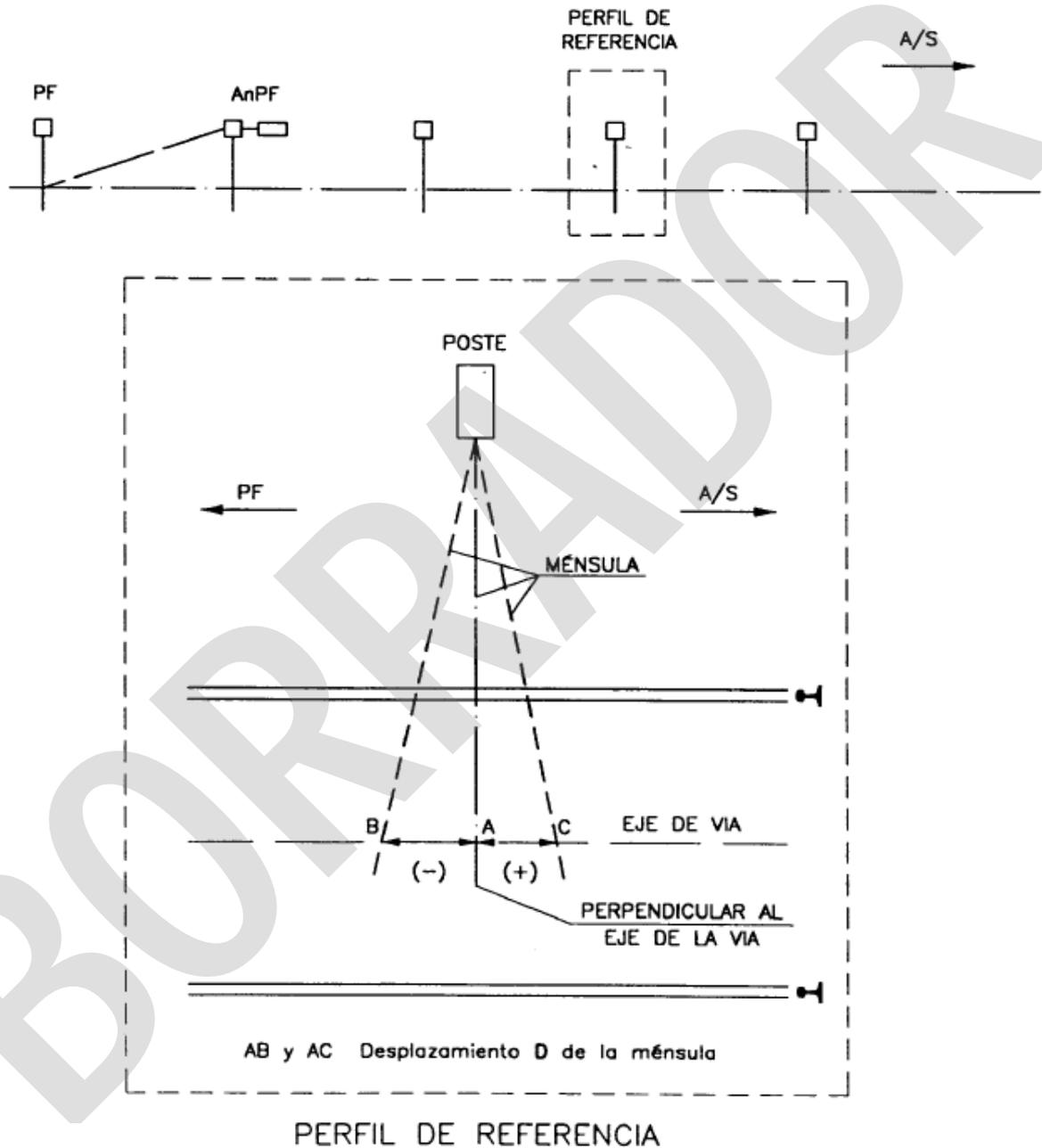
	CA 160 (TIPO A)	CA160 (TIPO B)	CA 160H 3kV	CA 200H 3kV	CA 220 3kV	CA 200 25kV	CA 220 25kV	CA 160H 25kV	CA 200H 25kV	SICAT H1.0	C-350	C-350 TR 250	C-350 TR 200
Hilo de contacto	BC 107 Cu ETP	BC 120 CuAg 0.1	BC 120 CuAg 0.1	BC 120 CuAg 0.1	BC 150 CuAg 0.1	BC 120 CuAg 0.1	BC 150 CuAg 0.1	BC 120 CuAg 0.1	BC 120 CuAg 0.1	AC-120 CuMg0,5	BC 150 CuMg 0.5	BC 150 CuMg 0.5	BC 150 CuMg 0.5
Carga de rotura (kgf)	3.560	3.992	3.992	3.992	4.991	3.992	4.991	3.992	3.992	6.702	6.702	6.702	6.702
Tense nominal (kgf)	1.050	1.200	1.200	1.500	1.875	1.575	1.875	1.200	1.500	2.753	3.150	2.100	1.575
Sobretense (20% tense nominal)	210	240	240	300	375	315	375	240	300	550	630	420	315
Tensión de tendido máximo (kgf) (1)	2.094	2.348	2.348	2.348	2.935	2.348	2.935	2.348	2.348	3.942	3.942	3.942	3.942
Tensión de tendido mínimo (kgf)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	500	500	500	500

Tabla 2. Características de tense para hilo de contacto

(1): La tensión de tendido máxima está basada en un coeficiente  $C_s = 1,7$  obtenido mediante la aplicación de la UNE-EN 50119 y de la Instrucción Ferroviaria de Energía, para un hilo de contacto sin desgaste. En caso de hilos de contacto con desgaste, dicho valor puede ser inferior.

## II. ANEJO 2. DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL DE MÉNSULA

En el presente Anejo se describe el procedimiento de cálculo del desplazamiento lateral de ménsula, debido a la dilatación o contracción del hilo de contacto debido a diferencias de temperatura.



El desplazamiento lateral de ménsula (D) a tener en consideración durante el montaje vendrá dado por la siguiente expresión:

$$D = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \cdot 1000$$

Donde:

$D$ : Desplazamiento lateral de ménsula (en mm).

$L_0$  : Distancia desde la ménsula en estudio hasta el punto fijo (en m).

$\alpha$  : el coeficiente de dilatación del cobre =  $1,7 \times 10^{-5}$  ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ).

$T_t$ : Temperatura en el momento de tendido de hilo ( $^{\circ}\text{C}$ ).

$T_m$ : Temperatura media de la zona ( $^{\circ}\text{C}$ ).

$\Delta T = T_t - T_m$ : Diferencia ente la temperatura de tendido y la temperatura media de la zona ( $^{\circ}\text{C}$ ).

En el anejo 4 se incluye un mapa de temperaturas medias para la península ibérica.

Debe tenerse en cuenta que en esta metodología de cálculo no se ha contemplado ni el calentamiento por efecto Joule de la corriente ni tampoco la radiación solar.

Los desplazamientos se miden sobre el eje de la vía, desde la perpendicular a él por el centro de giro de la ménsula. El desplazamiento calculado se considera en dirección hacia el punto fijo cuando el valor es negativo, y hacia el lado contrario cuando el valor es positivo.

#### **Ejemplo de aplicación 1. Temperatura de tendido superior a la temperatura media de la zona:**

- La temperatura media anual de la zona es  $T_m = 15$   $^{\circ}\text{C}$
- La temperatura en el momento de tendido  $T_t = 25$   $^{\circ}\text{C}$
- La ménsula en estudio se encuentra a una distancia respecto al punto fijo  $L_0 = 600$  m.

Aplicando la fórmula anterior, se obtiene un valor  $D = 102$  mm. Al tratarse de un valor positivo, la ménsula deberá desplazarse dicha longitud hacia el lado contrario al punto fijo. Esto se explica dado que al tenderse a una temperatura mayor de la zona, el hilo tenderá a contraerse y desplazar la ménsula hacia el punto fijo.

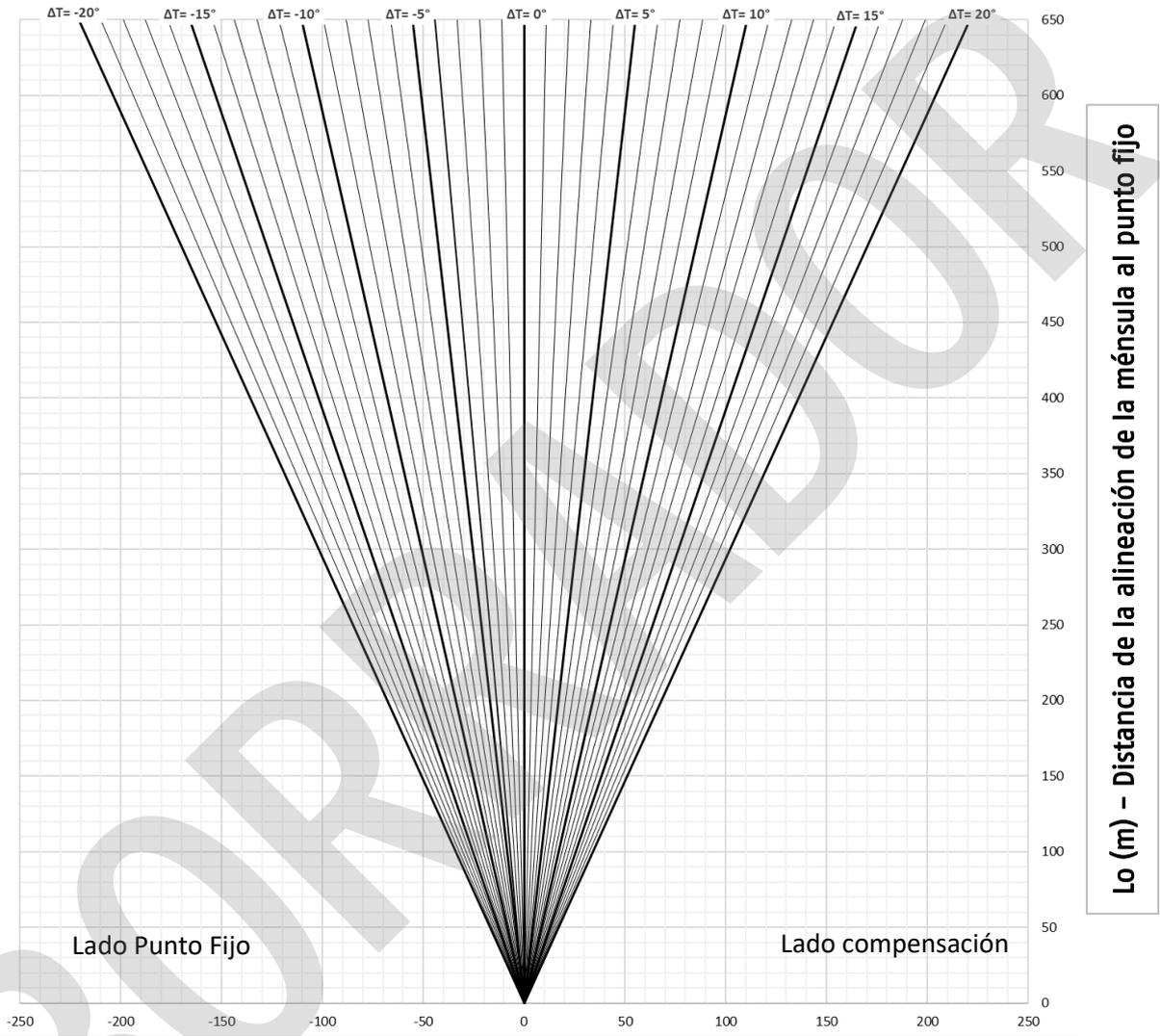
#### **Ejemplo de aplicación 2. Temperatura de tendido inferior a la temperatura media de la zona:**

- La temperatura media anual de la zona es  $T_m = 25$   $^{\circ}\text{C}$
- La temperatura en el momento de tendido  $T_t = 20$   $^{\circ}\text{C}$
- La ménsula en estudio se encuentra a una distancia respecto al punto fijo  $L_0 = 600$  m.

Aplicando la fórmula anterior, se obtiene un valor  $D = -51$  mm. Al tratarse de un valor negativo, la ménsula deberá desplazarse dicha longitud hacia el punto fijo. Esto se explica, dado que al tenderse a una temperatura inferior a la media de la zona, el hilo tenderá a dilatarse y desplazar la ménsula hacia el lado contrario al punto fijo.

Para un cálculo del desplazamiento de la ménsula también podrá emplearse el siguiente diagrama, tomando como entrada la diferencia entre la temperatura en el momento del tendido y la temperatura media de la zona.

**$\Delta T$  (°C) – Diferencia entre la temperatura de tendido y la temperatura media anual**



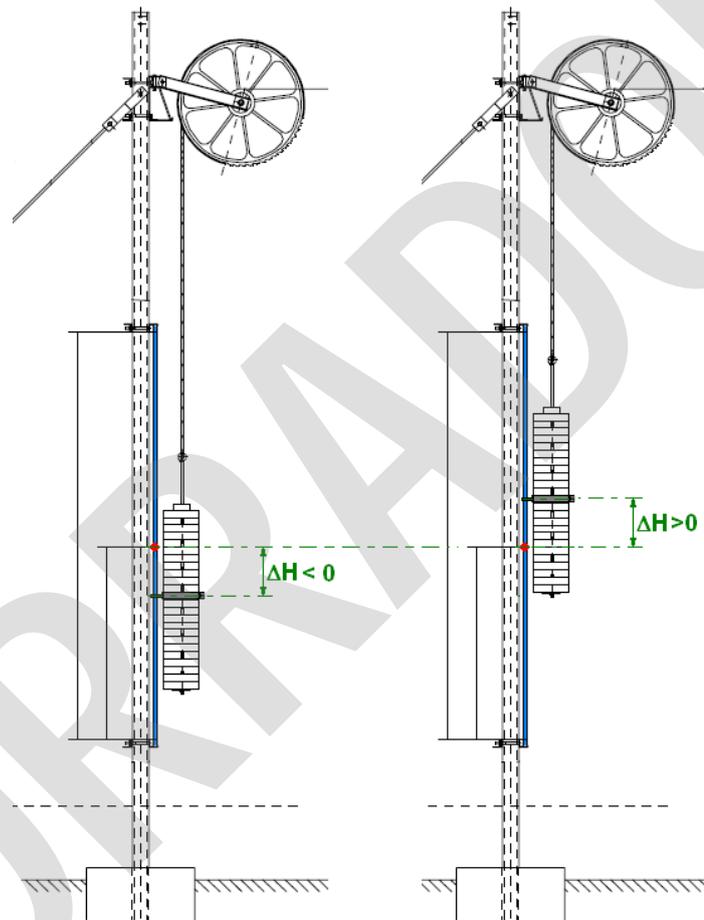
**$D$  (mm) – Desplazamiento de la ménsula en el punto de suspensión del sustentador**

Este documento normativo se presenta como "BORRADOR" a efectos de consulta a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV. Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.

### III. ANEJO 3. DESPLAZAMIENTO VERTICAL DE LA COLUMNA DE CONTRAPESOS

En el presente anejo se describe el procedimiento para determinar el desplazamiento vertical de la columna de contrapesos, a fin de tener en consideración las posibles dilataciones o contracciones del hilo de contacto debido a diferencias de temperatura.

El desplazamiento vertical (hacia arriba o hacia abajo) se toma respecto del punto medio del tubo guía, que actúa como punto de referencia. Indicar en imagen.



El valor de desplazamiento vertical ( $D_v$ ) equivale a la diferencia de alturas de los contrapesos ( $\Delta H$ ), y su cálculo vendrá dado por la siguiente expresión:

$$\Delta H \equiv D_v = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \cdot 100 \cdot R_t$$

Donde:

$D_v$ : Desplazamiento vertical de la columna de contrapesos (en cm).

$L_0$ : Distancia del semicantón (en m).

$R_t$ : Factor de relación de compensación (3 o 5).

$\alpha$ : el coeficiente de dilatación del cobre =  $1,7 \times 10^{-5}$  ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ).

$T_t$ : Temperatura en el momento de tendido de hilo ( $^{\circ}\text{C}$ ).

$T_m$ : Temperatura media de la zona (°C).

$\Delta T = T_t - T_m$ : Diferencia ente la temperatura de tendido y la temperatura media de la zona (°C).

Los valores se de distancia vertical ( $D_v$ ) obtenidos se consideran en dirección ascendente respecto del punto medio del tubo guía en caso de ser valores positivos y en dirección descendente en caso de ser negativos.

En el anejo 4 se incluye un mapa de temperaturas medias para la península ibérica.

Debe tenerse en cuenta que en esta metodología de cálculo no se ha contemplado ni el calentamiento por efecto Joule de la corriente ni tampoco la radiación solar.

### Ejemplo de aplicación 1. Desplazamiento vertical de los contrapesos

Se ejemplifica el procedimiento anterior en el siguiente ejemplo:

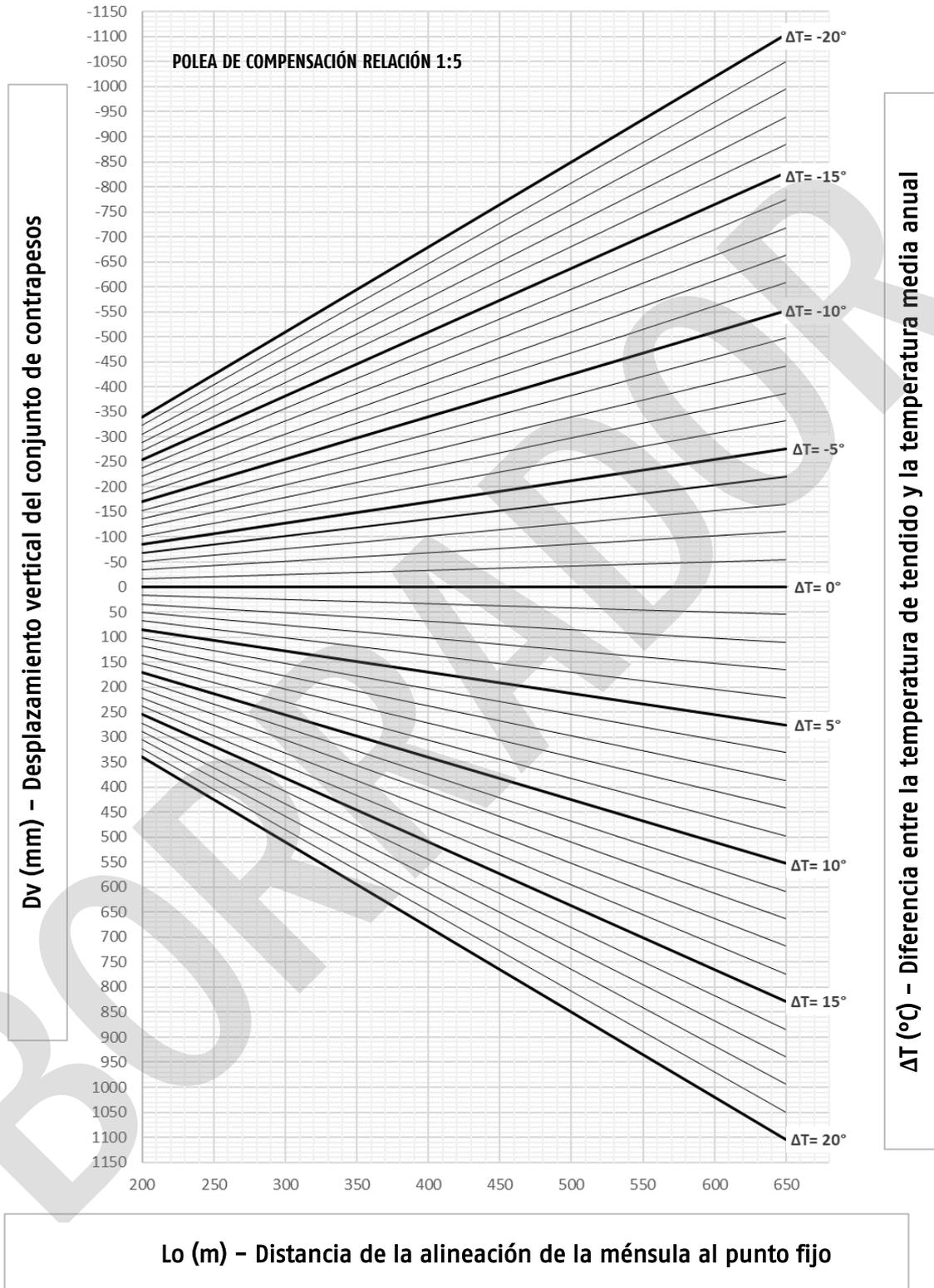
- Longitud de semicantón  $L_0 = 410 \text{ m}$
- $R_t$ : Relación de compensación 1:5.
- La temperatura durante la instalación es de  $T_t = 20^\circ\text{C}$
- La temperatura media de la zona  $T_m = 30^\circ\text{C}$

Con los datos anteriores, aplicando la fórmula descrita anteriormente, se obtiene un calor  $D_v = 34,85 \text{ cm}$ . Al tratarse de un valor positivo, el centro del conjunto de contrapesos deberá desplazarse dicha distancia en dirección ascendente respecto del punto medio del tubo guía.

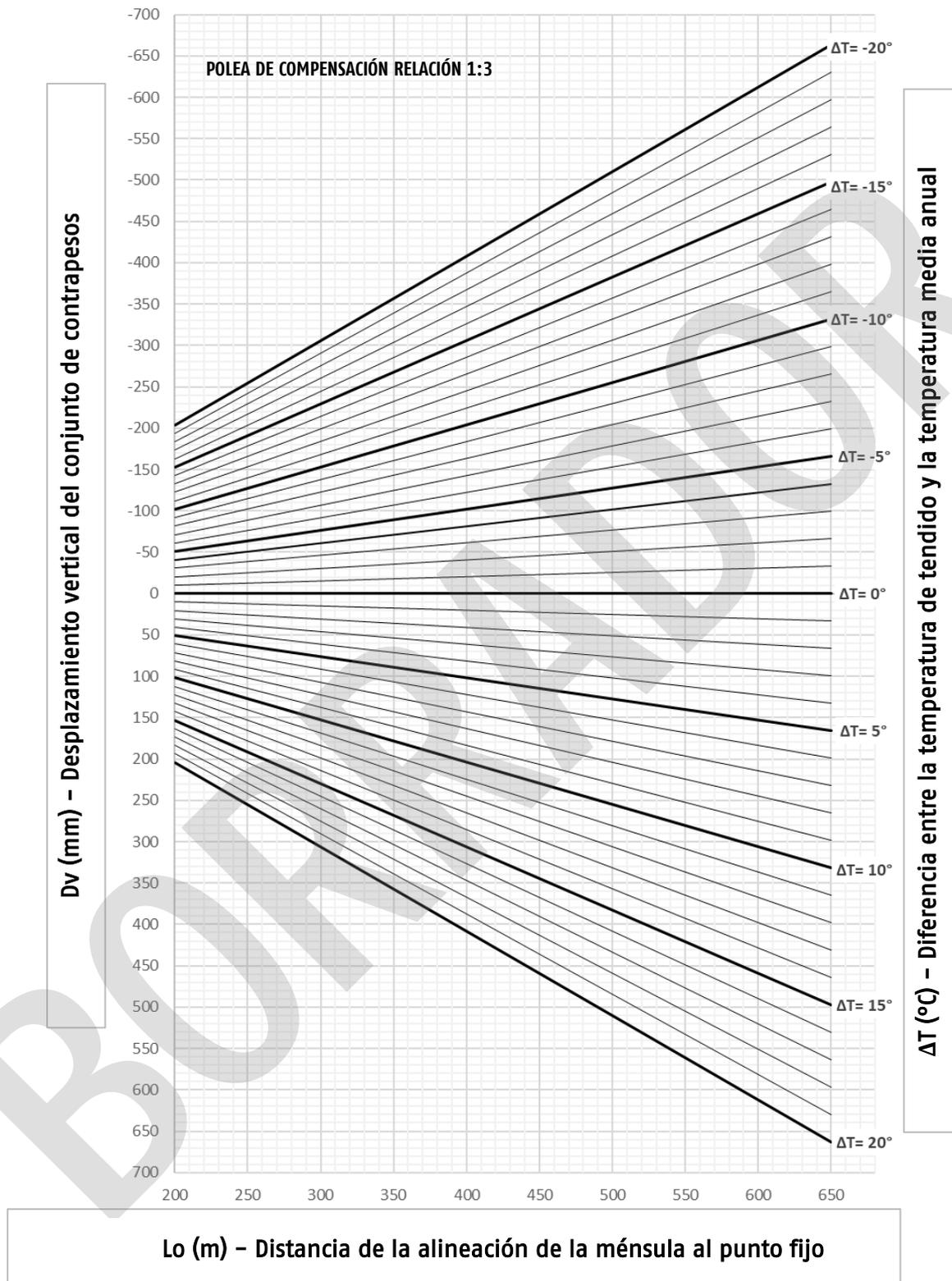
Para un cálculo del desplazamiento vertical de los contrapesos también podrán emplearse los siguientes diagramas, tomando como entrada la diferencia entre la temperatura en el momento del tendido y la temperatura media de la zona.

En los diagramas, el punto  $D_v = 0$  corresponde al centro del tubo guía de contrapesos, el cual debe ser la referencia para la posición del zuncho o el centro del bloque de contrapesos a la temperatura media anual.

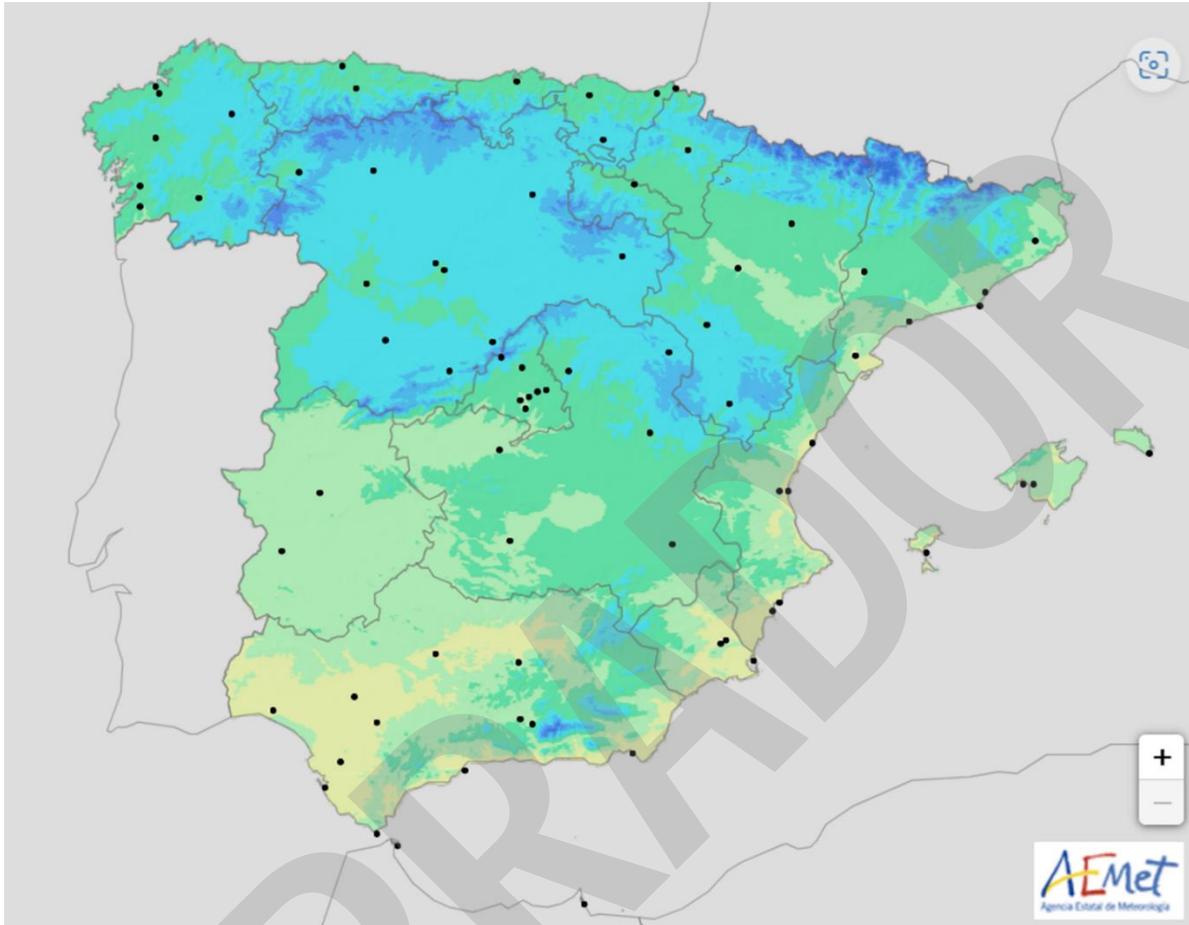
Este documento normativo se presenta como "BORRADOR" a efectos de consulta a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV. Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.



Este documento normativo se presenta como "BORRADOR" a efectos de consulta a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV. Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.



#### IV. ANEJO 4. MAPA DE TEMPERATURAS MEDIAS



Fuente: Valores climatológicos normales - Agencia Estatal de Meteorología - AEMET. Gobierno de España

Este documento normativo se presenta como "BORRADOR" a efectos de consulta a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV.  
Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.



BORRADOR