4.- Problemas generados con la renovación en alta velocidad.

Con el paso del tiempo y el uso, toda línea de alta velocidad necesitará ser renovada, sea para mejorar sus condiciones, elementos... Pero en el momento que se quiera mantener el tráfico existente en la línea aparecen una serie de problemas que deberán analizarse para mitigar lo máximo posible sus consecuencias. Muchos de estos problemas no aparecen o no son tan importantes como en las líneas convencionales, principalmente en el caso que para su aparición influya la velocidad de circulación de los trenes.

Para analizar mejor todos estos problemas se separarán por los relacionados con los componentes de la vía o los debidos a la planificación de los trabajos y su logística.

4.1.- Planificación y logística de los trabajos.

La organización de la operación debe considerar:

1) Los contratiempos relacionados con la explotación de la línea durante los trabajos, sobre todo en grandes líneas con mucho interés comercial.

2) La considerable logística a desplegar para una obra de tal envergadura, considerando los aspectos sociales sobre los que influyen.

3) Líneas de tren dependientes de la línea renovar. Un ejemplo es la línea TGV Méditerranée sobre la TGV Sud-Est, o en un futuro próximo la línea Madrid-Zaragoza-Huesca sobre la línea AV Madrid-Barcelona, la línea Madrid-Toledo o Madrid-Málaga sobre la línea AV Madrid-Sevilla.

Como se destaca en el primer punto resulta importante considerar los contratiempos puesto que la clave de la alta velocidad es que al viajar a mayores velocidades existe un ahorro de tiempo considerable respecto a líneas convencionales, aspecto que los usuarios suelen valorar. Si los trabajos implican limitaciones muy restrictivas sobre la velocidad de circulación provocan pérdidas de tiempo y parte de los viajeros pasarán a utilizar otros medios de transporte, con las correspondientes pérdidas económicas para el operador ferroviario.

Otro de los contratiempos generados por el corte de vía nocturno son los que afectan a los trenes de mercancías y como ejemplo se puede observar la alteración provocada a los trenes postales que circulan por la noche. Los trabajos de renovación en la línea TGV Sud-Est provocaron una modificación en los horarios, donde los trenes postales entre Paris - Lyon - Valence no podían salir más tarde de las 23 horas y por la mañana no podrán salir antes de las 5.30 (llegando a destino dos horas más tarde), variando toda la cadena de trabajo de la empresa (se retrasa la llegada del correo entre Paris y Lyon y todas sus distribuciones desde estas dos ciudades).

Sobre el segundo punto el hecho que la renovación en alta velocidad implicará el despliegue de un gran número de efectivos mecánicos y humanos, se necesita un buena organización previa y una vez estén operativos. En el aspecto mecánico se necesita disponer, para todas aquellas maquinas que se van a usar, vías de apartado cerca del tajo para aparcar (si no hay, se deberán construir), lugares de acopio de materiales,... siendo el problema no solamente encontrar su ubicación sino también adecuarlas o construirlas. Estos lugares de aparcado de maquinaria servirán además de para dejar los trenes de trabajo mientras haya servicio comercial, para efectuar las operaciones de mantenimiento necesarias, las reparaciones o puesta a punto de las máquinas. En el aspecto humano, muchos de los trabajadores no tienen porqué ser del lugar donde se trabajan, por lo que se deberá habilitar lugares donde dormir buscando en municipios cercanos con buena accesibilidad, lugares donde pasar el día fuera de las horas de trabajo, tener medios para el traslado de la obra a la residencia temporal...

El tercer punto viene directamente relacionado con el primero, ya que pérdidas de tiempo en la línea principal afectará a las líneas que abarquen otros tramos, por lo que no sólo se deberá analizar el efecto sobre la propia línea, también se considerarán las correspondencias con otros trenes como los cercanías, regionales, grandes líneas... que indirectamente están ligadas a la línea de alta velocidad.

Otro aspecto a considerar es la existencia de diversos trabajos previos que pueden resultar problemáticos pero son básico para la buena ejecución de la obra. Estas tareas pueden representar hasta un 20% del presupuesto de la obra. Algunos ejemplos de estos trabajos son:

4) Disponibilidad de un salto de carnero para efectuar cambios de sentido de las máquinas de trabajo unidireccional, como por ejemplo la desguarnecedora. Generalmente se busca la estación más cercana donde se dispone de uno por si fuera necesario usarlo, pero como suelen ser escasos se debe valorar la conveniencia de construir uno valorando también su coste (se necesita bastante terreno para construir uno).

5) Necesidad de creación de zonas donde realizar los trabajos de montaje de piezas o conjuntos de elementos, como por ejemplo para los aparatos de vía necesarios. Cuanto más cercano a la obra, menos pérdidas de tiempo se tendrán, pero esto no siempre será posible (precio del terreno, mal acceso...).

6) Creación de suficientes accesos rodados (caminos, carreteras...) suplementarios para máquinas especiales. Esto será necesario para la carga y descarga de balasto en las tolvas. También será útil para lo comentado en el apartado anterior (montaje de desvíos, aparatos de dilatación...) puesto que se deberá llevar el material hasta la zona de montaje de alguna forma, y si se dispone de la alternativa a llevarlo por la vía y descargar desde allí, mucho mejor. Y otra utilidad puede ser mejorar el acceso de los trabajadores a la obra, desplazándose directamente al tajo.

7) Arreglo de zonas cerca de la vía para almacenamiento de la gran cantidad de balasto que se ha usado (mucho más que en líneas convencionales) y que se va retirando durante el proceso de desguarnecido. El lugar de acopio es solamente temporal, puesto que posteriormente será retirado. Aquí también interviene la importancia de tener buenos accesos rodados al vertedero de balasto.

8) En grandes obras puede resultar necesario la instalación de una red de radio que cubra la zona de trabajo para la comunicación entre trabajadores y jefes de estación, de mucha utilidad sobre todo en el aspecto de poder mantener la seguridad de la vía para los trabajos (aviso del paso de trenes).

9) En trabajos con circulación en vía continua, instalación de sistemas de aviso de paso de trenes (tipo sonoro, luminoso...) para preparar el paso a tiempo, retirando máquinas y personal, pudiendo evitar de esta forma cualquier accidente.

Uno de los inconvenientes básicos para poder renovar la línea de alta velocidad de Paris-Lyon es que para trabajar en un proceso de forma continua se hubiera tenido que cerrar todo el trayecto o bien durante aproximadamente todo un año seguido o durante dos meses al año durante diez años consecutivos. Estas soluciones se descartaron debido al prejuicio que supondría para los 20 millones de clientes que usan la línea cada año. Por eso generalmente se opta por realizar los trabajos en jornada nocturna, para no interrumpir el servicio comercial habitual, sin afectar la puntualidad y sin influir en el tiempo de trayecto perdiendo tiempo en las zonas de trabajo.

Respecto a la realización de un programa adecuado de trabajo que no afectara de manera significativa la explotación de la línea, en el caso de los trabajos en el TGV Sud-Est suponía considerar dos tipos de condicionantes:

- Las interrupciones de tráfico durante los trabajos se realizan tanto en la vía que se realiza la renovación como en la vía contigua, para aprovechar al máximo el tiempo de trabajo y no peligrara ni la seguridad de la obra ni la de los trenes circulantes.

- Se generan pérdidas de tiempo en los TGV que circulan en la zona de trabajo entre dos fases de los trabajos, lo que provoca no solamente sobre el tiempo total de recorrido de los trenes circulantes, sino también sobre el tráfico total de la línea.

Además el número de cantones en los que se puede trabajar viene limitado por lo siguiente:

- Limitaciones de velocidad a los trenes circulantes durante las primeras jornadas después de los trabajos.
- Limitación a una máxima demora de los trenes comerciales impuesta por el operador ferroviario.

Sabiendo el incremento de tiempo máximo y el límite de velocidad se puede calcular la distancia máxima en la cual podemos trabajar a la vez, y por tanto el número de cantones en que se puede aplicar las diferentes limitaciones de velocidad.

4.2.- Componentes de la vía.

Un pequeño problema que puede aparecer justo después de los trabajos es que existe una succión de las piedras de la estructura al paso de los trenes, que en ocasiones generan inconvenientes como el marcado del carril (las ruedas trituran las piedras que van a parar encima del carril), generación de sobreesfuerzos dinámicos... También existen otras a causas del salto del balasto sobre la vía (no solamente la succión) como por ejemplo por el desprendimiento de trozos de hielo desde los trenes.

Esto se puede solucionar de dos formas. La primera es mediante un control del vertido del balasto, observando que éste no sea excesivo y que se realice un perfilado adecuado. Otra forma que se utiliza habitualmente en Japón es mediante el vertido de un material que encola (de forma ligera) el balasto en superficie, evitando esta succión, y que a su vez es fácilmente triturable por las bateadoras.

Otro de los problemas importantes que además tiene una fuerte repercusión medioambiental es qué hacer con el balasto extraído de la vía durante la renovación. La evacuación del balasto viejo es más difícil que en las líneas convencionales puesto que se extrae mayor cantidad, llegando por ejemplo en la renovación de la línea TGV Sud-Est a extraer unas 500000 toneladas de detrito en un sólo año, y el problema no es sólo la ubicación temporal y el traslado, ya que a este material se le debe buscar una utilidad definitiva o un lugar dónde colocarlo. El vender todo el material a una cantera a veces resulta problemático ya que el coste del transporte, generalmente debido a la accesibilidad, es muy elevado. Existen otras alternativas para deshacerse del balasto sobrante como negociar con los Ayuntamientos cercanos, interesados por su utilidad como base en descampados de aparcamiento, o empresas de pavimentación que lo pueden usar como subbase.

Además se necesita disponer de una gran cantidad de balasto, ya que la renovación de la vía exige en cada jornada nocturna cinco trenes de 600 toneladas de balasto. Esta cantidad es muy superior a las líneas convencionales, ya que en éstas el balasto necesario era de 2 a 2,5 toneladas por metro lineal mientras que en alta velocidad es de 4,2 toneladas por metro lineal, siendo el doble. Y el que cada noche esté todo este material a punto para no tener que parar los trabajos implica tener una estación donde acopiar y cargar los trenes tolva de balasto que sea bastante grande y a una distancia de la obra que no provoque elevadas pérdidas de tiempo en transporte.

Durante los trabajos, como el espesor de balasto que se retira por el desguarnecido en alta velocidad es tan elevado (de 35 a 40 centímetros), se crea un desnivel puntual bastante fuerte en la vía que podría dañarla seriamente al considerar que la desguarnecedora circula por encima, a no ser que seguidamente se pretenda renovar el carril. Para evitar este problema se colocarán bloques de madera entre el suelo y los carriles para que la vía no quede suspendida y disponga de puntos de apoyo. Este método es bastante rudimentario y obliga a un par de trabajadores (uno a cada lado de la máquina) a estar pendiente de este trabajo.

Otros problemas que surgen ahora y que no existen en la renovación de una línea convencional son:

- Se necesita un mayor volumen de balasto. El requerimiento de un espesor mínimo de 350 milímetros de balasto bajo las traviesas equivale a más o menos 4 toneladas de balasto por metro lineal de vía, o alrededor de 3000 toneladas de balasto cada jornada nocturna.

- El que las pendientes en este tipo de vías puedan ser superiores nos obliga a usar máquinas de trabajo con potencias altas para poder avanzar y trabajar bajo los rendimientos previstos (tanto desguarnecedoras como trenes de tolvas).

- El que se deba dejar la vía para la circulación de trenes a velocidades alrededor a los 120 kilómetros por hora después de los trabajos implica verter mayor balasto después de los trabajos, una nivelación y alineación más exigente (casi exacta) y una estabilización dinámica de la vía.

Este último punto se resume en lo siguiente. Las líneas convencionales tienen la limitación (al menos en el caso español) que la velocidad máxima después de los trabajos y antes de los trabajos de adecuación finales para dejar la geometría definitiva, la velocidad se debe reducir en un 36%. Esto significa que en vías con velocidad máxima de 150 kilómetros por hora máximo (de las más altas) la velocidad máxima se limita a 90 kilómetros por hora. Si la velocidad máxima es de 120 entonces se limita a 70 kilómetros por hora. Esto provoca una reducción general de la velocidad. Aún así, por razones de seguridad generalmente esta limitación es superior, estando situada entre los 60 y los 80 kilómetros por hora en el tramo donde se acaban de realizar los trabajos.

Si en las líneas convencionales la reducción de la velocidad ya supone un tramo de deceleración, uno de velocidad limitada y uno de aceleración que todo junto supone aumentos del tiempo de trayecto, en alta velocidad el margen entre la velocidad comercial y la limitación es superior, con lo que se debe decelerar durante más tiempo y espacio, y acelerar durante aún más espacio, con lo que supone más pérdidas respecto las líneas clásicas.

Esta reducción de velocidad no puede permitirse en alta velocidad porque supone perder demasiado tiempo (deceleración, tramos a esa velocidad y aceleración), por lo que se suele dejar al final de la jornada la vía más estabilizada y con parámetros más cerca de los finales para que la velocidad de circulación máxima sea superior. En la renovación del TGV Sud-Est después de diversos estudios se comprobó que con una buena nivelación y estabilización se podía permitir velocidades de 120 kilómetros por hora en renovación de balasto y 100 kilómetros por hora en renovación de aparatos de vía, aumentando a 160 kilómetros por hora tras la segunda pasada de bateadora y estabilizadora. De esta manera y se producen menos retrasos.

Esta limitación se puede imponer a un máximo de 4000 metros (para 100 y 120 km./h.) o para 10.000 metros en la segunda fase según la normativa española. En líneas

convencionales, como no se valora de la misma forma el tiempo y un posible retraso, se dispone de más espacio para imponer la limitación.

En las operaciones de cambio de los desvíos, como el montaje de estos aparatos se realiza aparte, se deberá estudiar previamente a los trabajos de colocación el que podamos disponer del espacio que se estime necesario para la implantación de cada uno de los aparatos de vía y de las posibilidades de transporte del desvío montado en fábrica o bien a pie de obra.

En el cambio de desvío se podrá optar a cambiar la tipología del desvío (ángulo que forma la vía principal y la desviada) pero controlando que la aceleración centrífuga generada (depende de la velocidad de circulación) sea aceptable ya que se debe considerar que en los desvíos no se puede aplicar el sistema de peraltes aplicado en las curvas. Como la aceleración centrífuga es una función del cuadrado de la velocidad, el incremento del doble de la velocidad provoca multiplicar la aceleración centrífuga por cuatro, y ésta está relacionada con el confort percibido por el viajero. También se deberá contar con la servidumbre de mantenimiento y el coste total de éste.

En algunas líneas de alta velocidad se acepta que la aceleración máxima sin compensar al pasar por la vía desviada sea de 0,5 metros por cada segundo al cuadrado. Esto nos servirá de referencia para calcular la longitud necesaria en los desvíos, y será mayor a mayores velocidades máximas de la línea. Como no podemos aplicar peralte exclusivo en el desvío, debemos controlar la inclinación del carril porque esta será la misma tanto en los desvíos como en el resto de la vía. La longitud máxima de los escapes también viene limitada por la normativa específica de cada administración, y como ejemplo en la línea AVE Madrid-Sevilla esta longitud máxima es de 420 metros.

Los desvíos que permiten cambiar la circulación de los trenes de una vía a otra en líneas de vía doble serán instalados también en los puestos de adelantamiento y estacionamiento de trenes que exigen la banalización de la vía y la necesidad de apartar trenes para asegurar el adelantamiento por otros. Se debe considerar que las líneas de alta velocidad son usadas por un gran número y tipología diversa de trenes, que se verá ampliada más aún con la liberalización del mercado. La banda de velocidades de estos trenes oscilará desde los 350 kilómetros por hora que viajarán los trenes más modernos en la línea AVE Madrid-Barcelona a velocidades de 200 kilómetros por hora de algunos Talgos, de aquí la vital importancia de estos desvíos. Esto nos obliga a que en caso de tener que realizar una renovación o mantenimiento de un desvío y dejarlo inoperante durante un tiempo, prever y planificar la afectación del trafico, sobre todo a partir del corte de una vía, momento a partir del cual obligamos a los dos sentidos de circulación a circular por la misma vía.

Otro aparato de vía que se suele renovar en las vías más antiguas y que se deberá vigilar su correcta colocación en los trabajos son los aparatos de dilatación. Su utilización en las líneas de alta velocidad resulta vital principalmente en su diseño, pues así lo requiere la concepción y construcción de los viaductos debido a las enormes acciones causadas por la circulación de los trenes en los puentes. Los aparatos de dilatación actuales permiten una carrera de más de 1000 milímetros, aunque los más antiguos y hasta hace un par de años no

podían superar los 300 milímetros, por eso en algunas líneas, como en el TGV Sud-Est, se van sustituyendo con el paso del tiempo, para así mejorar las condiciones de durabilidad y circulación de la vía.

Un elemento cuya configuración cambia de una línea convencional a una línea de alta velocidad son los cruces de vías en los desvíos. Mientras en los desvíos de las líneas convencionales son elementos rígidos, en líneas con velocidades medias superiores a los 200 kilómetros por hora o con mucha carga de tráfico se usan cruces con sus partes que pueden moverse ligeramente, así absorben mejor los esfuerzos mejorando el confort percibido en el tren.