

CATENARIA RIGIDA

Características generales del sistema de catenaria rígida

El sistema de catenaria rígida permite la electrificación de los túneles con gálibo reducido. Para ello se prescinde el cable sustentador y se utiliza como hilo de contacto un perfil de aluminio, que con la rigidez suficiente soporta un hilo de contacto, permitiendo la captación de corriente por el pantógrafo.

Tanto el hilo como el perfil son montados sin fuerza de tracción y por tal motivo ambos están menos expuestos que una línea de contacto convencional.

Para lograr un máximo de relación rigidez peso propio, la sección en apariencia óptima es la de un perfil de aluminio de sección pentagonal, abierto por el vértice inferior.

Gracias a la gran sección transversal del perfil es posible prescindir de otras líneas auxiliares como feeder de acompañamiento



El hilo de contacto va ajustado en el perfil de aluminio, que en su extremo inferior tiene forma de tenaza (vértice inferior del pentágono), introduciéndose o del mismo modo extrayéndose cuando está muy gastado, por medio de un carro que se hace correr a lo largo de este perfil y que

lo abre para introducir dicho hilo de contacto. Los salientes ajustados a ambos lados en el extremo inferior sirven de rodadura del carro de montaje, mientras que las ranuras de abajo son para las poleas que abren el perfil para el montaje del hilo de contacto.

El perfil está fabricado a partir de una aleación de aluminio por un procedimiento por prensa de extrusión, en longitudes máximas y normales a determinar previo replanteo de la instalación, con valores aproximados respectivos de 14 y 12 metros.

El aluminio y el cobre solo pueden ser combinados el uno con el otro de manera conductora



, en una atmósfera libre de electrolitos para que no exista corrosión. Dado que este no es el caso en la práctica para impedirlo se han adoptado las siguientes medidas:

Cada perfil va provisto en su parte plana de orificios, de modo que la formación de agua de condensación dentro del perfil, que siempre contiene gases disueltos o elementos agresivos, pueda ser evacuada o evitada por medio de la aireación.

1) Al colocar el hilo de contacto, este ha de ser lubricado lo que se hace con un manguito conectado a una bomba de agua. La grasa especial que se emplea tiene una función protectora y favorece el flujo de corriente entre el aluminio y el

cobre evitando fenómenos de corrosión por electrólisis.

2) En el sector de las entradas de túnel, en zonas de gran proximidad a la obra civil, donde el aislamiento de aire es insuficiente ($e < 150$ mm) y en zonas de humedad el perfil se protege con una cubierta plástica dieléctrica. Los carriles que constituyen la catenaria rígida, están fabricados en barras que en el momento de montaje se unen por medio de cubrejuntas. La fuerza de sujeción del hilo de contacto es constante por unidad de longitud y se adiciona progresivamente a lo largo del carril. Esta fuerza de apriete basta también, en una situación de hilo engrasado, para transmitir también la fuerza de tracción del hilo cuando este pasa a ser parte de una catenaria convencional. La rigidez del perfil permite instalar una catenaria rígida con radios de hasta 120 m sin precauciones especiales. Si el perfil se ha curvado previamente de forma mecánica, se pueden incluso equipar vías con radios de 45 m. La aleación de las cubrejuntas corresponde a la del perfil, por lo que todas sus propiedades físicas se mantienen. Como las grandes superficies no ofrecen frecuentemente un contacto directo satisfactorio, las cubrejuntas van provistas de cuatro estrías en su parte lateral, que se ajustan al perfil. Por lo que respecta a los problemas de dilatación que puedan originarse en estas catenarias rígidas, la experiencia acumulada hasta ahora aconseja resolverlos de la siguiente forma:

Se tenderá el perfil de aluminio en secciones de una longitud máxima de 500 metros, estableciendo un punto fijo en la parte central de cada uno de estos tramos. Se logrará de tal manera que cada tramo de 500 m se dilate por sus extremos.

Cada tramo tendido estará separado del contiguo por un solape de catenaria rígida

que permitirá dilataciones sin impedimento y sin constituir solución de continuidad para el camino del pantógrafo.

Estos solapes o seccionamientos pueden tener la finalidad única de separación mecánica entre tramos, o la doble función de separación mecánica y eléctrica. En ambos casos se dimensionarán de idéntica manera. Cuando no sea necesaria la separación eléctrica se puentearán.

Por lo que concierne a la forma de sujeción de este sistema de catenaria rígida sobre las vías se procederá de la forma siguiente:

Se diseña y se normaliza un herraje de perfil laminado, que soporta un aislador cilíndrico y que a su vez soporta el carril de aluminio. Al conjunto de herraje y aislador le llamaremos soporte unificado.

Cada uno de estos herrajes se sujetará a la bóveda o techo del túnel por medio de fijaciones roscadas, que permitirán una regulación exacta de la altura respecto de las vías. Se dispondrán de forma transversal al eje de la vía y centrados respecto a este de forma tal que permitan que el aislador de sujeción pueda fijarse en cualquier punto de su longitud con objeto de lograr los descentramientos que se deseen de la catenaria rígida respecto al eje de la vía.

Estos herrajes se colocarán a una distancia a determinar previamente mediante replanteo, estimada en alrededor de 12 metros, siguiente el eje de la vía excepto donde no sea posible, en que esta separación deberá ser menor.

En los seccionamientos, los soportes unificados se dispondrán de tal forma que sujete a los dos carriles, sujetándose en este caso el carril al soporte mediante una sujeción no bloqueante, de tal forma que

permita la dilatación de los distintos carriles.

Las agujas aéreas se constituirán solapando un tramo de catenaria rígida a la catenaria de la vía a la que se de continuidad, tal como quedará reflejado en los planos constructivos del proyecto.

Siempre que un carril de catenaria rígida comience o termina (en sus extremos) tanto en agujas como en seccionamientos, loo hará con una rampa, para que el contacto con el pantógrafo sea suave y progresivo. Excepto como es lógico en toperas.

Cuando por razones de falta de gálibo en algún punto singular, el carril de aluminio se acerque peligrosamente a la obra civil, se le colocará la funda dieléctrica normalizada, como ya se ha mencionado anteriormente.

Características de los Materiales, Equipos y Montajes

- Gálibo

La altura necesaria entre la cota mínima de pantógrafos y la obra civil que se necesitamos para implantar la catenaria rígida es de 250 mm.

- Solapes

La longitud de los solapes en catenaria rígida son del orden de 5-6 metros, tanto en seccionamientos como en agujas.

- Sección conductora

La sección conductora en aluminio para el perfil bajo análisis es de 2214 mm², lo que representa una equivalencia en cobre por igualdad de resistencia óhmica de 1408 mm² de sección. Con un hilo de

contacto de 150 mm² de sección la sección total sería de 1558 mm².

- Valores electromecánicos

Area de la sección de carril de aluminio.- 2214 mm²

Peso por metro lineal.- 5,8 kg

Momento de inercial Jx (vertical) .- 339 cm⁴

Momento de inercia Jy (horizontal)- 113 cm⁴

Momento resistente Wx (vertical) - 67,3 cm³

Momento resistente Wy (horizontal)- 26,6 cm³

Modulo de elasticidad.- 7033 kg/mm²

Coefficiente de dilatación.- 0,0000238

Resistencia del aluminio.- 0,0285 ohmios. mm²/m

- Altura sobre el carril

La altura mínima de la catenaria sobre el carril debe ser de 4,60 m. Debiendo estar asegurada esta cota con la temperatura mas alta y en la posición más alta del plano de rodamiento, teniendo en cuenta las tolerancias de montaje de la catenaria.

A fin de conseguir una perfecta captación de corriente la diferencia de nivel entre dos apoyos consecutivos deberá ser como máximo del 0,1% de la longitud del vano. La flecha en el centro del vano no deberá exceder del 0,1% de la distancia entre dos apoyos.

Las alturas se medirán siempre mediante una línea perpendicular al plano de rodadura de las vías.

- Soportes

Como ya se ha indicado anteriormente se normaliza un soporte rígido formado por un herraje que se sujeta a la bóveda del túnel, un aislador y unos espárragos

roscados que tienen como misión la regulación en fino de la altura del carril de catenaria rígida. Este conjunto de herraje de fijación, aislador de barra y espárragos roscados se denomina soporte rígido. Permitiendo los desplazamientos para los descentramientos a lo largo de toda la longitud de la barra del aislador cilíndrico.

Este soporte unificado deberá permitir unos descentramientos de 250 mm hacia cualquiera de los lados del eje de la vía y tendrá siempre las mismas dimensiones. Estos descentramientos se lograrán fijando la pinza en la posición deseada.

Cuando se deba soportar la catenaria rígida en túneles distintos de los tubulares y de mayor altura, se colocarán ménsulas o pórticos rígidos contruidos mediante perfiles laminados, especialmente de angular de 60 y en estos pórticos o ménsulas se fijarán las barras unificadas sobre cada eje de plano de rodamiento. La catenaria rígida generalmente deberá resbalar longitudinalmente por las mordazas de los aisladores.

- Seccionamientos

Las barras de catenaria rígida se suministrarán en longitudes previamente determinadas, y en primera aproximación del orden de 12 metros. Cada barra se sujetará por un solo soporte. Este soporte se situará a una distancia de 3,5 m de uno de los extremos de cada barra ($\pm 0,3$ m de tolerancia). Se preferirá acercar el soporte al extremo de la barra que deja el tren en su sentido de marcha habitual aunque esta condición no es imprescindible.

Cada tramo de catenaria rígida tendrá una longitud máxima de alrededor de 41 barra embridadas entre sí, equivalente a 492 m aproximadamente. A cada tramo continuo de barra entre si, lo llamaremos seccionamiento.

Cada seccionamiento comportará un "punto fijo" en el punto medio de su longitud y podrá dilatarse por sus extremos. La continuidad entre un seccionamiento y el siguiente se logrará mediante el solape de sus barras extremas, para que el conjunto pueda dilatarse libremente. Descontando estos solapes cuyo valor será determinado durante el replanteo de la instalación, y que será de un valor aproximado de 6 metros, la longitud útil de un seccionamiento queda reducida a 486 m aproximadamente.

En los puntos donde se efectúa dicho solape, la disposición de los soportes se verá alterada.

Las dos barras que se solapan tendrán un extremo doblado para formar una rampa que evite golpes en el pantógrafo. Estas barras serán suministradas con la curvatura adecuada. En ningún caso ésta se hará en obra.

Para iniciar correctamente el replanteo es conveniente comenzar por fijar la disposición de los ejes de solape, y a partir de este punto marcar la posición de todos los soportes hacia uno y otro lado.

Cuando la distancia entre dos ejes de solape, por necesidades de replanteo, sea mayor que la máxima establecida, y además esta distancia no coincida con un número exacto de barras de longitud prefijada, se cortará una de estas barras para ajustar así la longitud total a las necesidades de la obra.

En estos casos se dispondrá un acortamiento del mismo valor en la distancia de longitud de la barra a la que se separaran unos soportes de otros con objeto de que en todos los casos se mantenga la corta de 3,5 m entre soportes y extremo de barra.

Se procurará que estos acortamientos queden hacia el centro del seccionamiento por lo que resulta conveniente replantearlos desde sus extremos hasta un punto de encuentro donde se constatará este acortamiento.

Si el acortamiento resultase una barra más corta de la mitad de la longitud establecida de barra, se preferirá acortar dos barras en vez de una, por la mitad del valor del acortamiento necesario.

Puesto que las bóvedas con las que están contruidos los túneles tubulares pueden ofrecer algún inconveniente para fijar en ellas un soporte en un punto exacto (juntas entre dovelas, armaduras, etc.) se establece una tolerancia en mas o menos 300 mm en sentido longitudinal del túnel, pero no acumulativa, sino a contar desde donde se comenzó a replantear, es decir el eje de seccionamiento mas próximo.

No obstante se dispondrá en obra de un stock de aproximadamente un 3% de barras de catenaria rígida extralargas con objeto de poder corregir cualquier error de replanteo, acumulación de defectos o cualquier otro que se pueda solucionar intercalando una barra de longitud algo superior a la normal de la barra.

En planta los solapes se dispondrán formando un conjunto de dos barras de catenaria, centrando con el eje del plano de rodamiento, sin mas descentramiento de las barras que el indispensable para lograr su separación.

La separación entre barras en los solapes será de 170 mm entre ejes si debe de haber separación eléctrica y de 110 mm si van puenteadas. Su forma de sujeción permite una fácil variación de esas cotas si las circunstancias aconsejan variarlas.

Todos los soportes se colocarán de forma que el perfil laminado queda centrado con el eje del plano de rodamiento. Así se permitirá un deslizamiento hacia ambos lados de la catenaria rígida, la única excepción de esta regla será la de los soportes que no permitan descentramientos.

El descentramiento normal máximo se establece en 200 mm aunque los soportes permitan descentramientos de hasta 250 mm para poder corregir posibles errores de montaje. El procedimiento para dar un valor a la onda de zigzag de la catenaria será el siguiente:

Cuando se conozca la longitud total de un seccionamiento (distancia entre ejes de solapes) se dividirá por 5 si está comprendida ente 400 y 486 m, por 4 si está entre 300 y 400 m, por 3 si está entre 200 y 300 m, por 2 si está entre 50 y 200 m. El número resultante dará la distancia en metros entre los puntos de mayor descentramiento hacia uno y otro lado del eje de la vía. En los soportes más próximos a esos puntos se establecerán descentramientos máximos de 200 mm promediando el resto de los soportes.

En las curvas se procederá como si de una recta se tratase. En los seccionamientos de longitud menor de 60 metros se dispondrán los descentramientos en la forma que aconseje la posición de los soportes intermedios, procurando si es posible uno hacia cada lado, y en los tramos muy cortos uno hacia un solo lado o sin descentramientos.

Se procurará que antes y después de cada solape los descentramientos se efectúen hacia lados opuestos.

- Agujas aéreas

- Descentramientos

En las agujas aéreas, una barra de catenaria rígida pasará de largo y otra barra tendrá su origen en la aguja. Normalmente pasará de largo el perfil de aluminio que sigue la vía recta, mientras que tendrá su origen en la aguja, el perfil correspondiente a la vía desviada.

El replanteo de la posición de los soportes sobre una aguja se realizará de acuerdo al procedimiento a establecer en Obra, y teniendo en cuenta los condicionantes específicos de cada situación. Las agujas siempre se colocarán puenteadas, no se utilizará nunca como seccionamiento eléctrico.

La barra que tiene su origen en la aguja llevará rampa en su extremo.

- Puntos fijos

Como ya se ha analizado en apartado anteriores, cada seccionamiento deberá estar fijado en su parte media central a la obra civil, mediante un dispositivo que frene sus desplazamientos longitudinales para que a partir de estos puntos dilate hacia sus extremos.

- Hilo de contacto

El hilo de contacto a utilizar será normalizado de 107, 120 ó 150 mm², siendo preferible que su sección sea ovalada.

- Aislamiento

Como ya se ha indicado en capítulos anteriores, los perfiles de catenaria rígida pueden cubrirse en toda su longitud por una funda dieléctrica de material plástico diseñada para adaptarse perfectamente al perfil. Dicha funda deberá colocarse en las siguientes situaciones

Siempre que entre la barra rígida y la obra civil, o cualquier accesorio de la instalación no sometido a tensión haya un aislamiento de aire inferior a 150 mm

Siempre que se pase bajo una zona con humedades o goteras.

Cuando se monten soportes que den como resultado la ubicación de la barra unificada muy próxima al carril de la catenaria

- Vigas soporte

Se instala a la entrada y salida de los túneles para amortiguar las oscilaciones de la catenaria.

- Toma de tierra

Para llevar a cabo los trabajos de mantenimiento en la catenaria rígida y poder dar tierra a la instalación, se usan unos estribos de toma de tierra fijados en cada armazón de sustentación para suspender la barra de toma de tierra.