



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Índice

**Bloque 1.
Sección transversal ferroviaria.**

**Bloque 2.
Geometría de la vía. Trazado**

**Bloque 3
Comportamiento mecánico de la vía**

**Bloque 4.
Calidad y mantenimiento**

**Bloque 5.
Instalaciones**



Índice

1. Electrificación

2. Señalización

3. Explotación



1

Electrificación

1. Introducción
2. Conducción de corriente
3. Subestaciones



1. Introducción

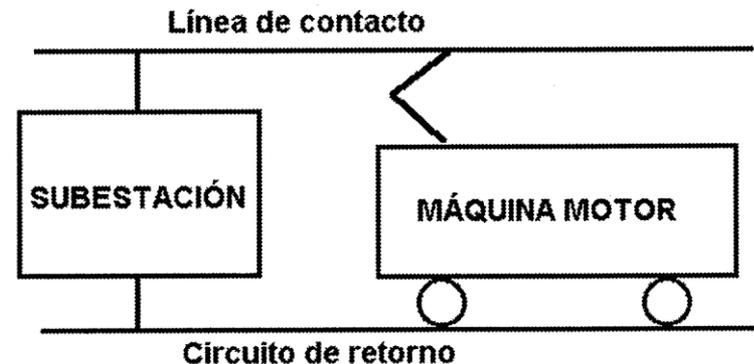
En España se utilizan dos tipos de tracción:

- ✓ Tracción eléctrica
- ✓ Tracción diesel

Electrificación:

conjunto de instalaciones necesarias para el suministro de energía al tren. El consumo más importante es para la tracción, pero también existen otros consumos (iluminación, aire acondicionado, compresores, instalaciones auxiliares, etc).

CIRCUITO DE TRACCIÓN





1. Introducción

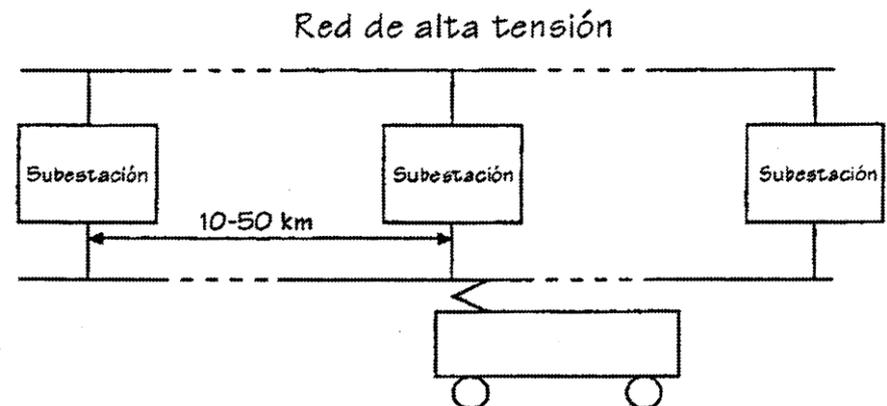
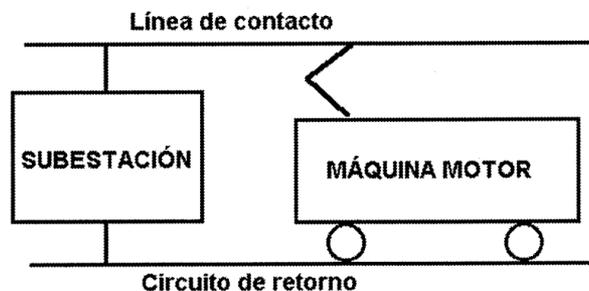
En España se utilizan dos tipos de tracción:

- ✓ Tracción eléctrica
- ✓ Tracción diesel

Electrificación:

conjunto de instalaciones necesarias para el suministro de energía al tren. El consumo más importante es para la tracción, pero también existen otros consumos (iluminación, aire acondicionado, compresores, instalaciones auxiliares, etc).

CIRCUITO DE TRACCIÓN





1. Introducción

Ventajas tracción eléctrica:

- ✓ Menos costes de conservación
- ✓ Menos gasto de energía
- ✓ Menos averías material motor
- ✓ Ventajas medio ambientales
- ✓ Diversidad fuentes de origen de energía

Inconvenientes tracción eléctrica:

- ✓ Mayor coste de implantación
- ✓ Averías en instalaciones fijas



1. Introducción

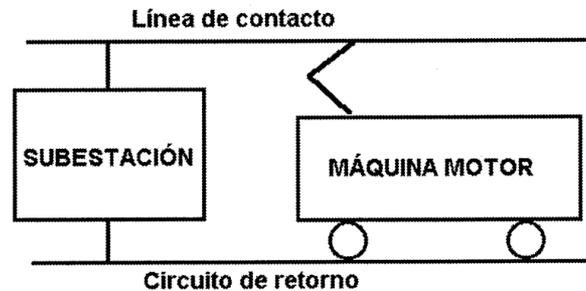
Entre los tipos de corriente utilizados se encuentran los siguientes:

- Corriente continua: 600-3.000 V
- Corriente alterna: 15.000-25.000 V

	CONTINUA	ALTERNA
Instalaciones fijas	pesadas y costosas	más ligeras
Subestaciones	cada 20 km	cada 50 km
Catenaria	gran sección	sección menor
Conexión a la red A.T.	directa	red propia o convertidor(Hz)
Motor	simple	más complicado
Coste relativo establecimiento	145 %	100 %



2. Conducción de corriente



Fuente: Ferrocarriles. Apuntes de clase edición 2009-2010. José Manuel García Díaz de Villegas. Universidad de Cantabria. 2009.

La línea de contacto puede adoptar dos sistemas:

- ✓ Tercer carril
- ✓ Línea aérea de contacto: Catenaria

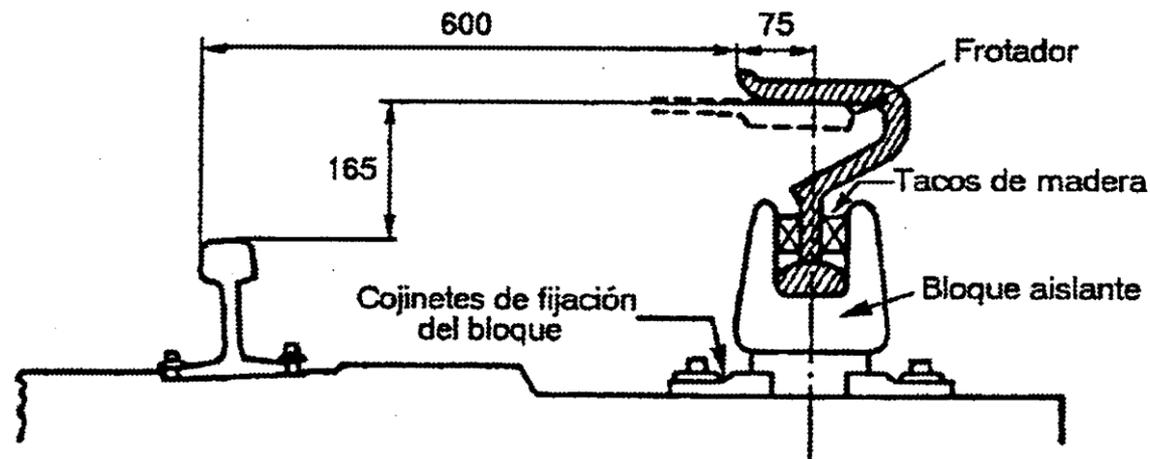


2. Conducciones de corriente

TERCER CARRIL

Conductor en forma de perfil de acero laminado colocado sobre apoyos en paralelo a los carriles.

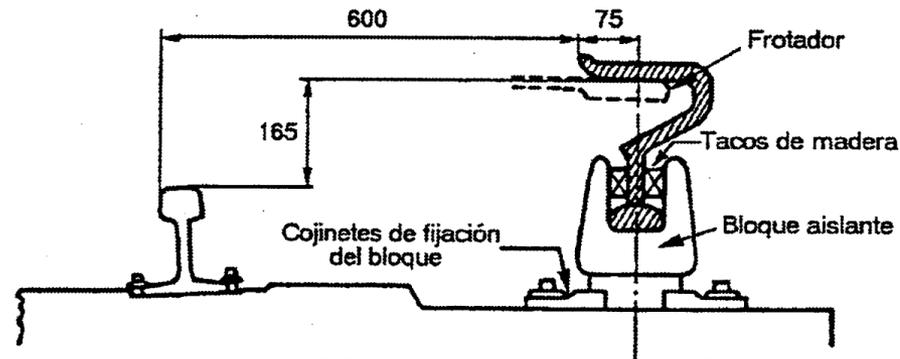
El vehículo eléctrico tiene un brazo que al contactar con el tercer carril (al estar éste con tensión) cierra el circuito eléctrico.





2. Conducciones de corriente

TERCER CARRIL



Fuente: Ferrocarriles. Apuntes de clase edición 2009-2010. José Manuel García Díaz de Villegas. Universidad de Cantabria. 2009.



Fuente: http://4.bp.blogspot.com/-COwMPg6-AeY/Uaj2ssnVidI/AAAAAAAAAEa/D3nLcn0b-YU/s1600/IMG_2985.JPG



Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:WMATA_third_rail_at_West_Falls_Church.jpg



2. Conducciones de corriente

TERCER CARRIL

Ventajas:

- ✓ Gran rigidez
- ✓ Economía en su instalación
- ✓ Menores gálibos necesarios

Actualmente sistema en desuso.

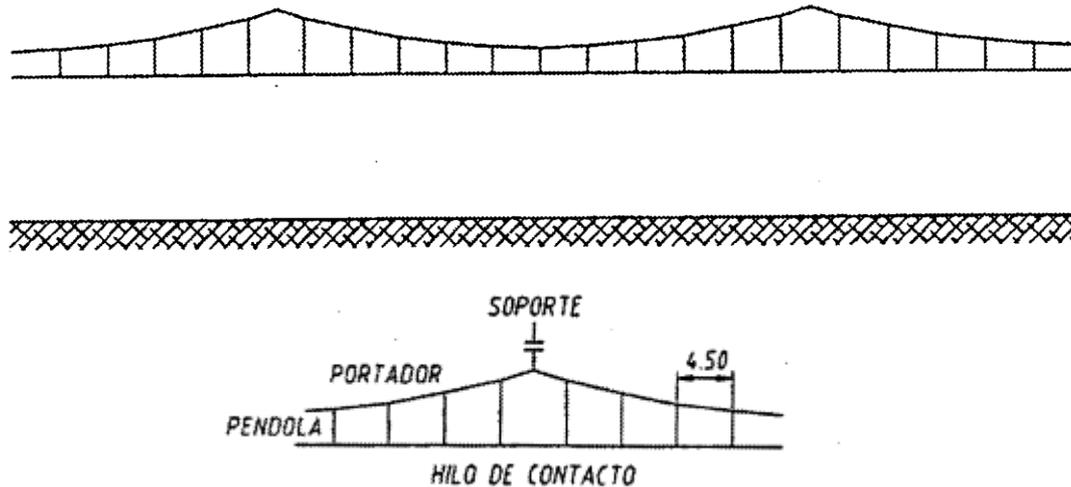
Inconvenientes:

- ✓ Riesgo de electrocución
- ✓ No se puede utilizar con corriente alterna
- ✓ Instalación interrumpida en pasos a nivel y estorbo en playas de vía
- ✓ Complejidad en zonas de aparatos de vía
- ✓ Ataque agentes atmosféricos



2. Conducciones de corriente

Línea aérea de contacto: CATENARIA



Fuente: Ferrocarriles. Apuntes de clase edición 2009-2010. José Manuel García Díaz de Villegas. Universidad de Cantabria. 2009.

Tipos de catenaria:

- ✓ Convencional
- ✓ Rígida
- ✓ Tranviaria (hilo)



2. Conducciones de corriente

CATENARIA CONVENCIONAL

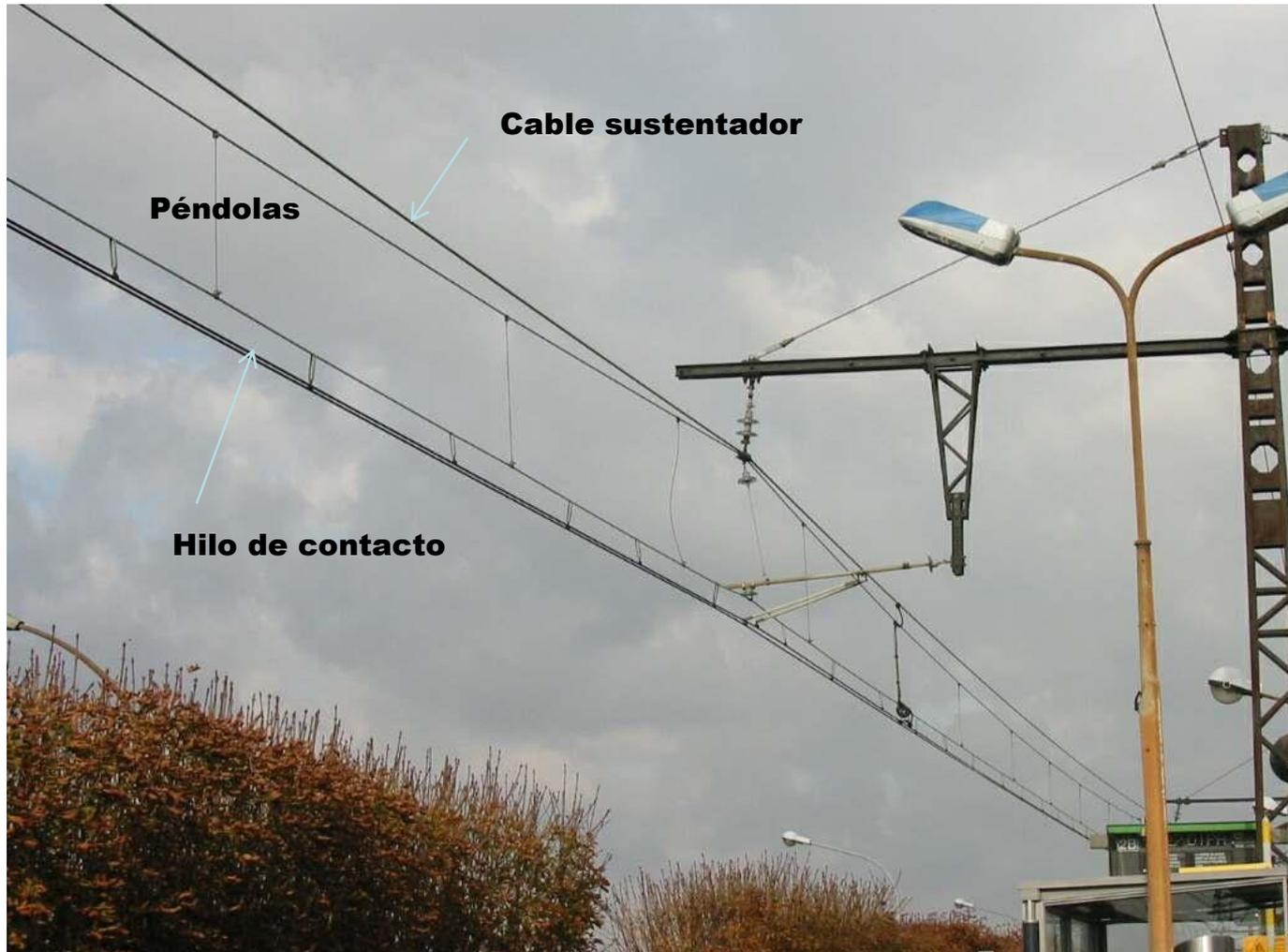


Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/7b/Catenaria_en_Espa%C3%B1a_CAA.JPG/220px-Catenaria_en_Espa%C3%B1a_CAA.JPG



2. Conducciones de corriente

CATENARIA CONVENCIONAL



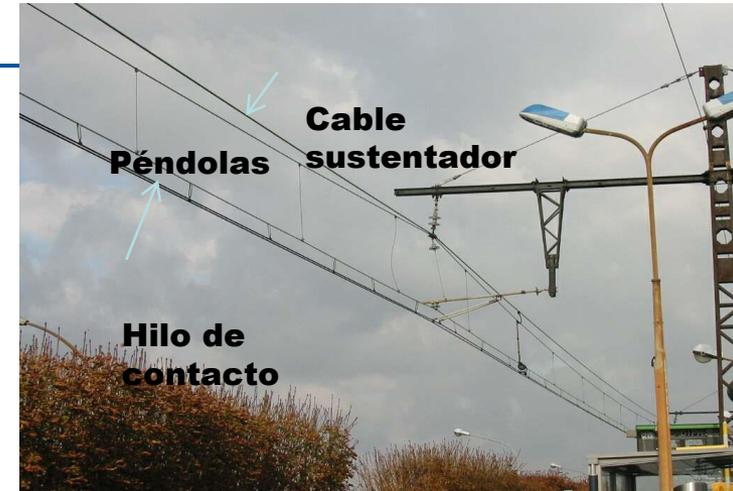
Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f0/Cat%C3%A9naire_1,5_kV_01.jpg/220px-Cat%C3%A9naire_1,5_kV_01.jpg



2. Conducciones de corriente

CATENARIA CONVENCIONAL

Hilo de contacto:



- En contacto con el pantógrafo del tren, suministra energía eléctrica.
- Suele ser de cobre electrolítico.
- Su sección transversal depende de varios factores. Se utilizan habitualmente secciones circulares de 107,120 y 150 mm²
- La energía se obtiene por frotación de las láminas conductoras del pantógrafo con el hilo. Para evitar el desgaste de este se suele montar con un desplazamiento alternativo horizontal respecto al eje de la vía que se conoce como descentramiento.
- Se suele colocar a una altura de 5,30 m sobre el plano del carril.
- Se suelen emplear dos hilos en vías generales principales, uno en vías secundarias y en las electrificaciones en corriente alterna (menos consumo).



2. Conducciones de corriente

CATENARIA CONVENCIONAL

Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f0/Cat%C3%A9naire_1,5_kV_01.jpg/220px-Cat%C3%A9naire_1,5_kV_01.jpg



Sustentador:

- Cable superior de la catenaria y que soporta el peso del sistema formado por los hilos de contacto y las péndolas. Mantiene el sistema con una determinada tensión mecánica.
- Según la posición del sustentador respecto de la ménsula (debajo/encima) la catenaria se denomina suspendida o apoyada.
- Suelen ser de cobre en líneas electrificadas con corriente continua y de acero recubierto de cobre en líneas de alta velocidad con corriente alterna.



2. Conducciones de corriente

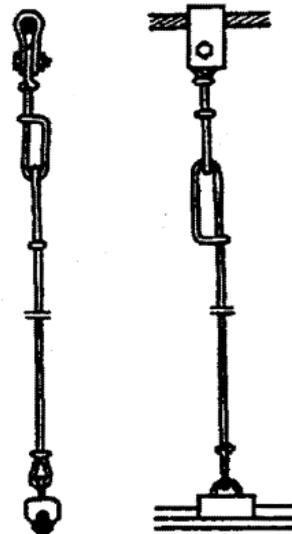
CATENARIA CONVENCIONAL

Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f0/Cat%C3%A9naire_1,5_kV_01.jpg/220px-Cat%C3%A9naire_1,5_kV_01.jpg



Péndolas:

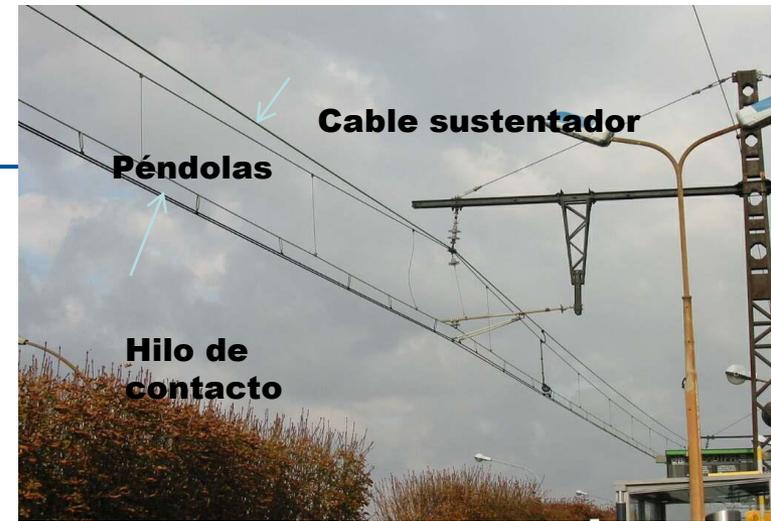
- Unen los hilos de contacto con el cable sustentador, manteniendo su horizontalidad.
- Suelen estar hechas de cable de cobre y se conectan al hilo de contacto mediante una pieza denominada grifa.





2. Conducciones de corriente

CATENARIA CONVENCIONAL



Fuente:https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f0/Cat%C3%A9naire_1,5_kV_01.jpg/220px-Cat%C3%A9naire_1,5_kV_01.jpg

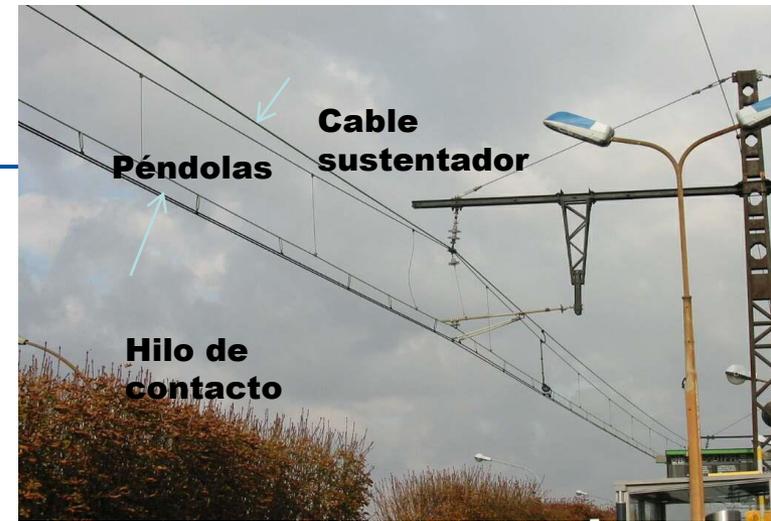
Altura de la catenaria:

- Distancia entre el sustentador y el hilo de contacto en el punto de apoyo del sustentador.
- Valores de 1,4 m en líneas y convencionales y de velocidad alta y de 1,80 m en líneas de alta velocidad.



2. Conducciones de corriente

CATENARIA CONVENCIONAL



Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f0/Cat%C3%A9naria_1,5_kV_01.jpg/220px-Cat%C3%A9naria_1,5_kV_01.jpg

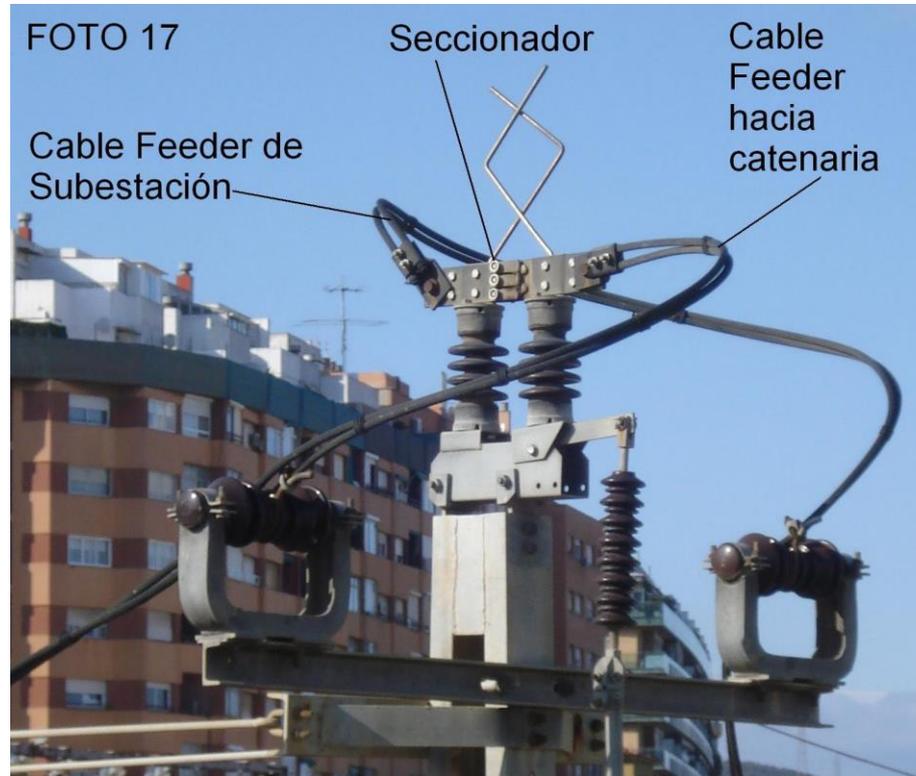
Feeder:

- Cable portador auxiliar, paralelo al hilo de contacto.
- Partiendo de la subestación, discurre tendido conjuntamente con la línea aérea de contacto como refuerzo de sección de ésta. Se conectan a la catenaria cada cierta distancia (120-300 m).
- Se emplea para aumentar la sección de los conductores en los tramos donde los consumos son elevados, evitando el sobrecalentamiento de los cables y reduciendo las pérdidas de caída de tensión (catenarias para velocidades altas y en redes de cercanías).



2. Conducciones de corriente

CATENARIA CONVENCIONAL



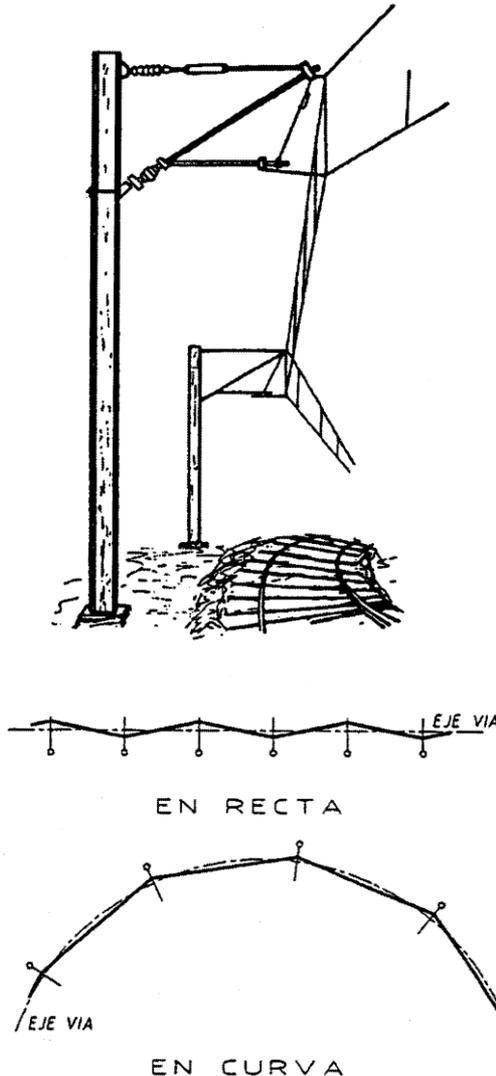
Fuente:

https://2.bp.blogspot.com/_vNFu_XRRH84/S5FDuG2ixUI/AAAAAAAAAHyo/i1BZq-9_ICs/s400/F17.JPG



2. Conducciones de corriente

CATENARIA CONVENCIONAL



Longitud de vano

Longitudes más usuales en recta:

- ✓ 60 m en vía general estación con pórtico rígido
- ✓ 45 m en estación con pórtico funicular (flexible)
- ✓ 20-25 m en túneles

Longitudes más usuales en curva (función del radio):

- ✓ $R > 900 \text{ m} \rightarrow 60 \text{ m}$
- ✓ $R = 625 \text{ m} \rightarrow 50 \text{ m}$
- ✓ $R = 400 \text{ m} \rightarrow 40 \text{ m}$



2. Conducciones de corriente

CATENARIA CONVENCIONAL

Ventajas:

- ✓ Mayor robustez del sistema
- ✓ Mejor mantenimiento de la tensión mecánica y horizontalidad del hilo
- ✓ Mejor comportamiento ante vientos
- ✓ Mejor continuidad en la alimentación
- ✓ Mejores condiciones de desgaste de hilo y frotador del pantógrafo → mejor guiado del pantógrafo



2. Conducciones de corriente

CATENARIA CONVENCIONAL

Inconvenientes:

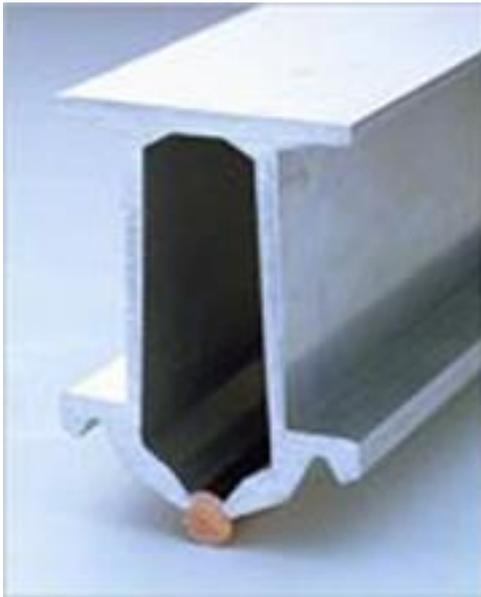
- ✓ Incremento de costes de adquisición y montaje por elevado número de elementos
- ✓ Incremento de costes de mantenimiento en materiales y frecuencias de intervención



2. Conducciones de corriente

CATENARIA RÍGIDA

Formada por carril de aluminio en forma de pinza en cuya parte inferior se aloja el hilo de contacto. El carril continuo se fija a una barra y ésta se ancla al techo.



Fuente:
<https://hablandodevias.files.wordpress.com/2011/01/11.jpg>



Fuente:
http://s177.photobucket.com/user/rafacop2k/media/100_0979.jpg.html



2. Conducciones de corriente

CATENARIA RÍGIDA

Ventajas:

- ✓ Reducción de gálibos en altura (túneles)
- ✓ Gran rigidez
- ✓ Posibilidad de eliminar cables auxiliares de alimentación debido a la elevada sección del carril sustentador.
- ✓ Instalación y mantenimiento sencillos

Inconvenientes

- ✓ Mayor coste de implantación
- ✓ No permite alcanzar las mismas velocidades que la convencional



2. Conducciones de corriente

TRANVIARIA

Compuesta por un solo hilo de contacto tensionado mecánicamente y suspendido cada cierta distancia de pórticos funiculares (flexibles), sin sustentador ni péndolas, lo que hace inevitable que se forme una flecha en el hilo limitando fuertemente la velocidad del tren.



Fuente: http://www.semi.es/ftp/transporte/ferroviario/IMG_1270_1120x840.jpg



2. Conducciones de corriente

TRANVIARIA

Ventajas:

- ✓ Simplificación de montaje y mantenimiento
- ✓ Flexibilidad en el trazado

Inconvenientes

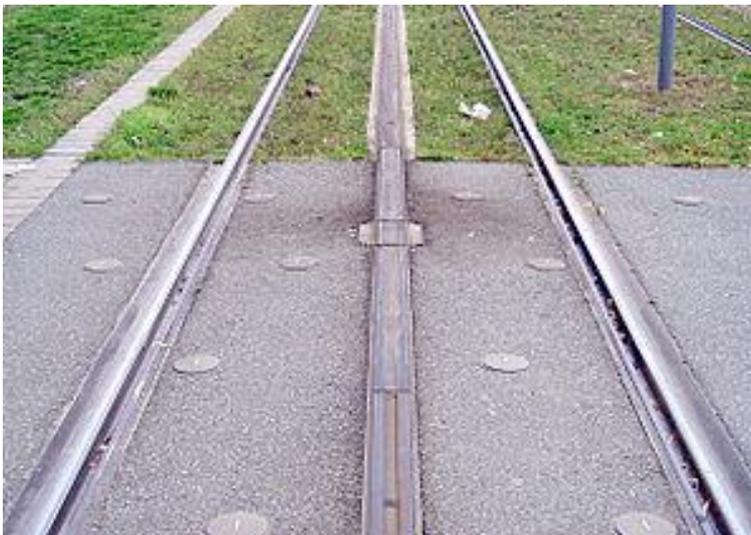
- ✓ Velocidad de circulación limitada (80 km/h en la mayoría de casos)
- ✓ Sensibilidad elevada al viento lateral



2. Conducciones de corriente

APS – Alimentación por suelo

Este sistema permite hacer llegar la corriente eléctrica a los convoyes mediante un tercer raíl, situado entre las vías y dividido en segmentos independientes de 8 metros de longitud que se electrifican únicamente cuando el tranvía pasa por encima. De este modo, el peatón puede cruzar las vías sin ningún riesgo de quedar electrocutado.



Fuente:
https://es.wikipedia.org/wiki/Alimentaci%C3%B3n_por_el_suelo#/media/File: Bordeaux-aps%2Bisolation%26joint.jpg



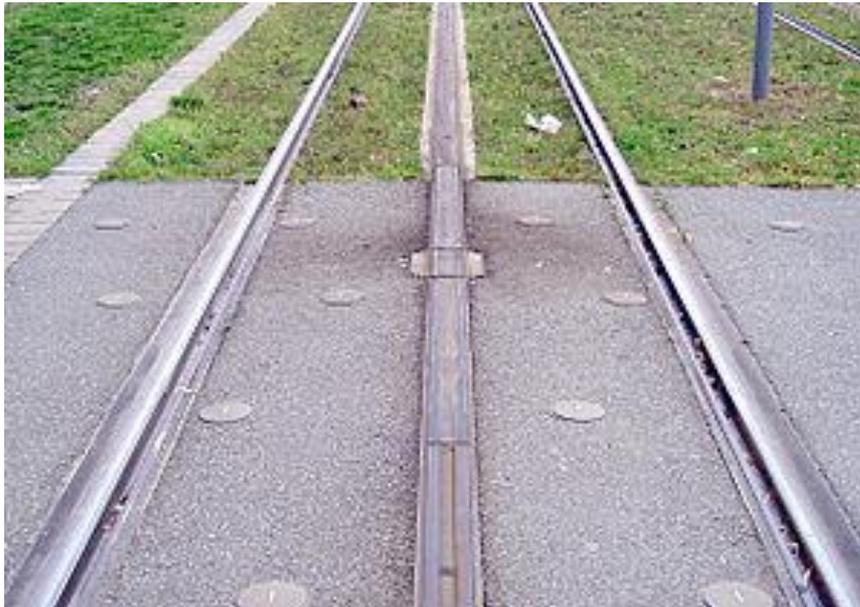
Fuente:
https://es.wikipedia.org/wiki/Alimentaci%C3%B3n_por_el_suelo#/media/File: Bordeaux-aps-overhead-wire-transition.jpg



2. Conducciones de corriente

APS – Alimentación por suelo

En los vehículos (desarrollados por Alstom) hay dos dispositivos de fricción ubicados en el módulo central del tranvía que “recogen” la electricidad y alimentan los motores de tracción.



Fuente:
https://es.wikipedia.org/wiki/Alimentaci%C3%B3n_por_el_suelo#/media/File:Bordeaux-aps%2Bisolation%26joint.jpg



Fuente:
https://es.wikipedia.org/wiki/Alimentaci%C3%B3n_por_el_suelo#/media/File:Bordeaux-aps-overhead-wire-transition.jpg



3. Subestaciones

Tipos de subestaciones:

- ✓ Subestaciones de corriente continua
- ✓ Subestaciones de corriente alterna

Subestaciones de corriente continua:

Transforman la corriente de alta tensión de la red pública (corriente alterna trifásica de 50 Hz), en corriente continua a tensión más baja (3000 v, 1500 v).



2. Conducciones de corriente

Subestaciones de corriente alterna:

1) Corriente monofásica 16 2/3 Hz:

- Con alimentación proporcionada por *red privada* a 16 2/3 Hz, se utilizan transformadores que reducen la tensión a 15 Kv
- Con alimentación directamente de la *red de alta tensión pública* se utilizan convertidores de corriente alterna trifásica a 50 Hz a corriente monofásica de 16 2/3 Hz , 15 Kv.

2) Corriente monofásica de 50 Hz (frecuencia industrial)

Con alimentación proporcionada por la red pública.



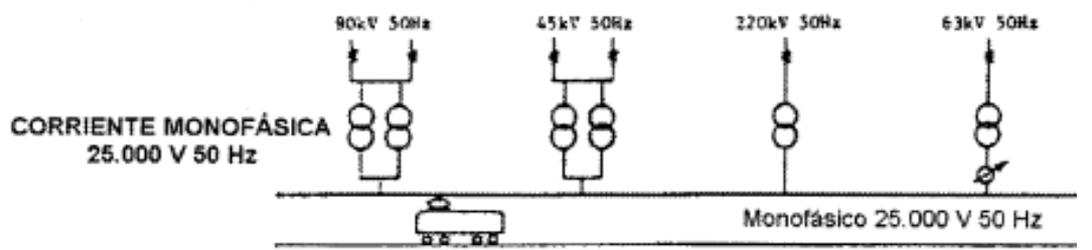
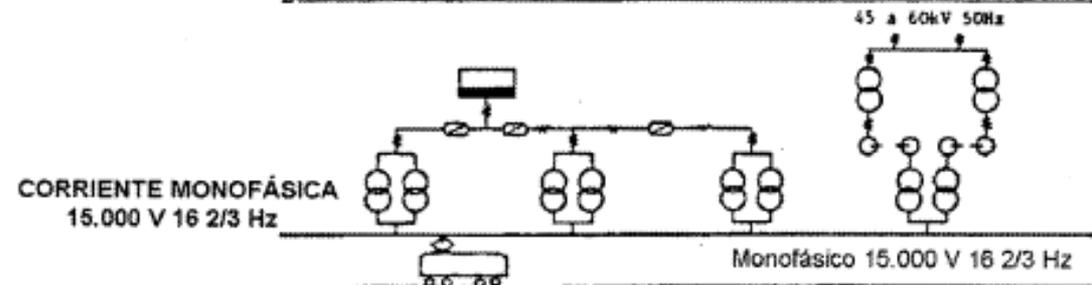
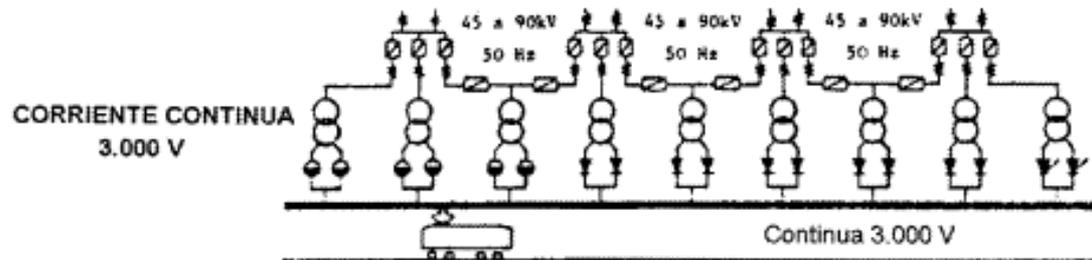
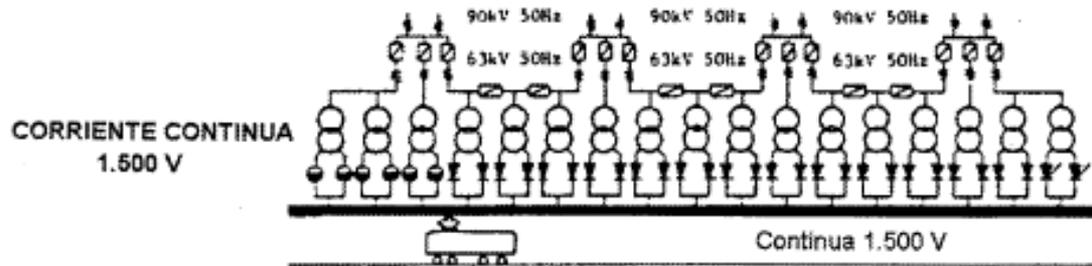
3. Subestaciones

Funciones:

- ✓ Transformar la energía procedente de la red general (alta tensión) a la tensión de alimentación de la catenaria.
- ✓ Rectificar la corriente alterna a continua en el caso de que la catenaria utilice este tipo de corriente (líneas convencionales).
- ✓ Alimentar la catenaria a través de los feeders o cables de alimentación. Éstos transportan la energía desde la subestación hasta los distintos puntos previstos para la alimentación.
- ✓ Suministrar energía para los servicios auxiliares situados en el tramo en el que se encuentra instalada.



3. Subestaciones



- Seccionamiento A.T.
- Transformador
- Reductores de vapor de mercurio
- Reductores semiconductores
- Reductores semiconductores controlados
- Central monofásica 16 2/3 Hz.
- Grupo convertidor rotativo 50 Hz - 16 2/3 Hz
- Grupo transformador SCOTT
- Regulador de carga