

# LA ELECTRIFICACIÓN MADRID - ÁVILA Y VILLALBA - SEGOVIA

Por ANTONIO ANGULO, Ingeniero de Caminos.

*Continúa en este tercer artículo, sobre el tema del epígrafe, el estudio de la línea aérea de contacto, iniciado en el número anterior, y en el presente se hace una detallada descripción de los distintos tipos de soportes adoptados.*

## III. - LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

### Soportes en vía general.

*Postes y ménsulas.* — Para el proyecto de los soportes de la línea de contacto en vía general ha prevalecido el criterio de que exista absoluta independencia, tanto mecánica como eléctrica, entre ambas vías ascendente y descendente. Por ello, la doble vía se puede considerar como dos vías simples. Prueba de ello es la fotografía de la figura 9.<sup>a</sup>

La ventaja de esta disposición consiste en que, si se produce una avería en una vía, quede la otra sin ser afectada, pudiendo utilizarse para la circulación.

La cadena aislante está colgada de la ménsula, pieza horizontal formada por dos perfiles en U, la cual se sujeta directamente al poste en un extremo, y en el otro se ancla, mediante un tirante a la parte superior del poste. Este tirante tiene un tensor para ajustar la ménsula en posición horizontal.

El poste en vía general está constituido por dos perfiles en U, arriostrados con pletina, como puede verse, tanto en la fotografía 9.<sup>a</sup> como en la figura 10.

Hay seis tamaños de poste en vía general, que se diferencian en el tamaño de la U.

El menor, utilizado en rectas y en zonas donde no bate mucho el viento, está construido con perfiles de 120 mm. El mayor, empleado en curvas de pequeño radio y sometido a esfuerzos importantes, se forma con perfiles en U de 220 mm.

En toda la electrificación hay previstos 7 588 postes de este tipo, con un peso aproximado de unos 3 264 000 Kg.

*Macizos.* — Los postes se alojan en macizos de hormigón confeccionados con poca dosificación de cemento. Estos macizos se construyen dejando un hueco en su interior, en el que se sitúa la parte inferior del poste. Una vez aplomados éstos, se llena de hormigón el hueco.

En la figura 10 se observa la diferencia que existe en la forma de los macizos, según hayan de construirse en un desmante o en un terraplén.

La parte superior de los macizos se enlucce con mortero rico en cemento, dándole forma de "punta de diamante" para que las aguas pluviales escurran con facilidad, sin oxidar al poste.

Para la totalidad de postes del tipo descrito, que también hay en las estaciones, es preciso construir unos 26 000 m.<sup>3</sup> de hormigón, con un gasto de unas 5 300 toneladas de cemento.

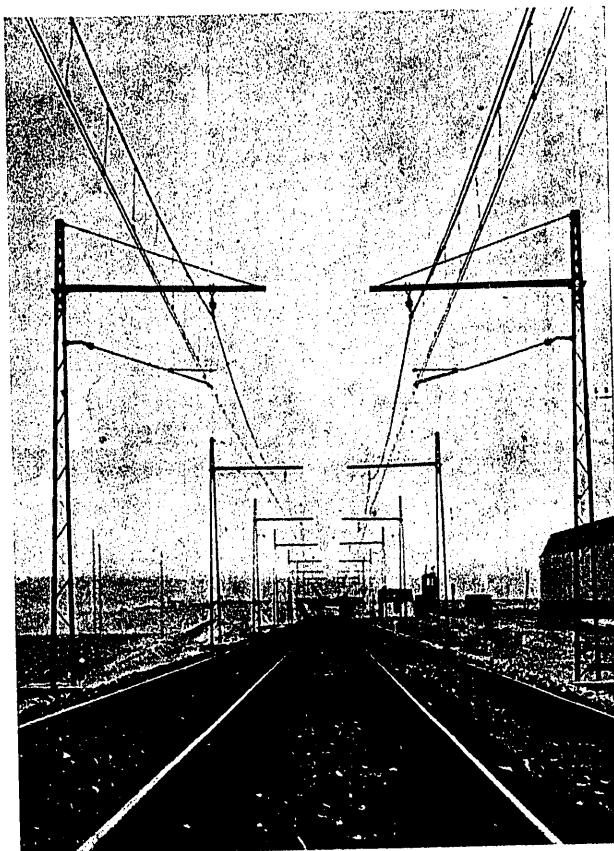


Figura 9.<sup>a</sup>

*Estabilizadores y atirantados.*— El hilo de contacto debe relacionarse con los postes cada 100 metros cuando la vía está en recta, con el fin de que aquél no se pueda desplazar lateralmente por la acción del viento.

Para ello se disponen en los postes, alternada-

Los estabilizadores se colocan de modo que la línea de contacto no caiga en el eje de la vía, sino descentrada, para que forme en planta una línea en zigzag, como ya se ha indicado.

En las curvas es preciso atirantar los hilos de contacto en todos los postes. Se presentan dos casos,

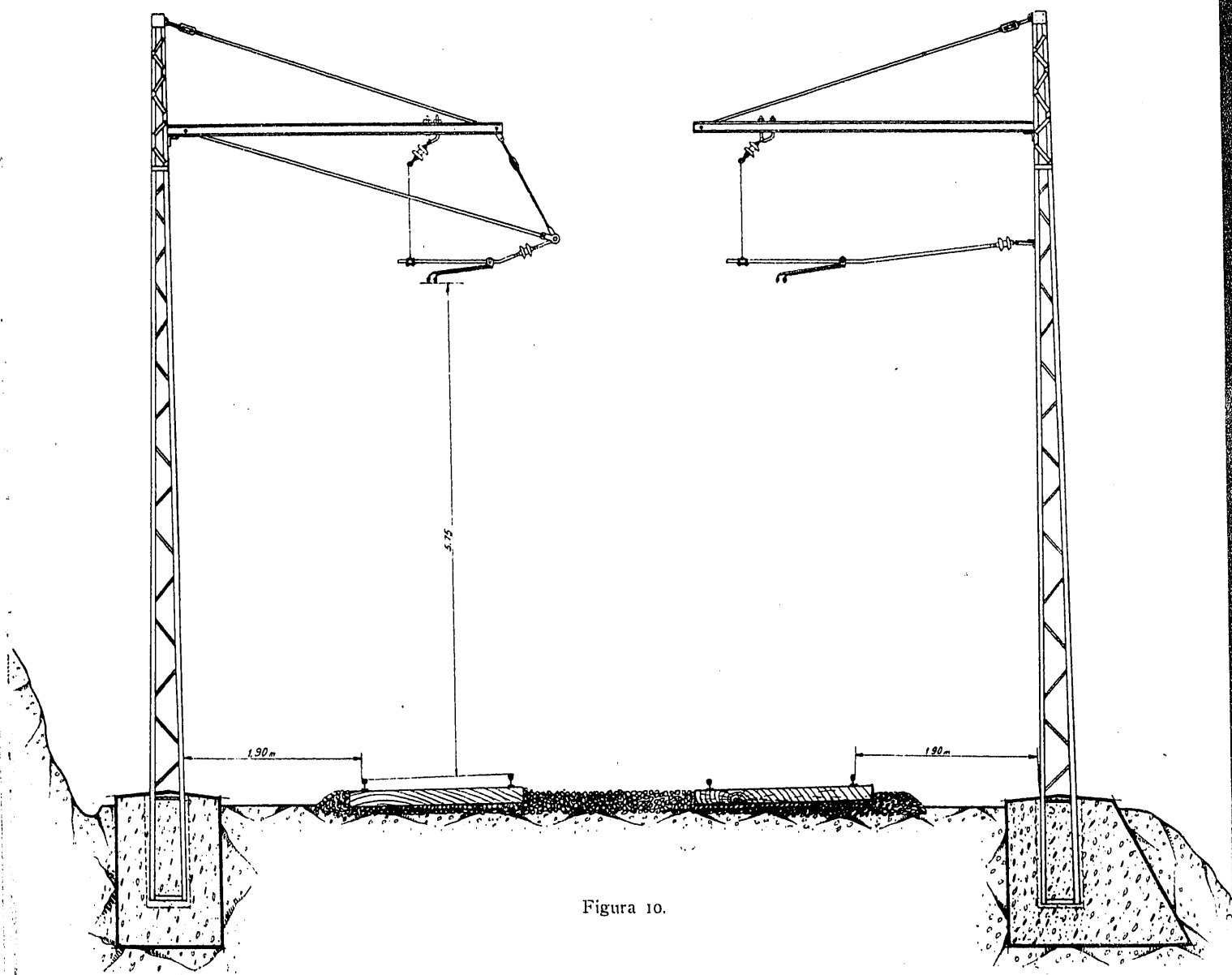


Figura 10.

mente, los "estabilizadores", lo cual puede observarse en la fotografía 9.<sup>a</sup>. En estos estabilizadores se ha utilizado también el aislador "Motor", a causa de sus excelentes características mecánicas, habiéndose verificado pruebas de flexión con varios de estos aisladores, llegando a momentos flectores de 180 m. Kg. sin rotura.

según que la vía sea interior a la línea de postes o exterior a ella.

Si la vía es interior a la línea de postes, el atirantado se resuelve de manera análoga al estabilizador de recta, con la única diferencia de su mayor robustez. Puede apreciarse este equipo en la parte derecha de la figura 10.

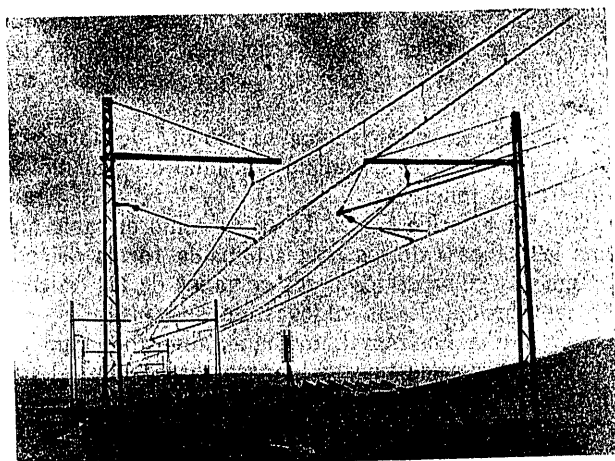


Figura 11.

Cuando la vía es exterior a la línea de postes que soportan la catenaria correspondiente, se recurre al montaje que se ve en la parte izquierda de la figura 10, empleando una pieza inclinada, soportada bajo la ménsula y colgada del extremo de ella mediante un tirante. Al extremo de esta pieza inclinada se une el atirantado, que es análogo al que se coloca en el caso de que la vía sea interior, sólo que más corto.

Un aspecto de conjunto de una curva, con sus accesorios, está en la fotografía de la figura 11, pudiéndose apreciar ambos tipos de atirantados.

En la unión del aislador con el soporte (bien sea poste o ménsula) se ha dispuesto una pieza con dos ejes perpendiculares, formando una especie de "cardan", con objeto de que no se rompa por flexión si hay alguna avería mecánica en la línea.

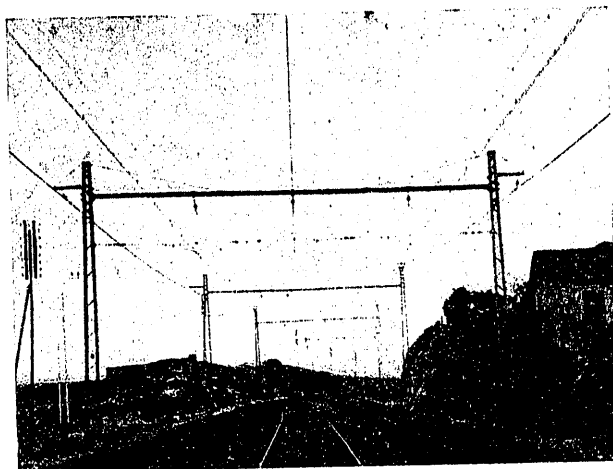


Figura 12.

### Soportes en estaciones.

Los postes de vía general no permiten situar la catenaria más que cuando las vías están próximas a ellos. En las estaciones estorbarían mucho los postes colocados en la misma forma que en vía general, por lo cual se establecen pórticos con apoyos colocados a ambos lados de las vías.

Claro es que al colgarse de un pórtico varias líneas de contacto no quedan éstas independientes mecánicamente, como ocurre en vía general.

Se han utilizado dos tipos de pórtico. El pórtico rígido consta de dos postes análogos a los de vía general, unidos por un dintel de perfiles laminados, que prolongan las ménsulas. En la fotografía 12 se aprecia este tipo de pórtico.

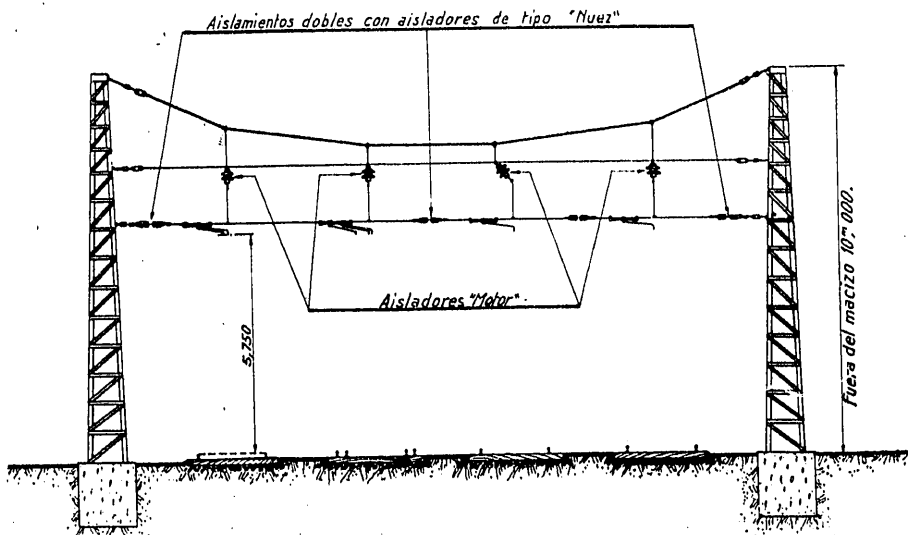


Figura 13.

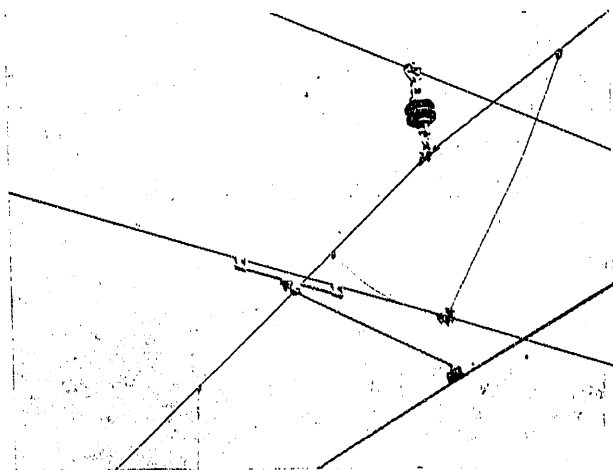


Figura 14.

Cuando el número de vías es superior a 3, se emplea el pórtico funicular (fig. 13), pues si se utilizase pórtico rígido, el dintel que trabaja a flexión y compresión tendría dimensiones importantes.

El pórtico funicular está constituido por dos postes cuadrangulares, de gran robustez, y cables de acero que les unen.

Hay 7 tamaños distintos de postes cuadrangulares, construidos con angulares de diferentes secciones.

En toda la electrificación hay previstos 1.009 postes cuadrangulares, con un peso de 1 862 000 Kg.

El apoyo de estos postes se hace en macizos de

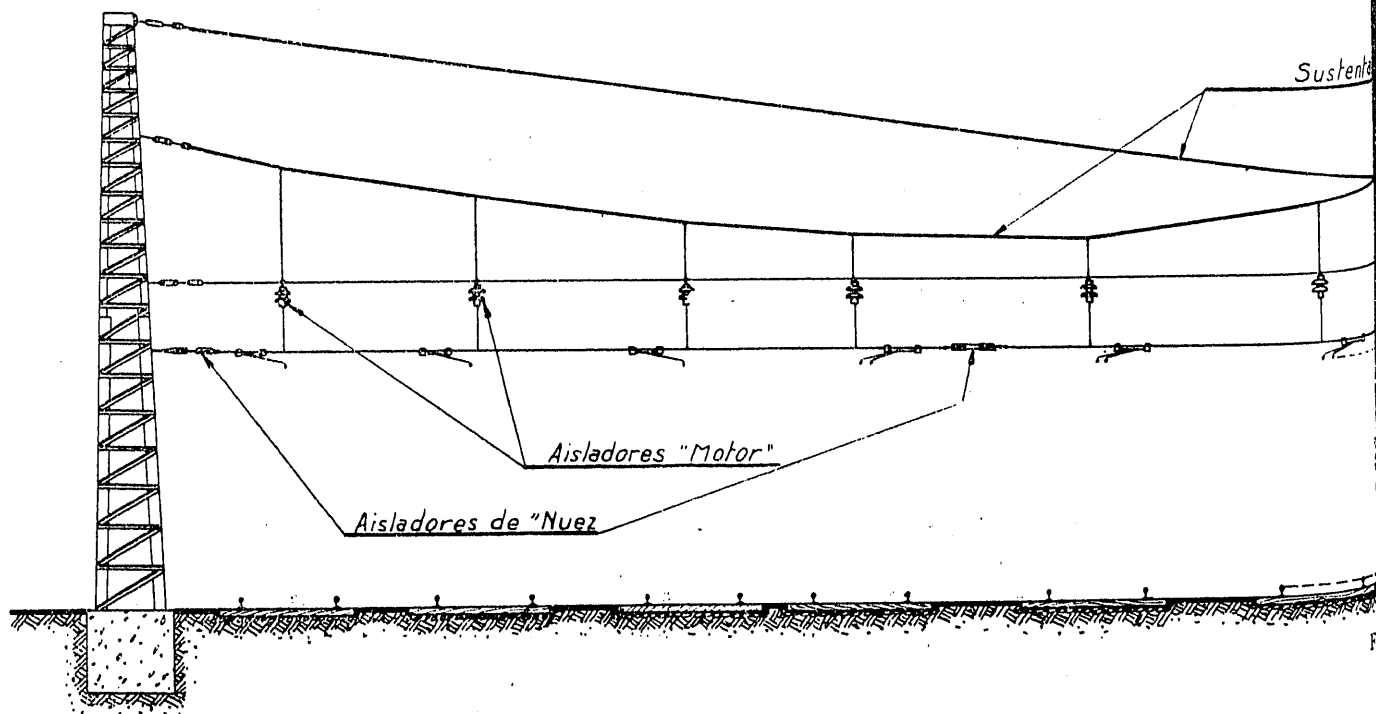
hormigón, que se construyen con 4 huecos, para que en ellos se alojen las patas del poste, que luego se rellenan con hormigón más rico y se enlucen con mortero.

Han sido previstos unos 14 000 m.<sup>3</sup> de hormigón para estos cimientos, con un consumo de cemento de unas 2 900 toneladas.

En la referida figura 13 se ve cómo el cable que une las cabezas de los postes toma la forma del polígono funicular de los pesos colgados de las cadenas de suspensión. Estas cadenas de suspensión se sitúan en una horizontal, mediante un cable también horizontal que las une, y su peso actúa sobre el funicular mediante una péndola, que tiene longitud distinta en cada caso. Por último, hay otro cable horizontal situado más bajo que el anterior, el cual fija la posición, en planta, de los hilos de contacto, mediante las piezas que se detallan en la fotografía de la figura 14. Para que haya uniformidad de piezas, las de este atirantado sobre cable transversal son las mismas de los atirantados en recta y curva, en vía general.

Como este cable está en comunicación eléctrica con los hilos de contacto, se establecen aislamientos entre los diversos hilos de contacto, y en su unión a los postes, mediante dos aisladores tipo "nuez", en serie.

Si el número de vías que comprende el pórtico es mayor de 9, se emplean postes de grandes dimensiones, y con objeto de que las péndolas que unen verticalmente las cadenas de suspensión con el cable funicular no sean excesivamente grandes, se recurre a



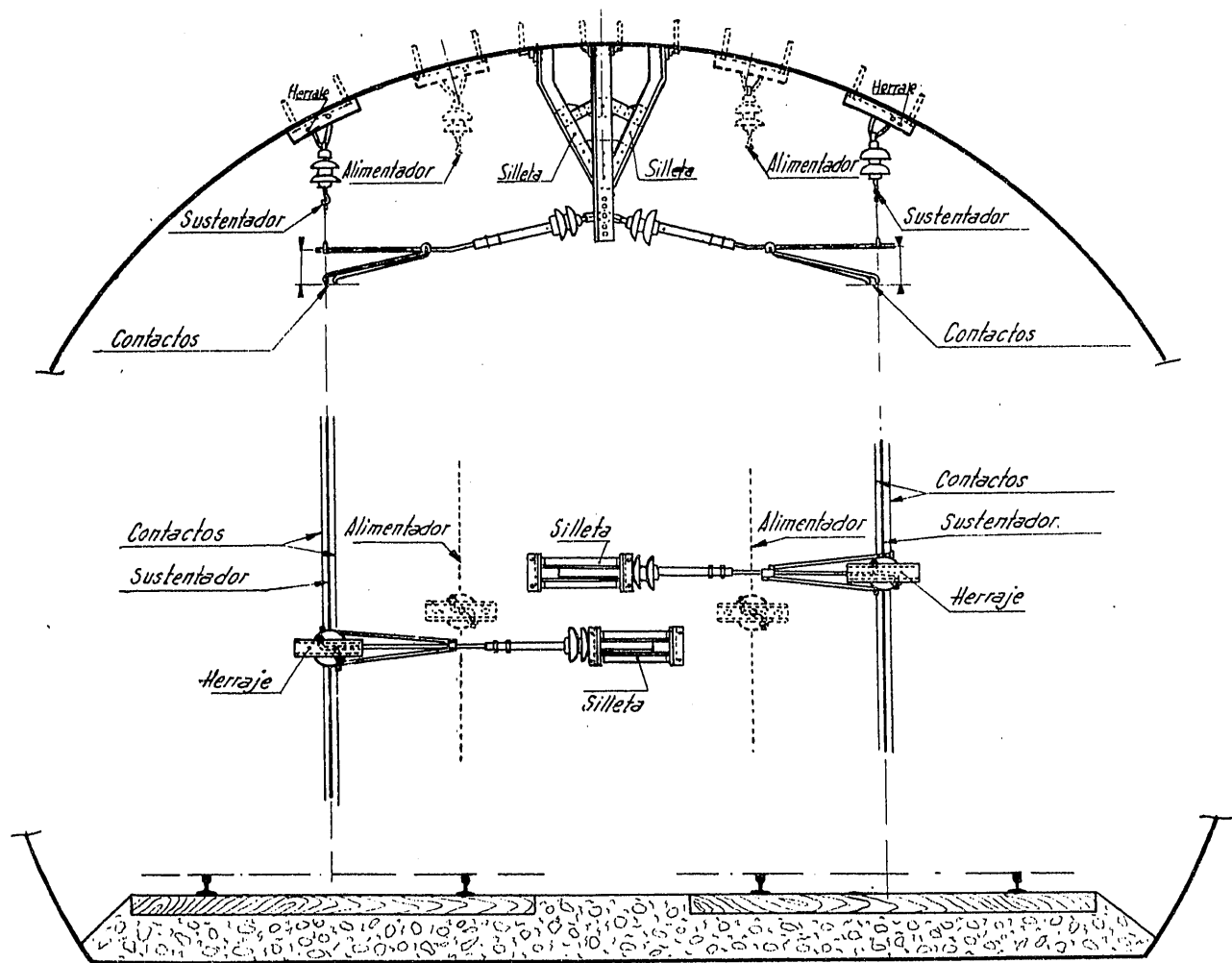
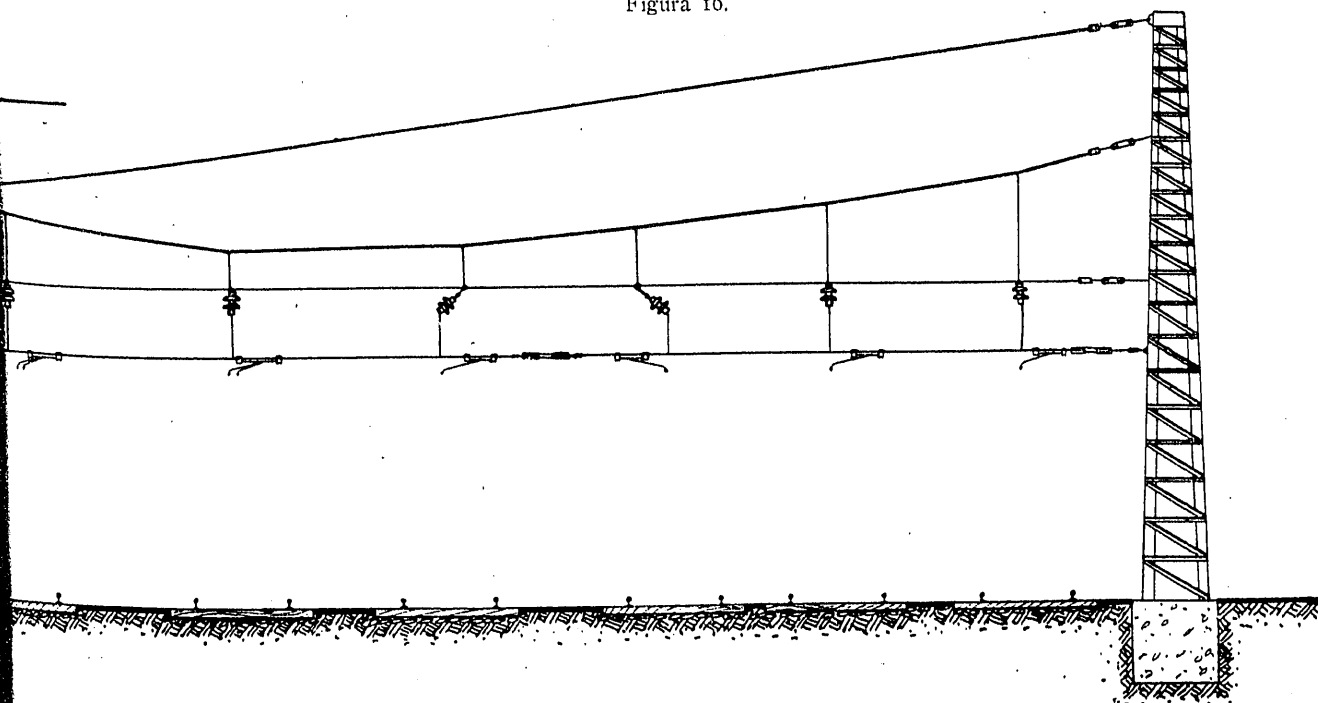


Figura 16.



la construcción de pórticos funiculares dobles, con dos cables funiculares, de cada uno de los cuales cuelga la mitad de las líneas. También se duplica la cantidad de cables horizontales, resultando suspensiones y atirantados independientes para cada mitad de líneas. Esta disposición tiene la ventaja que limita la

posible avería ocurrida en una línea, a la mitad de las que comprende el pórtico, sin afectar a todas.

La disposición de pórtico funicular doble se puede examinar en la figura 15.

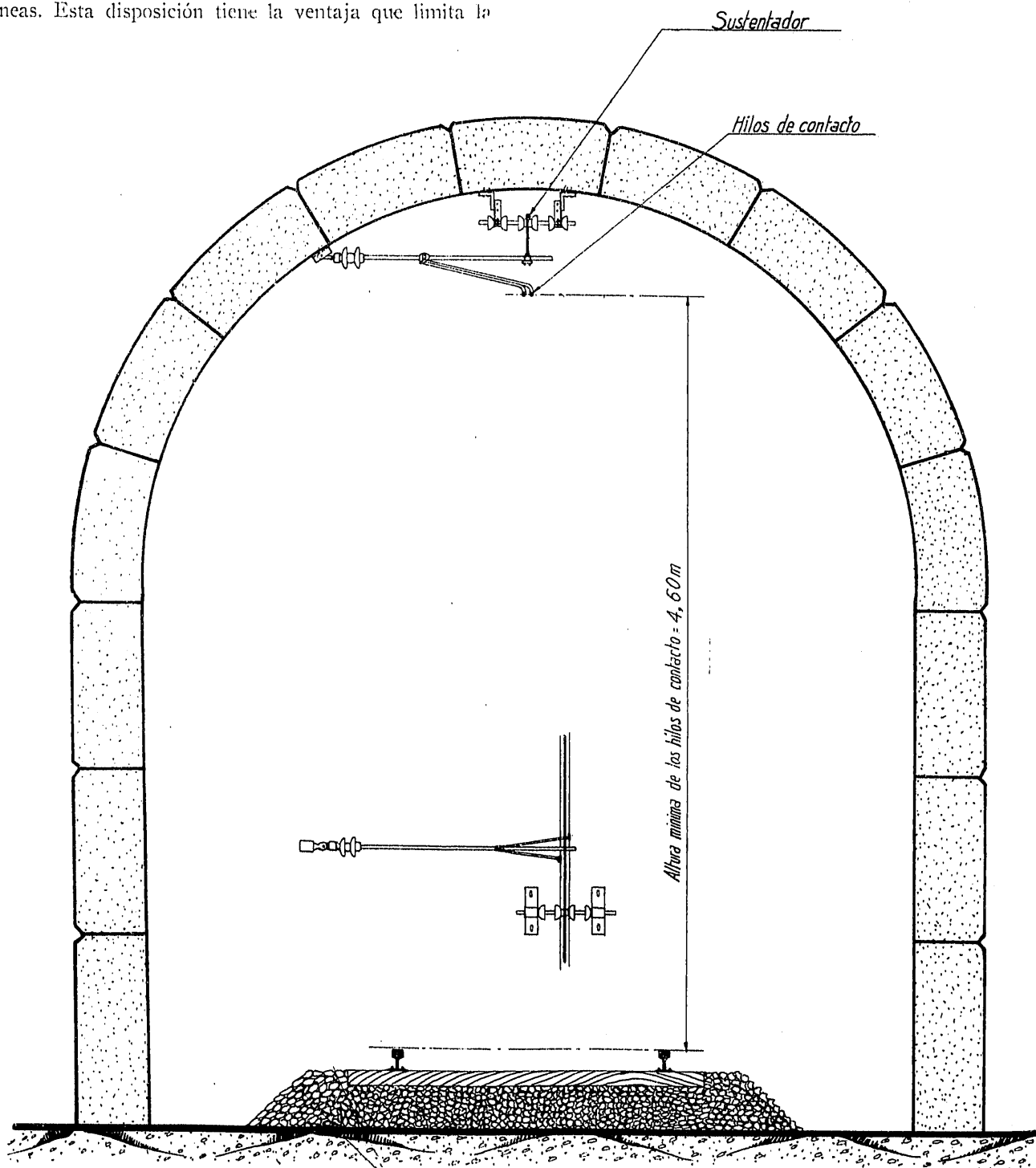


Figura 17.

### Suspensiones en túneles y pasos superiores.

En los túneles de vía doble, se cuelga la línea de contacto mediante los herrajes que se detallan en la figura 16, que, lo mismo que en vía general, se han previsto independientes para una y otra vía. En el centro del dibujo figura una planta que aclara dicha independencia. También se han indicado de puntos las cadenas de suspensión de alimentadores independientes de las líneas de contacto, y que corresponden a los casos en que por la proximidad del túnel a la estación, las vías del túnel son de estación, no de vía general, sirviendo para ésta los alimentadores independientes.

En los túneles de simple vía, el problema que se presenta es la escasez de altura en el eje de la vía, por

lo cual no se puede usar la cadena con aislador "Motor" para soportar el cable sustentador.

El aislamiento de la catenaria se consigue con aisladores tipo "diábolo", con objeto de ganar altura, empleando el doble aislamiento que detalla la figura 17.

Los atirantados en túneles no coinciden con la situación de los apoyos de los vanos, sino que existe una pequeña distancia entre ellos, prevista de modo que no se estorben ni estáticamente ni cuando suba o baje el hilo de contacto con el atirantado, por la presión ascensional de los pantógrafos.

La forma de los atirantados puede observarse en

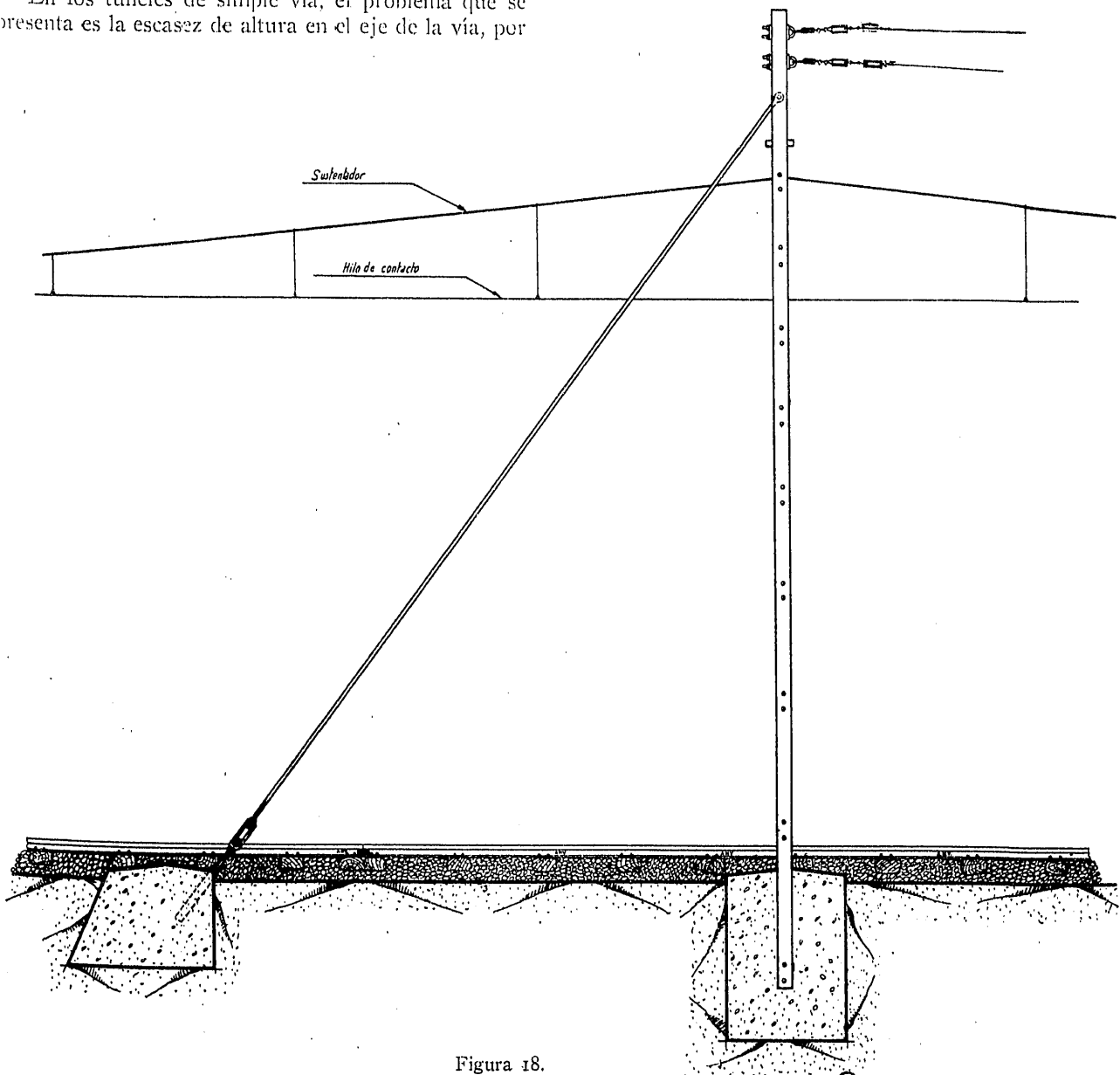


Figura 18.

las mismas figuras, en el centro de las cuales se ha indicado una planta de los conductores y atirantados.

En los pasos superiores, como el problema es de falta de altura, se resuelve análogamente a como se hace en los de simple vía.

### Anclajes.

Los extremos de los hilos de contacto y de los cables sustentadores y alimentadores, debidamente aislados mediante dos aisladores tipo "nuez" colocados en serie para que exista doble aislamiento, se sujetan a los postes de amarre.

Los esfuerzos ocasionados en los postes son muy elevados, pues se trata de cables de gran sección, bastante tensados, y situados a cierta altura (de 6 a 7 m. del suelo).

La importancia de los esfuerzos de flexión que ha de soportar el poste obliga a acudir a disposicio-

nes especiales para no proyectar los postes demasiado robustos, pues son antiestéticos y costosos.

Los anclajes utilizados en la electrificación Madrid-Ávila-Segovia, son:

- a) Con tirante de anclaje.
- b) Con tirante en carril alto.
- c) Postes tipo *R* para una sola catenaria.
- d) Postes de final de dos líneas, en andenes.

Los postes con tirante de anclaje se emplean en sitios poco frecuentados, en los que importa poco que

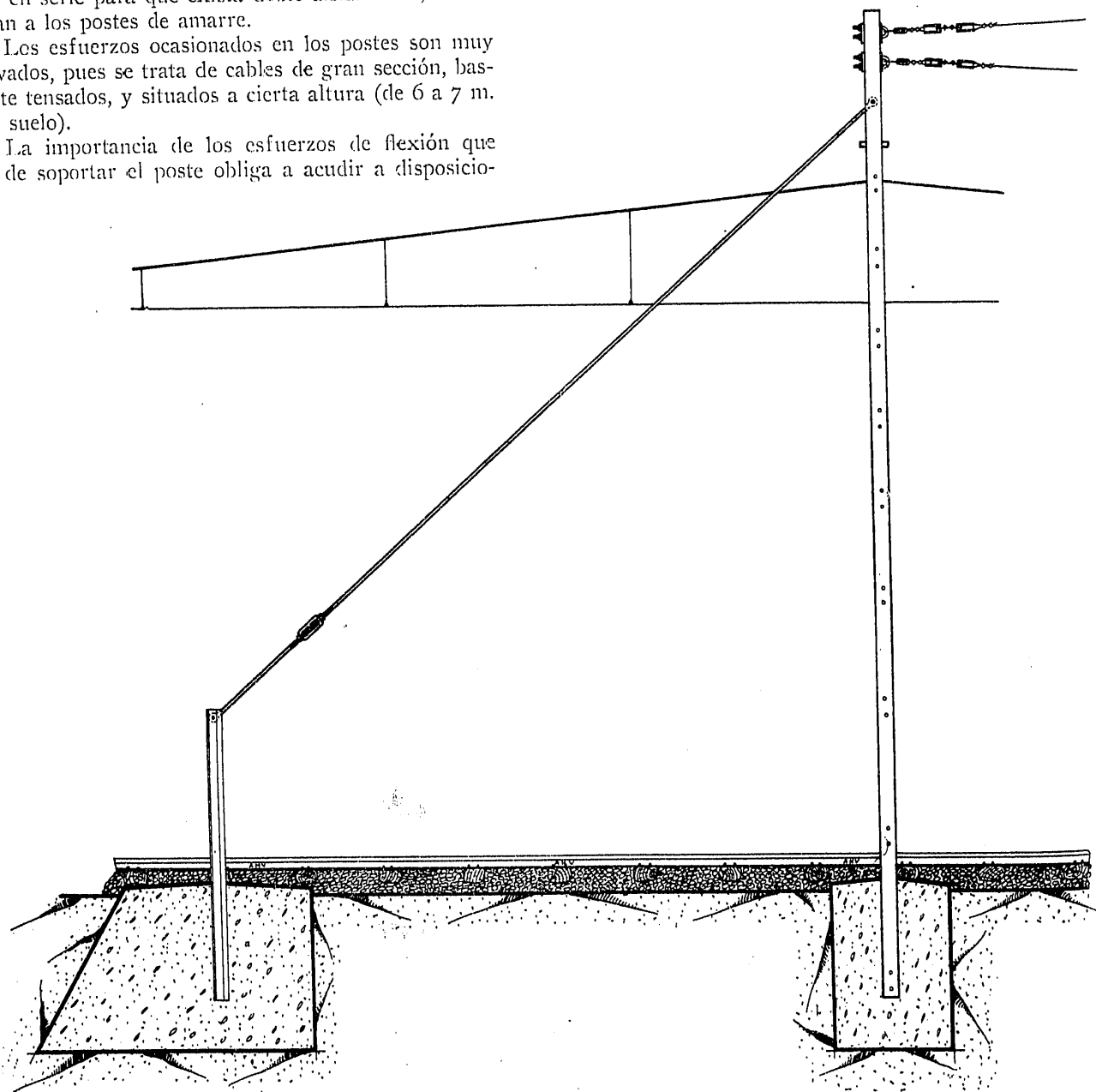


Figura 19.

estorbe el tirante. En la figura 18 puede verse la disposición del tirante, que se amarra a un macizo de hormigón. De este modo, la existencia del anclaje sólo supone para el poste un incremento en su esfuerzo de compresión que puede resistir ampliamente sin necesidad de construir postes más robustos.



Figura 20.

Los anclajes con tirante en carril alto, tienen aquél sujeto al extremo de un trozo de carril vertical, que se empotra en un macizo de hormigón. El objeto de esta disposición es que no quede el tirante inclinado a una altura en que pueda estorbar al paso de personas y se emplee en sitios concurridos por personal de la Red, o viajeros. El conjunto se detalla en la figura 19.

Los postes tipo *R*, como el que se ve en la fotografía de la figura 20, se emplea para las vías en donde no cabe el poste de vía general con su tirante de anclaje. Se usa en algunas vías de estaciones.

Por último, los postes de final de línea para dos catenarias se han utilizado en la estación de Madrid, y tienen resistencia suficiente para soportar los esfuerzos de anclaje de los cuatro hilos de contacto de las dos catenarias (que son dobles por ser generales) y sus dos sustentadores de acero. La figura 21 es una fotografía de estos postes.

### Resumen.

De un modo aproximado, a continuación se mencionan las cifras que expresan las cantidades de diversos materiales que entran en la construcción de los soportes de esta electrificación, no detallando valores medios por kilómetro por haber causas que modifican grandemente la existencia de valores medios. Entre éstas contamos con las importantes estaciones de Madrid y Las Matas-Clasificación, y respecto a la vía general, gran parte de los postes que se coloquen en la línea de Segovia habrán de ser más fuertes que de ordinario, a causa del fuerte viento que existe entre El Espinar y La Losa.

|                             |               |
|-----------------------------|---------------|
| Cemento para macizos.....   | 8 500 Trf.    |
| Postes de vía general.....  | 3 264 000 Kg. |
| Postes cuadrangulares ..... | 1 862 000 "   |
| Ménsulas .....              | 800 000 "     |
| Postes de anclaje.....      | 58 000 "      |
| Herrajes para túncles.....  | 14 000 "      |

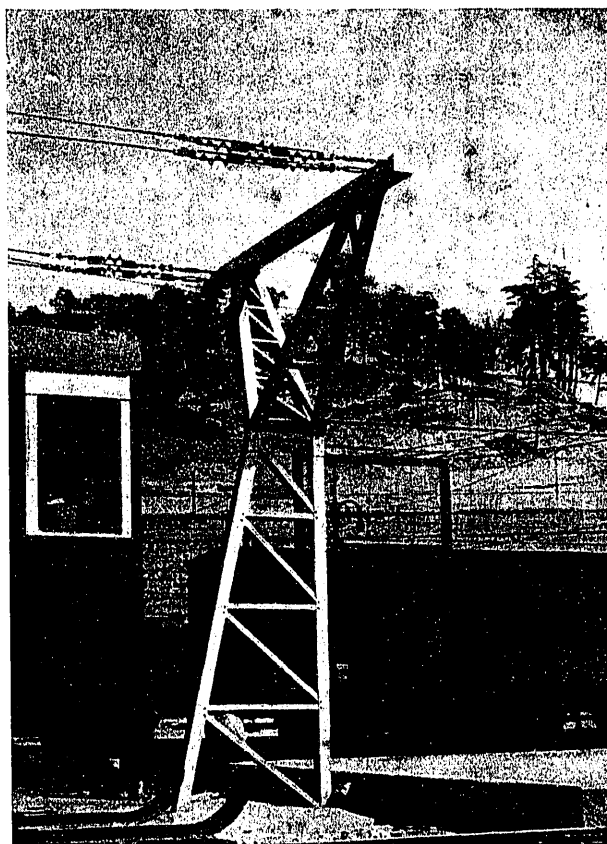


Figura 21.