CAPÍTULO VII.

BÁLAST.

Cuando por medio de terraplenes, cortaduras, puentes, viaductos ó subterráneos, se han hecho desaparecer las desigualdades del terreno, y que se tiene una superficie continua y uniforme en toda la extension de la línea, se procede á colocar la *superestructura.* Compónese ésta esencialmente de los *durmientes ó atravesaños* y de los *carriles* á aquellos firmemente ligados, por medio de silletas, de grapas ó de tornillos.

Mas si la *superestructura* descansara directamente sobre las obras de *substruccion,* no tardaria en desnivelarse y torcerse con el tránsito de los trenes, que no encontrarian en todas esas obras la misma resistencia. En los terraplenes, por ejemplo, podria ser tan débil la resistencia, que los durmientes se hundiesen irregularmente al primer

paso de una locomotiva; mientras que en los puentes de mampostería, sobre la roca, ó en el fondo de algunas cortaduras, siendo excesiva la rigidez, el mas leve tropiezo, un ligero desórden en la marcha, podria ocasionar violentos choques muy perjudiciales á la via, y sobre todo al material de explotacion. Las deterioraciones originadas por el tránsito, tomarian cada dia mayor incremento bajo la influencia simultánea de las lluvias, y de otros agentes meteorológicos de destruccion; y pronto la explotacion llegaria á ser demasiado penosa, antieconómica é insegura.

La locomotiva, cuya potencia hace mover los trenes, es una máquina compuesta de multitud de piezas rígidas que trabajan de diverso modo, y en distinto sentido. Su peso y el de los trenes que remolca, son muy considerables y grandísima la velocidad de la marcha; de suerte que para que ésta pudiera verificarse con entera regularidad, y sin choque de ninguna clase, se necesitaria que la via fuese perfectamente firme, lisa y continua; y ademas, no solo que las piezas de la locomotiva y las de los otros vehículos del tren trabajasen con invariable precision, sino que esos vehículos conservasen unos respecto de otros y respecto de la locomotiva, la misma velocidad relativa, durante todo el tiempo de la marcha. Prácticamente hablando,

es imposible realizar cualquiera de las anteriores condiciones, y por tanto debe procurarse que la via tenga la firmeza necesaria, para soportar sin flexion el peso de los trenes, y al mismo tiempo la elasticidad suficiente para amortiguar los choques, que nunca podrán evitarse del todo, atenuando sus malos efectos. Por esta razon hubo que reemplazar los carriles de hierro colado, que se usaron al principio, por los de fierro dulce, material menos rígido y quebradizo; y conforme han ido aumentando con las exigencias del tráfico, el peso y velocidad de los trenes, se ha hecho mas sensible la conveniencia, ó mejor dicho, la necesidad de colocar debajo de la superestructura, una capa de material firme y elástico que corrigiera las desigualdades de resistencia que presentan las obras de substruccion, y neutralizará hasta cierto punto, respecto de ellas, la accion destructora del tráfico. Esa capa de material interpuesto, que se encuentra en todos los ferrocarriles bien construidos, se llama en inglés: *the ballast*, nosotros adoptaremos la misma palabra escribiéndola con poca diferencia como se pronuncia: *bálast*.

El bálast no solo sirve para distribuir uniformemente el peso de la superestructura y de los trenes, sobre la superficie superior de las obras de substruccion, comunicando á la via cierta elastici-

dad intermedia entre la rigidez de la roca y la blandura de la tierra ordinaria; sino que facilita al mismo tiempo, el pronto escurrimiento de las aguas llovedizas, evitando de ese modo que la humedad se mantenga y perjudique á la superestructura; y conserva la via en una posicion invariable, necesaria para que el movimiento de los vehículos, sea suave y sin sacudimientos desagradables.

Pueden emplearse como bálast, la piedra dura silícea en pedazos como del tamaño de una nuez, el casquijo ó grava de los rios, la arcilla quemada, la arena gruesa, las conchas marinas, los pedazos de ladrillo, *tezontle*, carbon de piedra, escorias de fundicion, ó cualquiera otro material con el cual se pueda formar un macizo firme, elástico y permeable, y que conserve largo tiempo esas propiedades. Deben pues, evitarse los materiales que están sujetos á comprimirse demasiado con el tráfico, y los que se convierten fácilmente en polvo; porque levantándose éste al pasar los trenes, se introduce en las partes frotantes de la maquinaria, aumenta su rozamiento, y acelera su destruccion.

El bálast que se pone debajo de los durmientes, sirve para *calzarlos* y nivelarlos; el que queda á los lados les impide cualquier movimiento en sentido horizontal, y el que se les echa encima los protege

hasta cierto punto, contra los cambios bruscos de la temperatura que tanto influyen en la conservacion de la madera.

Para poner el bálast, los ingleses principian extendiendo una capa de 35 centímetros de espesor, sobre la cual asientan la via provisional que sirve para la construccion de las obras de terrasería; despues, establecen la via permanente y echan alrededor y encima de los durmientes, otra capa de 35 centímetros.

El bálast debe quedar puesto antes de que empiece la explotacion de la via; despues, la operacion es muy molesta y ni puede quedar bien hecha, porque es difícil sacar de debajo de los durmientes la tierra de mala clase, sin modificar la nivelacion de la via; lo cual puede ser perjudicial, particularmente en las estaciones y tunnels, que tienen claros cuya altura no puede variarse.

Hay circunstancias en que es indispensable que la capa de bálast tenga un grande espesor, como verbi gracia, en los terrenos pantanosos que no admiten un terraplen muy pesado, y otras en que puede reducirse ese espesor. De todas maneras la experiencia ha probado terminantemente, que su uso es siempre útil y conveniente, y que los ferrocarriles mejor *balastados* son los que soportan el tráfico mas rápido y abundante con menos gastos

de conservacion. Cuando no hay bálast, es necesario emplear locomotivas poco pesadas y disminuir la velocidad; y ni aun así se logra establecer una explotacion económica. En Francia, el espesor de bálast se hace variar, entre 50 y 70 centímetros.

CAPÍTULO VIII.

DURMIENTES.

Los *durmientes* ó *atravesaños* son unas piezas de madera ó fierro que se colocan debajo de los carriles, para repartir sobre una extensa superficie el peso de los carriles y de los trenes, conservando á la via su ancho y su direccion. Al principio, se creyó que esto se conseguiria soportando los carriles de trecho en trecho con unos dados de piedra de base plana, material que por ser muy resistente, prometia larga duracion; pero este sistema se encontró ineficaz, desde el momento en que el peso y la velocidad aumentaron en el tráfico. Los dados de piedra aislados sobre un terraplen, no podian trasmitir á una superficie, bastante grande para resistirlos, los violentos esfuerzos que recibian al pasar los trenes; se hundian desordenadamente, y era muy difícil componer la via una vez descompuesta. En las cortaduras sucedia, que des-

cansando los dados sobre un fondo generalmente firme y resistente, comunicaban á la via una rigidez tal, que las mas leves imperfecciones producian fuertes choques que hacian insoportable el movimiento, y deterioraban prontamente las máquinas, los wagones y aun la misma via. El sistema de dados de piedra aislados, ya no se usa sino en algunas estaciones terminales inglesas, en donde los movimientos siempre se ejecutan con lentitud.

Hoy los durmientes se hacen generalmente de madera, á pesar de su corta duracion; pero esta materia posee cierta elasticidad que proporciona suavidad al movimiento, y puede emplearse en dimensiones que facilitan la reparticion del peso, sobre una gran superficie. Generalmente se les da una seccion trasversal rectangular, asentándolos sobre una de las partes anchas; pero tambien se usan de seccion triangular y aun semicircular.

Los durmientes se ponen unas veces en el sentido de la longitud de los carriles, y se ligan unos con otros de trecho en trecho, por otras piezas trasversales que les conservan su distancia, é impiden, hasta cierto punto, que se volteen. Otras veces se ponen atravesados, de donde les viene el nombre de *atravesaños:* en este caso los intervalos que los separan, varian segun la solidez de los carriles, las dimensiones de los mismos durmientes, y la resistencia del asiento sobre el cual están colocados. Cuando el asiento no ha podido consolidarse lo bastante, suelen ponerse debajo de los atravesaños otros durmientes longitudinales.

Con los durmientes longitudinales, los carriles se encuentran sostenidos en toda su longitud, lo que aparentemente proporciona mayor resistencia; pero hasta ahora no se ha visto que con ese sistema pueda obtenerse una reduccion en el peso de los carriles, ni aun en la cantidad de madera empleada; sino cuando la via es muy ancha, como la del Great-Western en Inglaterra. La madera para estos durmientes no debe tener ni torceduras ni rajaduras, y exige una mano de obra comparativamente lenta y costosa. Tampoco ha podido combatirse del todo, la tendencia que tienen á voltearse girando alrededor de una de sus aristas inferiores. Sin embargo, el sistema longitudinal aunque proscrito de la mayor parte de los ferrocarriles en donde se habia empleado, ha sido perfeccionado últimamente; y segun la respetable opinion de los ingenieros A. Holley y Zerah Colburn, las modificaciones hechas por Mr. Adam, le proporcionan economía en la madera, en los carriles, en la fuerza de las máquinas, y hacen muy suave el movimiento; por lo que creen esos señores, que debe

preferirse á cualquiera otro. La invencion de Mr. Adam se ensaya actualmente en Inglaterra.

Los durmientes atravesados son los que mas comunmente se usan. Para ellos, no se necesitan piezas tan escogidas, y la única preparacion que se les hace para que puedan recibir las silletas ó el carril, es tan sencilla, que ni siquiera exige la habilidad de un carpintero. Los atravesaños ligan mejor una con otra las dos líneas de carriles que forman la via, y se prestan mas cómodamente á las reparaciones y al desagüe; pero requieren mayor anchura de bálast, y cuando no son de madera bastante rígida ó que no tienen el largo y el grueso necesarios, se doblan al pasar los trenes; de manera que la mayor resistencia no se encuentra ya directamente debajo de los carriles como debe ser, sino en el centro de la via, en medio del durmiente cuyas extremidades, como se dice entonces, *zapatean*. Los golpes que de ello resultan, comprimen fuertemente ó reducen á polvo el bálast, y cuando pasado el tren, vuelve el durmiente á enderezarse, le quedan debajo cavidades en donde el agua se introduce y pudre la madera. Este inconveniente, ha querido algunas veces evitarse dejando el bálast mas flojo en el centro que debajo de los carriles; pero lo que así se hace, es disminuir la superficie de asiento del durmiente; y no hay mas

remedio cuando la madera es débil, que el de aumentar las dimensiones de los durmientes, ó el de reducir las distancias que los separan. Esto último tiene el inconveniente de dificultar su *calzamiento;* es decir: que no se les pueda apretar bien el bálast por debajo.

Por regla general; siempre que se quiera que una via quede bien asentada y calzada, será mejor alargar los durmientes que aumentar su ancho ó su número, porque alargándolos, se les dá mas apoyo á sus extremidades, lo que contribuye á que conserven su nivelacion y evita el *zapateo*.

El largo de los atravesaños, varía entre 2 metros 20 centímetros, y 2 metros 80 centímetros; su ancho, entre 16 y 35 centímetros; y su espesor entre 11 y 20 centímetros. Se suele dar mayores dimensiones á los durmientes de las junturas de los carriles, que á los demas. La distancia á que se colocan unos de otros, depende de sus dimensiones y calidad, de la firmeza del terreno y rigidez de los carriles; y varía entre 50 y 100 centímetros. Un intervalo de menos de 50 centímetros, hace muy incómodo é imperfecto el *calzamiento*.

La madera debe ser de buena clase, cortada en tiempo oportuno, estar seca al momento de emplearla, y si es posible, limpia de toda albura, agujeros y nudos. Cuando los carriles tienen que ir

fijados directamente sobre los durmientes, conviene que estos sean de madera dura, para que aquellos no trocen sus fibras bajo el peso de los trenes, y para que las grapas agarren bien.

En general, debe escogerse la madera que aguante más debajo de tierra sin podrirse, y que resista mejor á las alternativas de humedad y sequedad. Una de las causas que aceleran el deterioro de los durmientes, es la vibracion frecuente á que están sometidos, y que pronto desagrega sus fibras.

En el ferrocarril de Veracruz á San Juan hemos ensayado las maderas siguientes: el pino del Norte, el ciprés, el chicozapote, el macayo, el moral, el mangle prieto, el cedro colorado de la costa, el roble y el jabí. El chicozapote y el jabí, son de gran resistencia y duran muchos años enterrados, sin podrirse; pero su costo es excesivo, y el primero tiene el inconveniente de rajarse con el sol: el macayo, el roble y el cedro, no valen nada en cuanto á duracion, y solo pueden emplearse en vias provisionales, porque su precio es bastante cómodo. La madera que en aquel clima nos probó mejor, fué el ciprés de la Luisiana; dura tanto como el jabí, no se raja con el sol, y tiene un costo comparativamente muy moderado. Los durmientes de ciprés de 2.^{m}70 de largo, 0.^{m}35 de ancho y 0.^{m}12 de grueso que empleamos en una parte del ferrocarril de Medellin, los compramos en New-Orleans á 60 centavos pieza; y si salieron puestos en Veracruz, á 1 peso 35 centavos, fué porque habia urgencia de ellos, y hubo que embarcarlos en el vapor *Tennessee*, que cobró un flete muy subido; pero en circunstancias ordinarias y en grandes cantidades, pueden obtenerse á peso.

En la Meseta central, la madera para durmientes es mucho mas barata, pero de muy poca duracion; la de buena clase seria muy cara. Afortunadamente, se ha conseguido prolongar la duracion de la madera, curtiéndola con varios líquidos, lo cual no aumenta mucho su precio. Los líquidos mas usados con ese objeto en Europa y los Estados-Unidos, son: el alquitrancillo, que resulta de la fabricacion del gas con el carbon de piedra para el alumbrado, el sulfato de cobre ó vitriolo azul ($\frac{1}{2}$ kilógramo de sulfato en 115 litros de agua), el bicloruro de mercurio ó sublimado corrosivo ($\frac{1}{2}$ kilógramo de sublimado en 140 litros de agua), el cloruro de zinc ($\frac{1}{2}$ kilógramo de cloruro en 80 litros de agua), el sulfato de hierro ó caparrosa, con el cual se da á la madera una primera inyeccion, seguida de otra de cloruro de cal, que descompone el sulfato y produce óxido de fierro insoluble; y el pirolignito de fierro, uno de los mas fuertes antisépticos, empleado con muy buen éxito

por Mr. Boucherie. Tambien se ha obtenido un buen resultado, cubriendo la superficie de los durmientes con una untura que se fabrica, disolviendo goma laca en dos veces su peso de esencia de alquitran de carbon de piedra, á la cual se agregan dos centésimas partes de hule; con esta untura, los durmientes se secan lentamente, no están expuestos á rajarse, y por consiguiente el agua no les penetra. El hierro colado, hasta ahora no ha podido emplearse eficazmente para durmientes; pero cada dia se hacen ensayos para lograrlo, con bastantes probabilidades de un buen resultado; el principal obstáculo es su excesiva fragilidad.

CAPÍTULO IX.

CARRILES.

Los primeros carriles se usaron en Inglaterra, á principios del siglo XVII, con el objeto de hacer mas fácil el movimiento de los vehículos en que se trasportaba el carbon de piedra, disminuyendo el rozamiento en la circunferencia de las ruedas. Colocáronse simplemente sobre la calzada, dos hileras longitudinales de vigas de madera, sobre las cuales se efectuaba el movimiento; pero las llantas de hierro de las ruedas, destruian muy pronto la madera, y desde 1767 se pusieron sobre las vigas, unas fajas de hierro colado compuestas de una parte plana que servia de rodada, y un bordo vertical saliente que impedia á las ruedas toda desviacion lateral. El fierro colado por ser demasiado frágil, no podia prestarse á un tráfico veloz y pesado, ni tampoco á que se fabricaran carriles de mas de 1.^{m}20 de largo, lo cual multiplicaba las jun-