

Materiales para durmientes

POR

VÍCTOR M. NAVARRETE

(Continuación)

FUTURA POLITICA DE LOS FERROCARRILES CHILENOS EN LO RELATIVO A LA PROVISION DE DURMIENTES

La demanda de material es grande y con una constante tendencia al aumento como se ha demostrado.

Hasta aquí, la cuestión de la substitución no ha probado plenamente su eficiencia, como se esperaba, por lo menos en lo que se refiere a los ferrocarriles de este país. Si bien es cierto que algunos tipos de durmientes de acero han pasado su etapa de experimentación y que ciertos tipos de durmientes de concreto armado han dado resultados apreciables, esto no significa de ningún modo que la cuestión de la substitución sea una cosa resuelta técnica y económicamente.

A este respecto debe tenerse presente que ningún durmiente puede llamarse propiamente la solución buscada, hasta que no haya resistido satisfactoriamente un tráfico intenso de primera clase, por un término de años, proporcionando una línea suave, rígida, y ser manufacturado, puesto en la vía y conservado a un costo razonable.

Además hay que tener presente que la substitución de durmientes de madera por durmientes de acero o concreto armado es ENTERAMENTE UNA CUESTION LOCAL Y DE PRECIOS.

En vista de estas consideraciones, el escritor es de opinión que la actual manera de proveerse de durmientes necesita una revisión radical. La revisión debe empezar inmediatamente, sus principios fundamentales consistirán en el uso de preservativos para hacer que la madera actualmente usada para la confección de durmientes sea de mayor duración, y además permitir el uso de otras maderas más baratas que tienen propiedades físicas semejantes a las del roble, pero que carecen de las sustancias desinfectantes inherentes a éste (tanino, etc.) que lo hacen resistir con éxito, por cierto número de años, contra la pudredumbre. En esta dirección está la solución del problema de aprovisionamiento de durmientes para los ferrocarriles de Chile. Pero el tiempo llegará en Chile, como ha llegado en Francia y Ale-

mania, donde los durmientes son cortados de bosques replantados, aunque este tiempo está un poco distante.

La política que los ferrocarriles, deben seguir con relación a la importante cuestión de la renovación de durmientes, queda indicada al estudiar las causas que han producido la situación actual.

Una reducción en la adquisición del material, reducción del costo de obra y reducción del número de durmientes renovados anualmente, constituyen la base angular de esta política. Esto se puede obtener como sigue:

MATERIAL

- 1).—Uso de métodos más económicos para la corta de árboles, de manera de obtener el mayor rendimiento por árbol.
- 2).—Patrocinar la corta de árboles maduros y dejar crecer los que aún estén en desarrollo, para obtener de ellos, a su vez, un mayor rendimiento.
- 3).—Empleo de Métodos Preservativos contra la pudrición.
- 4).—Uso de maderas más baratas para durmientes preservados.
- 5).—Substitución de la madera, por concreto, en ciertas construcciones de la vía.
- 6).—Canalización de líneas telegráficas, etc.

COSTO DE OBRA

- 7).—Buena organización y trabajo eficiente de las cuadrillas.
- 8).—Empleo de maquinarias y herramientas que aumenten la eficiencia de los operarios.
- 9).—Disciplina, cooperación y lealtad del personal a cargo de la conservación de la vía.

REDUCCION DEL NUMERO DE DURMIENTES RENOVADOS

- 10).—Empleo de Métodos Protectivos contra el desgaste mecánico de los durmientes.
- 11).—Modernización de los trabajos de conservación de la vía.

1.—Los ferrocarriles deben recomendar a sus proveedores la observación de ciertas medidas que tiendan a suprimir el derroche innecesario de maderas, con el empleo de maquinarias modernas en la explotación de los bosques.

El árbol debe cortarse lo mas bajo posible, de manera de sacar, cuando sea posible, el mejor rendimiento.

El cuadro siguiente da una clara idea, del derroche de madera por los métodos en uso.

Diámetro del árbol	N.º de dur- mientes ob- tenidos	N.º de durmien- tes que se pue- den obtener	Tanto %
11 pulgs.	2,4	2,5	4
12 »	3,1	3,5	13
13 »	3,9	4,5	15
14 »	4,8	5,5	15
15 »	5,2	6,0	15
16 »	5,7	6,5	14
17 »	6,0	7,0	17

Debe evitarse en lo posible el uso de durmientes labrados, pues esta práctica significa un derroche de un 25 a 75%.

Como regla general, un trozo de 15 pulgadas de diámetro da un solo durmiente labrado, mientras aserrado proporciona dos.

Para durmientes labrados, es recomendable el empleo de trozos de 12 a 14 pulgadas de diámetro. Para dar una idea de las inconveniencias de esta práctica, baste decir que en los Estados Unidos se pierde anualmente 285 000 000 de pies cúbicos de maderas. Esta es una pérdida absoluta, pues ni siquiera se usa para combustibles.

2.—No se debe permitir la corta de árboles jóvenes. Los durmientes de pequeñas dimensiones y durmientes con alto porcentaje de altura o vienen de las puntas de los árboles grandes o de árboles jóvenes. Generalmente provienen de estos últimos. Para terminar con esta práctica, los ferrocarriles no deben aceptar durmientes en estas condiciones.

3.—Un tercer método que se debe usar con referencia a la futura provisión de durmientes es el uso de preservativos químicos.

Debido a la corta vida, de los durmientes usados en la actualidad, es necesario comprar una gran cantidad de durmientes para satisfacer las exigencias de los trabajos de conservación de la vía.

Con el aumento de precio de los durmientes, a lo cual se debe agregar el gasto de renovación y el costo engendrado por la alteración de las líneas al remover los durmientes, éstos van siendo en elemento cada año más costoso. Cuando los durmientes sean preservados químicamente con cualquiera de los preservativos conocidos, su servicio en la vía aumentará, y, por consiguiente, un número menor de durmientes será necesario adquirir anualmente.

LA PRESERVACION DE DURMIENTES ES UNA DE LAS GRANDES ECONOMIAS QUE SE PUEDEN PRACTICAR POR UN FERROCARRIL. Conociéndose los excelentes resultados prácticos de los sistemas de preservación, no se ve la razón de la demora de los ferrocarriles chilenos en adoptar estas ventajas.

Cada durmiente preservado hoy, significa la compra de un durmiente menos, de aquí en 7 años más. La reducción del número de durmientes que se tendrá que comprar, después del uso de durmientes preservados, dependerá en gran extensión de la calidad del preservativo usado y de la manera como es hecho el trabajo.

El uso de un preservativo que da un aumento de vida, tres veces superior, es preferible al que solamente produce un aumento doble.

El costo inicial debe ser seriamente considerado, porque el ahorro de una pequeña cantidad, en este tiempo, por el uso de un preservativo inferior, será muy

insignificante de aquí a 15 años, cuando para obtener un durmiente a cualquier precio será necesario pagar varias veces el pequeño ahorro.

En los Estados Unidos, la preservación de durmientes ha llegado a constituir hoy una gran industria, que ha traído excelentes cambios económicos en el mercado de durmientes.

La proporción de durmientes preservados, comparados con el total de durmientes en uso, fué en 1886 de 1%, en 1912 de 24% y en 1913 de un 30%, porcentaje que ha aumentado rápidamente en los últimos años. Con anterioridad a Enero de 1900, un total de 15 000 000 de durmientes fueron preservados, correspondiendo un 96% al uso de cloruro de zinc como preservativo, y 4% al uso de creosota.

En 1903 fueron preservados 9 010 000 de durmientes, de los cuales un 93.3% usaron cloruro de zinc como preservativo, y lo restante creosota. En 1905, 14 890 000 de durmientes fueron tratados, de los cuales un 90% usaron cloruro de zinc, como preservativo, y un 10% de creosota. En 1913 sobre un 69% de todas las maderas preservadas en el país usaron como preservativos la creosota, y un 23% de cloruro de zinc.

En Canadá, prácticamente, no se usaban durmientes preservados en 1900, pero desde ese año ha habido un rápido aumento en su empleo, y ya en 1913 se usaban en un 10% de los durmientes comprados para renovación y construcción. En 1915 había 5 plantas preservadoras en Canadá, cuatro de las cuales usaban creosota y la otra cloruro de zinc.

En Europa alrededor de un 90% de todos los durmientes usados son preservados. Hay alrededor de 70 plantas preservadoras y el número total de durmientes preservados por año es de 16 000 000.

En Inglaterra los procesos de creosotación son más empleados, mientras que en Alemania, ambos, creosota y cloruro de zinc, son usados extensivamente. Lo mismo pasa en Francia, donde además, una gran cantidad de postes son, todavía, impregnados con sulfato de cobre.

Los procesos modernos de preservación principiaron en los Estados Unidos en 1875, con la erección de una planta preservadora en West Pascagoula, Miss. para preservar las maderas usadas por el ferrocarril de Louisville and Nashville. Esta planta está todavía en operación con un remarcable éxito.

Es interesante notar que los primeros pasos en la preservación de maderas, en este país, no fueron dados por razón de la escasez de maderas, sino por el elevado costo de obra al reemplazarlas una vez deterioradas. Por ejemplo, la planta de preservación de maderas construida por el ferrocarril de New Orleans and North Eastern, fué necesaria para preservar las maderas usadas en construir el puente de Lacke Ponchartrain, ya que las maderas sin preservar no duraban más de 3 a 4 años, debido a la rápida destrucción por pudrición y al ataque de teredos y otros taladradores.

Aunque esas maderas fueron tratadas en 1875, muchas de ellas están todavía en servicio. La preservación fué absolutamente necesaria para este ferrocarril, con el objeto de conservar dicho puente.

Condiciones similares prevalecen en otros lugares, a lo largo de las costas del Atlántico y en las minas, pero la gradual disminución de los recursos forestales de este país y el consiguiente aumento de precio de las maderas le han dado un impetuoso impulso al crecimiento de la Industria de Preservación, de tal manera, que

hay solamente pocos lugares en los Estados Unidos donde la preservación no pague su costo. En la actualidad hay 100 plantas de preservación en los Estados Unidos, en activa operación, representando una capitulación de más de \$ 11 000 000 americanos, proporcionando al mercado productos por valor de más de \$ 35 000 000 americanos, por año.

Estas plantas usan anualmente, sobre 100 000 000 de galones de creosota por valor de \$ 7 000 000, más 28 000 000 de libras de cloruro de zinc, por valor de \$ 1 500 000 americanos.

Además consumen 4 000 000 de galones de otros preservativos, usados anualmente, y que representan un valor de \$ 1 500 000.

La cantidad de madera tratada por año, es aproximadamente de 175 000 000 de pies cúbicos, que equivale a la cantidad de madera producida por 14 000 000 de acres, o sea, 5 670 000 hectáreas de bosques.

Desde que los sistemas actualmente usados, significan una pérdida de 50% de la madera explotadas, la economía real, introducida por el uso de maderas preservadas, es de 28 000 000 de acres. En 1911 los ferrocarriles americanos, eléctricos y de vapor, compraron 135 053 000 durmientes de maderas, para renovación y nuevas construcciones, lo que requiere el corte de 1 300 000 acres de la mejor madera o el producto de crecimiento de 67 500 000 acres de bosques en buenas condiciones, o sea, alrededor de 10% del área total de bosques de los Estados Unidos, que se calcula en 500 000 000 de acres, o sea, 202 000 000 de hectáreas.

PROCESOS DE PRESERVACION

Los procesos de presión son los más usados, en los Estados Unidos, en relación con la preservación de durmientes, siendo los siguientes los principales:

Bethell (Full-cell) Process, Boiling Process, Buehler Process, A. C. W. Process, Lowry Process, Rueping Process, Burnett Process, Rutgers Process, Card Process, Welhouse Process, Allardyce Process y otros.

De estos cuatro son los más importantes, que usan creosota:

- 1.—Proceso Lowry
- 2.—Proceso Rueping
- 3.—Old or Steaming Process, y
- 4.—Boiling Process.

Los dos primeros son los llamados, procesos de «célula-vacía» (empty-cell)

PRESERVATIVOS

Cuatro son los preservativos más en uso, que se indican en orden de importancia:

1) Creosota, 2) Cloruro de zinc, 3) Una combinación de creosota y cloruro de zinc, y 4) Cloruro de mercurio.

El 2 y 4 de éstos, son aplicados de una sola manera, el primero y tercero, son aplicables de diferentes maneras.

SELECCION DE LOS SISTEMAS DE PRESERVACION PARA DURMIENTES

Las variadas condiciones en que los durmientes son usados, hace necesaria la

selección de los procesos de preservación, si se quiere obtener buenos resultados económicos.

El proceso ideal es aquel que hace que el durmiente falle por pudredumbre y desgaste mecánico al mismo tiempo. Si las fallas son ocasionadas por pudredumbre se usará un preservativo eficiente; si por el contrario las fallas son producidas por desgaste mecánico, el cual no se puede prevenir, debe usarse un preservativo menos eficiente.

Se comprende fácilmente que cualquier proceso que inyecte en los durmientes más preservativo, del que es necesario para protegerlo más allá de su vida mecánica, es un proceso ruinoso. Después que el durmiente es removido de la vía, el preservativo en ellos es perdido.

Para una condición dada, la selección del propio sistema de preservación depende de las siguientes consideraciones:

- 1) Clase y forma del durmiente usado,
- 2) Tonelaje sobre la vía,
- 3) Condiciones climatológicas y
- 4) Tipo de construcción de la vía.

Como ellas están estrechamente ligadas, las consideramos en conjunto.

1.—Si el ferrocarril corre a través de regiones boscosas, que contienen un buen material para durmientes, la necesidad de un tratamiento preservativo no es apremiante y se debe prescindir de él completamente. Así, si se pueden obtener durmientes de roble u otras maderas apropiadas, a precios razonables, no se requiere más que métodos protectivos contra el desgaste mecánico.

Sin embargo, esta condición raramente se presenta, por lo que un sistema de preservación contra la pudredumbre es necesario.

Si la madera es refractaria, es decir si el preservativo no puede ser introducido en ella, excepto superficialmente, un tratamiento lo más fuerte posible, con creosota, dará con seguridad el mejor resultado, porque a lo más una pequeña cantidad de preservativo es absorbida.

Si por el contrario la madera es porosa y absorbe rápidamente el preservativo, entonces algún proceso barato, como el Burnett, Card, o empty-cell (Lowry, Rueping) es preferible.

Lo mismo es verdad, para aquellos durmientes que son cortados con anchas fajas de albura en uno o dos lados, mientras las caras son de resistente corazón de madera, de poca durabilidad.

2.—Es obvio que, durmientes que se soportan un fuerte tonelaje, están más expuestos a desgaste mecánico, que durmientes que soportan un tráfico liviano. En general a estos durmientes, se debe aplicar un tratamiento más barato y menos eficiente, si se hacen fuertes inyecciones, considerable cantidad de preservativo será destruido con los durmientes.

3.—Las condiciones climatológicas deben ser cuidadosamente consideradas. Dormientes en uso, en regiones lluviosas deben ser tratados con creosota. En áridas regiones y en donde las lluvias son comparativamente pocas, durmientes tratados con cloruro de zinc han sido ventajosamente usados.

4.—El tipo de la vía tiene mucho que hacer con la selección de los procesos de preservación. En general, la mejor construcción permite el uso de un proceso más efectivo. Por ejemplo, una buena línea tendida con rieles sólidos, fuertes planchas de asiento, clavo de rosca, y un lastre firme de roca chancada, requiere un proceso

más efectivo y más costoso que una línea tendida con rieles livianos, clavos comunes, lastre sucio y sin planchas de asiento. Suponiendo el uso de durmientes de madera resistente y dura.

En el caso de una línea construída del mejor material, en que los durmientes sean de una madera comparativamente blanda, la selección de un proceso barato, como el empty-cell creosote (Lowru, Rueping), es recomendable, ya que éste proporcionaría al durmiente una vida contra la pudredumbre, igual a su vida mecánica, con una gran economía de preservativo.

Como se ha dicho, una propia selección de los procesos preservativos puede hacerse correctamente después de considerar los factores, que afectan la vida de ellos. Sin embargo, un ferrocarril de gran kilometraje que atraviere diferentes regiones de distinto carácter, puede usar más de un proceso, con el objeto de asegurar un reembolso más económico. El proceso ideal seleccionado puede resultar el más barato, como el Burnettizing, o de lo contrario el mas caro, como el Full-cell process. En tal caso, si el ferrocarril no puede pagarlo, debe seleccionarse el siguiente de los más eficientes, pues peor es no usar ninguno.

Un hecho plenamente demostrado es que todos los procesos standards, de presión usados, pagan su costo, si se considera el uso de durmientes al natural. En consecuencia el problema se reduce, a determinar cuál de ellos paga mejor.

COSTO DE LOS DURMIENTES TRATADOS

El costo total de preservar un durmiente, puede dividirse en los siguientes ítems:

- 1.—Sazonadura de los durmientes,
- 2.—Costo de obra,
- 3.—Combustible, y
- 4.—Preservativos químicos.

1.—La mayoría de los durmientes tratados en los Estados Unidos son sazonados, con anterioridad al tratamiento. El costo de la sazonadura varía con la clase de madera, estación del año, y situación geográfica.

En general se puede tomar de $\frac{1}{2}$ a $1\frac{1}{2}$ centavos americanos, por durmiente.

2.—El costo de obra, incluye todas las formas de labor necesarias al tratamiento, tales como carga y descarga de los durmientes en el Patio, por la planta de durmientes y superintendencia. Varía también considerablemente, de 3 a 6 centavos por durmiente.

3.—El consumo de combustible es menor en aquellas plantas que pueden usar gas natural o aceite, y más alto en aquellas que están más distantes de los puntos de provisión. Varía de $\frac{1}{2}$ a 2 centavos por durmiente.

4.—El gasto total de conservación, incluyendo depreciación, interés del capital invertido, etc., varía de 1 a 2 centavos por durmiente.

Prácticamente todos los durmientes preservados, en plantas comerciales, en los Estados Unidos, son inyectados con cloruro de zinc o creosota, bien solos o en combinación. Pocas plantas usan otros preservativos, tales como aceites y cloruro de mercurio.

Es costumbre inyectar alrededor de $\frac{1}{2}$ libra de cloruro de zinc, seco, por pie cúbico de madera, aunque hay variaciones de $1\frac{1}{3}$ a $\frac{2}{3}$ de libra. La sal de cloruro de zinc cuesta de $3\frac{1}{2}$ a 5 centavos por libra.

La creosota cuesta de 7 a 12 centavos por galón, en grandes cantidades. Es costumbre inyectar de 5 a 10 lbs. de creosota por pie cúbico de madera, o sea, de 180 a 360 lbs. por metro cúbico.

Con los datos anteriores, se puede estimar el costo de los durmientes tratados. Se debe tener presente, sin embargo, que los números dados, son generales y no se aplican a todas las condiciones.

El costo de preservación de un durmiente standard de $7 \times 9 \times 8$ pies de largo, por diferentes procesos está indicado en el cuadro siguiente:

Procesos	Costo por durmiente centavos.
Burnett.....	10-14
Welhouse	12-16
Card	16-20
Rueping (a).....	25-29
Lowry (b).....	32-35
Full-cell creosote (c).....	39-45

a) Asumiendo una absorción de 6 lbs. de creosota por pie cúbico.

b) Asumiendo una absorción de 8 lbs. de creosota por pie cúbico.

c) Asumiendo una absorción de 10 lbs. de creosota por pie cúbico.

Asumiendo que la creosota cueste 1 centavo por lb. y el cloruro de zinc 4 centavos americanos.

Hay que tener presente que con el uso de los procesos Rueping y Card hay que pagar derechos de patentes, mientras que el proceso Lowry es operado bajo ciertas restricciones por la Compañía que controla las patentes Lowry. Se nota por esta tabla que el costo del preservativo usado es un largo porcentaje del costo total del tratamiento.

La creosota, por ejemplo, aumenta grandemente el costo del tratamiento y cuando es usada en una proporción, relativamente grande (8 lb. o más por pie cúbico), todos los demás costos forman una pequeña fracción del costo de la creosota.

CONSERVACION DE LA PROVISION DE MADERAS

Un resultado natural del aumento de la práctica de preservación de las maderas, es disminuir el drenaje de los recursos forestales, por consiguiente, propender a la conservación de los bosques.

En los Estados Unidos, por ejemplo, se usan anualmente 100 000 000 de durmientes para reemplazar los destruidos por pudredumbre, desgaste y otras causas: si a estos durmientes se les hubiera tratado con un preservativo eficiente, sus vidas se hubieran prolongado de 7 años al natural a 17 preservados, y en pocos años la demanda de durmientes hubiera disminuido a 42 000 000 anuales, en vez de los 100 000 000 que se requieren al presente. No hemos tomado en cuenta todavía, los durmientes que se usan en nuevas construcciones.

En Francia se halla la comprobación de lo que decimos. Aunque los bosques franceses han sido cortados severamente, ellos proporcionan todavía más de 3 000 000 de durmientes. Aproximadamente 2 500 000 de éstos son dedicados a la renovación,

cuyo total ha venido disminuyendo considerablemente a medida que la construcción de ferrocarriles ha ido aumentando constantemente.

Aquí pondremos término a esta ya larga disertación sobre los sistemas de preservación, esperando que el Congreso de los Ferrocarriles del Estado le preste la atención que este asunto merece.

El que estas líneas escribe tendrá el honor de presentar, a su debido tiempo, al Honorable Consejo de los FF. CC. del Estado, un completo estudio técnico y económico de los principales sistemas de preservación de durmientes y maderas de construcción, usados en este país.

4).—Uso de maderas más baratas para durmientes preservados.

De las maderas chilenas, el roble es la única que se usa en gran escala en la confección de durmientes, debido a que resiste muy bien las alternativas de humedad y sequía, y las marcadas diferencias de temperatura. Es decir, resiste la putrefacción. Esta propiedad es debida a varias sustancias químicas desinfectantes que posee. Además, es una madera muy densa y dura, y sujeta muy bien el clavo.

Pero hay en los bosques de Chile, en gran abundancia, otras maderas que poseen propiedades mecánicas similares a las del roble, y que preservadas contra la putrefacción, harían un durmiente de primera clase. Esas maderas son las que a continuación se indican:

EL COIHUE (*Notafagus Dombeyi*)

El coihue colorado o apellinado es muy durable a la intemperie; en contacto con el suelo dura de 8 a 10 años.

El coihue blanco, en contacto con el suelo, dura de 4 a 5 años.

La existencia del coihue se ha calculado en 120 años, a razón de su consumo actual, que es de 18%, del total de maderas consumidas por la nación. El árbol alcanza grandes dimensiones, de 35 a 40 metros de altura. Abunda en Cautín, Malleco, Arauco, Valdivia, etc.

ULMO O MUERMO (*Eucryphia cordifolia*)

Árbol de grandes dimensiones, de aspecto esbelto y majestuoso. El muermo blanco es de poca resistencia a la intemperie, dura de 5 a 6 años. El muermo colorado, en cambio, dura de 10 a 12 años, expuesto a la intemperie. Esparecido al temu.

Se usa generalmente para puentes, cuerdas y también durmientes. Sujeta el clavo en buenas condiciones. Abunda en las provincias de Cautín, Valdivia y Chiloé.

EL TEMU (*Myrcengenia temu*)

Madera resistente, de un color azulino, muy densa. Se pueden obtener trozos de 0,40 a 0,50 m.

OLIVILLO (*Kageneckia angustifolia*)

Árbol de grandes dimensiones, madera hermosa. Tiene varios usos comerciales. Además de las maderas enumeradas, hay otras, como el alerce, ciprés, etc.

que se han usado para la confección de durmientes, pero que, según observaciones que he recogido en la práctica, en el sur de Chile, me convencen que su empleo deja mucho que desear. Son maderas poco densas, muy blandas y, sobre todo, no sujetan el clavo. Muchos de los durmientes al ser clavados se han partido en dos pedazos, debido a la conformación de la fibras de estas maderas.

A continuación se da un cuadro que muestra las propiedades mecánicas de las maderas aludidas, según ensayos hechos en Chile en 1917, por el autor de este trabajo.

Especies.	Peso K: m ³	Compresión Direc. fibra.	Compresión Norm. fibra.	Tracción K: cm ²	Cisalle dobie.	Flexión K: cm ²	Dureza Cífra.
Roble	1124	423	113	787	538	616	330
Coihue	1000	364	105	773	502	600	230
Ulmo	895	228	63	350	500	600	200
Olivillo	855	267	131	625	438	480	277
Temu	1100	340	114	568	639	407	408

5.—Una gran economía de maderas, como de dinero, se puede obtener con el uso del concreto en ciertas construcciones de la vía, y en estructuras que requieren el uso de un material más permanente.

El concreto se puede usar con ventajas y excelentes resultados en la confección de postes telegráficos, postes para cierre de la vía, pilotes, soportes para tanques de agua, torres de transmisión, caballetes, torres de señales, etc., y en estaciones, plataformas, casas de máquinas, plantas para almacenar carbón y arena, y otras más.

Economía requiere estructuras permanentes. En América, la aplicación del concreto en las construcciones ferroviarias ha tenido un desarrollo maravilloso en el último tiempo.

No tan sólo está reemplazando las construcciones de maderas y fierro, sino aún más, está tomando el lugar de las albañilerías de piedra y ladrillo, en fundaciones y otras estructuras sobre el nivel del suelo. Aunque el costo de construcción del concreto es mayor que el de la madera, siempre se prefiere a esta última, por los gastos de conservación que en el concreto son despreciables, y además por su permanencia.

6.—Otras de las mejoras que se pueden introducir en la vía y que al mismo tiempo significa ahorro de maderas, es la canalización de las líneas telegráficas. Los fuertes temporales que con frecuencia se suceden en ciertas regiones de Chile, resultando en la destrucción de gran parte de las líneas telegráficas, hace indispensable la canalización de esta vía de comunicación alámbrica.

Este es un servicio de tan alta importancia para que se tenga sin protección contra los temporales y huracanes del sur.

Los gastos de conservación de la canalización son casi nulos, mientras prácticamente, no hay interrupción de servicio.

COSTO DE OBRA

7.—Buena organización y trabajo eficiente de las cuadrillas.

El costo de obra de mano constituye el ítem individual más grande de los gas-

tos de conservación en hecho, es más grande que todos los otros gastos combinados, agregando como un 56% de los gastos totales del Departamento de la Vía. Por su naturaleza es el gasto donde hay mayor oportunidad de desarrollar economías, y, al mismo tiempo, donde hay los mayores peligros de derroche y pérdida de eficiencia.

Una buena organización del Departamento, en lo relativo al trabajo de las cuadrillas, su control, etc., es absolutamente necesaria, si se quieren reducir los fuertes gastos de renovación y demás trabajos de conservación.

Ha sido práctica general de los ferrocarriles, en lo relativo a los trabajos de la conservación, hacer la distribución de las fuerzas de acuerdo con bases arbitrarias de tantos hombres por sección, con sólo consideraciones generales de la cantidad relativa de trabajo por hacer.

En la discusión de la distribución de las fuerzas, la cuadrilla es la unidad en la organización de la conservación.

Como la mayor parte de los empleados del Departamento están en los trabajos de conservación de las líneas y, por consiguiente, en las cuadrillas, se comprende la importancia de la repartición racional de las mismas.

En general, se han establecido secciones límites para darle a cada cuadrilla un kilometraje igual de línea principal y todas las líneas laterales comprendidas entre esos límites, permitiéndosele a las cuadrillas un número igual de hombres.

El resultado de esta práctica, es que algunas cuadrillas tienen más trabajo que hacer que otras, debido a la desigualdad del kilometraje de las líneas laterales (desvíos de la Empresa y particulares), y a condiciones locales. Con una distribución desigual del trabajo, es evidente que no se obtiene el mayor reembolso de los gastos totales, y se incurre inevitablemente en pérdidas.

La importancia de la equivalente igualdad de las secciones ha sido reconocida por años, y algún estudio se ha hecho para su solución.

Como resultado de esto, se han establecido ciertas relaciones que están en práctica en algunos ferrocarriles americanos.

Así, en el ferrocarril New York Central, dos millas de líneas laterales, o 15 cambios, son considerados equivalentes a una milla de línea principal, haciendo concesiones para las condiciones locales, tales como excesiva curvatura, carácter del tráfico, corte en roca, etc.

En el Southern Pacific, dos millas de líneas de ramales, o cuatro millas de desvíos, son considerados equivalentes a una milla de línea principal, 16 cambios son también considerados equivalentes a una milla de línea, de la clase en las cuales los cambios están colocados.

Se toma muy en cuenta la calidad del riel, lastre, curvatura y densidad del tráfico, etc.

En el Cleveland, Cincinnati, Chicago & St. Louis, las secciones han sido igualadas en líneas de la doble vía, siendo la longitud de ellas de seis millas de simple vía, en las siguiente bases:

Segunda línea, 85% de la línea principal, desvíos de pasada 50% de la línea principal, líneas de patios en terminales de mucho movimiento 50%, otras líneas laterales, 30 %, cada cambio y cruzamiento es equivalente a 300 pies (91 metros) de línea principal.

En el New York, New Haven, & Hartford, una milla de línea principal se ha

tomado como base. Dos millas de líneas laterales o 15 cambios, son considerados equivalentes a una milla de línea principal.

En el Michigan Central, hace 5 años más o menos, se principió el estudio de una división, con 300 millas de línea principal y 500 millas de líneas laterales, c sea, ramales y desvíos.

Como un resultado, de 12 meses de estudio, de la distribución actual del trabajo en esta división, las siguientes relaciones han sido establecidas; una milla de simple Vía se tomó como base.

1 milla de línea principal, simple vía.....	100 %
1 milla de línea en ramal	65 »
1 milla de línea de pasada.....	46 »
1 milla de línea de patio.....	32,4 »
1 milla de línea industrial.....	24 »
1 cambio y cruzamiento de la línea principal.....	3,4 »
1 cambio y cruzamiento, línea lateral.....	1,4 »
1 paso a nivel (ferrocarril, simple vía).....	3,1 »
1 paso a nivel (camvino).....	2,0 »
1 milla de cierre, un lado.....	2,7 »
1 milla de propiedad (100 pies de ancho).....	4,2 »
1 paso a nivel, camino particular.....	0,4 »

En la División de Toledo, del ferrocarril de Pennsylvania, Lines West of Pittsburg, consistiendo casi enteramente de simple vía, con solo una pequeña extensión de doble vía, una milla de línea principal es considerada equivalente a tres millas de líneas laterales, cuatro millas de líneas de patios, 20 cambios y cruzamientos de línea principal, 40 cambios y cruzamientos de líneas laterales y de patios, 25 pasos a nivel de ferrocarril, 40 pasos a nivel de caminos, y 60 pasos a nivel de caminos particulares.

El ferrocarril de Baltimore & Ohio ha prestado cuidadosa atención al problema de la igualdad de secciones de líneas, en conexión con el desarrollo de los trabajos standards de la vía, y por el uso del sistema de bonos.

El ferrocarril Grand Trunk ha dado también considerable atención a este problema. Basado en estos estudios, las siguientes bases han sido aprobadas para distribución equitativa de las fuerzas de la vía.

1 milla de línea principal	= 2 millas de desvíos de pasadas.
» » » »	= 2 ½ millas de otros desvíos.
» » » »	= 15 cambios.
» » » »	= 24 simples desrieladores, conectados con torres o con la palanca del cambio.
» » » »	= 12 pasos a nivel, ferrocarril simple vía.
» » » »	= 15 pasos a nivel, caminos.
» » » »	= 10 pasos a nivel, calles de ciudades.

8.—Empleo de maquinarias y herramientas especiales que aumenten la eficiencia del operario.—El uso de maquinarias y herramientas especiales que aumenten la efi-

ciencia de los operarios y reduzcan en parte el costo de obra de mano, son adelantos muy recomendables, que debe introducir un ferrocarril progresista.

El empleo de carros-motores para las cuadrillas ha dado un excelente resultado en el Pensylvania y otros ferrocarriles standards de este país. Se ha calculado que una cuadrilla equipada con un carro-motor ahorra una hora al día.

Además los hombres llegan frescos a su trabajo y no temen el regreso a sus casas, al terminar el día. Donde sea practicable, cada sección debiera tener su carro-motor. Las ventajas de los carros a gasolina, respecto de los carros a mano y velocípedos, son muy numerosos, y es sólo cuestión de tiempo para que éstos sean desalojados de los trabajos de la vía. Las principales ventajas son las siguientes:

- a) El tiempo gastado en ir y volver del trabajo es reducido grandemente y el largo de los días de trabajo es aumentado correspondientemente.
- b) Se pueden aumentar la extensión de la sección y el número de operarios en las cuadrillas. El resultado, es una mejor organización de las fuerzas, reducción del pago a jefes de cuadrillas por kilómetro, y generalmente mayor eficiencia.
- c) Mover el carro a mano es un trabajo pesado. Con el carro a gasolina los hombres llegan al trabajo en excelentes condiciones.
- d) Un carro a gasolina puede correr en gradientes fuertes, lo que no se puede hacer con uno a mano.
- e) En emergencias, tales como derrumbes o descarrilamientos, etc., se pueden acarrear trabajadores desde lejos, los cuales, sin el carro-motor, requerirían un tren especial.
- f) Con el aumento de extensión de las secciones, se puede obtener una mayor distancia entre los depósitos generales, y es más fácil retener los hombres.

Las desventajas más serias del uso de carros a gasolina, son los peligros de choques con trenes y peligros de quebraduras, que resultan en demoras, etc. Pero esto se ha logrado reducir con reglas bastante estrictas para el manejo de estos carros, para prevenir accidentes y colisiones. Las quebraduras, generalmente, provienen de ignorancia en el manejo, nó por razón del mecanismo. Después que el jefe de la cuadrilla conoce bien su carro y las reparaciones necesarias, éstas son reducidas grandemente. En el caso de que un ferrocarril tenga muchos carros a gasolina en operación, se debe tener un mecánico especialista, para inspeccionarlos y hacerles las reparaciones necesarias, a intervalos de 1 a 2 meses.

El uso de buenas herramientas es indispensable para la eficiencia del trabajo efectuado por las cuadrillas, las cuales deben ser equipadas con gatas para levantar la línea, tenazas para durmientes, espeques con uñas, herramientas para el ramco, nivel y trocha para la línea etc. y todas las demás herramientas usadas en renovación y conservación de las líneas. En el ferrocarril de Pensylvania se usa con mucho éxito un carrito pequeño, con dos ruedas que corren por el mismo riel, y manejados por un hombre por medio de un brazo lateral. Esos carritos son usados para transportar pesos regulares y además durmientes a cortas distancias. Tienen capacidad para 4 durmientes. Se llaman «pony cars» o «track dolly». La introducción de estos carritos en los trabajos de la renovación de durmientes, ha resultado en grandes economías.

9.—La disciplina, cooperación y lealtad del personal a cargo de la renovación de durmientes, y en general de la conservación de la vía, son las fuerzas intangibles, absolutamente necesarias, que una buena organización debe producir.

En los ferrocarriles chilenos parece que a este problema no se le ha dado la

importancia que tiene, en relación con los gastos de conservación de la vía. Como este problema es de muy interesante y su desarrollo muy extenso, nos limitaremos a indicarlo como uno de los puntos de natural importancia en la reducción del costo de obra.

Reducción del número de durmientes renovados.

10.—Empleo de métodos protectivos, contra el desgaste mecánico de los durmientes.

Una reducción en el número de durmientes, usados anualmente en renovaciones, se puede obtener adoptando métodos protectivos contra el desgaste mecánico de ellos. Los métodos protectivos son complementarios de los métodos preservativos de los durmientes contra la putrefacción.

Al estudiar la provisión de durmientes, aparece de urgente necesidad la adaptación de los sistemas modernos de construcción, para suprimir el desgaste mecánico de los durmientes.

Se ha calculado que de 10 a 75% de los durmientes no protegidos fallan por cortaduras del riel y destrucción por el clavo. La primera cifra se refiere a maderas duras, la segunda a maderas blandas, usadas para durmientes. Desde que el número de durmientes para renovación aumenta año por año, este porcentaje también aumentará, si no se adoptan algunos de los sistemas en uso para proteger el durmiente contra el desgaste mecánico.

En caso de preservar los durmientes, la cantidad de preservativo inyectado en los durmientes, en varios casos es reducido debido a la omisión de métodos protectivos contra el desgaste por el riel y sus amarras. Con el aumento de la vida mecánica de los durmientes, se aumenta la eficacia de los tratamientos protectivos de ellos.

Generalmente hay considerable molestia, por las cortaduras del durmiente por el riel y esto es agravado por la putrefacción local que resulta debajo de la base del riel y alrededor de los hoyos de los clavos.

Las cortaduras disminuyen el poder de adhesión del clavo, dejando caer el riel suelto bajo la cabeza del clavo y permitiéndolo salirse de la trocha, e inclinarse en las curvas.

La presión directa del riel sobre el durmiente tiene muy poco efecto destructivo, pero es la pequeña vibración del riel, producida por el movimiento, la que causa la cortadura, trituración y destrucción del durmiente y el desgaste por el clavo.

Una de las más importantes y prácticas, mejoras modernas en la construcción de las líneas férreas, es la efectuada con la introducción de las planchas de asiento metálicas, las cuales son colocadas entre el riel y el durmiente. Ellas envuelven solamente, un pequeño costo adicional, pero afectan las más decididas economías en durmientes y gastos en los trabajos de conservación de la vía.

En algunas casos excepcionales, donde han sido puestas en durmientes viejos, se ha obtenido un ahorro de un 50% en trabajos de conservación, principalmente en mantención de la trocha.

Las planchas de asiento son calculadas:

- 1.—Para distribuir la presión y el impacto de los trenes, sobre los durmientes, y
- 2.—Para absorber la acción trituradora del riel.

Ellas actúan como una protección del durmiente o preservativo, y de ninguna manera debe clasificárselas con las sillas de asiento y sillas de juntas, abolidas en América, cuyo oficio es el de soportar el riel y sostenerlo en posición.

La pequeña y liviana plancha de asiento que incorpora sus amarras al durmiente y forma parte integrante de él, independientemente de los clavos, pernos, etc., es un rasgo característico de las líneas de los ferrocarriles americanos. Es una decidida invención moderna que ha sobrepasado la idea de sus diseñadores, siendo hoy día muy extensivamente usada, y su aplicación se está expandiendo rápidamente.

El bajo costo de las planchas de asiento, combinado con su indudable ventaja de eficiencia y economía, ha hecho que se la haya adoptado en miles de kilómetros de vía, en este país.

Está reconocido que no sólo aumentan la vida de los durmientes de maderas durables, pero blandas, sino que afectan una directa economía en renovaciones y conservación de la vía, mientras al mismo tiempo ellas agregan la permanencia y seguridad de las líneas, proporcionando una base duradera y uniforme al riel, y disminuir las alteraciones de las líneas, por las renovaciones. Son especialmente ventajosas para durmientes de maderas blandas, bajo un tráfico intenso.

Primeramente se predijo, que sería difícil mantener la línea en trocha, pero su aplicación ha demostrado lo contrario.

Las planchas de asiento previenen el enanchamiento de la trocha, que ocurre, particularmente en curvas, por la inclinación de los rieles, causada por la presión lateral, que hace que el borde exterior de la base del riel corte la madera. Ellas también hacen que los clavos en ambos lados actúen igualmente al resistir la presión lateral, hacia afuera; la plancha sujeta los dos clavos juntos, siendo así equivalente a doble clavadura, haciendo los dos clavos tan eficientes como tres.

En curvas han sido usadas con todo éxito, en lugar de amarras especiales del riel y además muy costosas, para evitar la inclinación del riel especialmente en cambios y cruzamientos.

Las planchas de asiento pueden usarse con especiales ventajas como sigue:

1) En terminales donde por causa de frecuentes cambios y el uso de la arena los rieles cortan los durmientes muy rápidamente, mientras las renovaciones son difíciles y costosas e interfieren con el tráfico.

2) En curvas para evitar el desgaste desigual de los rieles y la reducción de espesor de los durmientes, por frecuentes azueladuras en la base del riel, y también para evitar el frecuente alineamiento y reclavadura, mantener la trocha, etc., para asegurar una curva fácil de ser recorrida.

3) En los cambios y cruzamientos, en la línea principal bajo los rieles que cortan los durmientes largos, economizando así costosas renovaciones de durmientes de lo contrario en perfectas condiciones.

4) En las juntas de los rieles en recta, para sostener las extremidades de los rieles y prevenirlos de flexionarse a causa de cortaduras de los durmientes.

5) En recta, donde los durmientes son cortados por el riel, antes de estar putrefactos.

6) En puentes y caballetes. Las planchas pueden usarse en cada durmiente.

En resumen, las planchas de asiento se deben usar en curvas, puentes y caballetes, etc., y en recta donde se usen durmientes blandos. Con durmientes duros y sanos, se usan a veces en las juntas.

CLASES DE PLANCHAS DE ASIENTO

Hay varios tipos de planchas de asiento, siendo las principales las siguientes:

PLANCHA DE BASE PLANA

La objeción a este tipo es la imposibilidad (con clavos comunes) de tenerlas fijas, de tal manera que habrá un continuo movimiento del riel sobre la plancha y de la plancha sobre el durmiente, con una consecuente admisión de humedad y suciedad que causa la putrefacción y desgaste del durmiente. Al mismo tiempo habrá un constante ruido, bajo tráfico.

PLANCHAS DENTADAS Y CON BORDES

Se han diseñado planchas con dientes y bordes para efectuar la unión de la misma al durmiente, con el objeto de asegurar una firme adherencia, de manera de no dañar la madera.

Un método muy eficiente se ha obtenido, con el dispositivo de pestañas longitudinales, que penetran la madera en dirección de las fibras, y son apretadas por ellas. Las pestañas son de tal dimensión, que no destruyen la madera.

PLANCHAS CON PESTAÑAS

Las planchas construídas con una pestaña en la parte superior, contra la cual se acomoda el borde de afuera de la base del riel, son muy usadas en la actualidad en los ferrocarriles americanos.

Es evidente que una de las funciones importantes de las planchas de asiento es reforzar a los clavos contra el empuje lateral de los rieles, y reducir el desgaste debido a las cortaduras de los bordes de la base del riel, más si se considera la ineficacia de los clavos y amarras de los rieles, bajo un tráfico intenso y de grandes velocidades.

Por otra parte, es opinión general que las planchas de cara superior plana, que han sido mucho más usadas y por mucho mayor tiempo que los demás tipos, han dado resultados enteramente satisfactorios a este respecto.

Las dimensiones de las planchas varían con la calidad de los durmientes y el peso del riel, como también de la clase del tráfico, etc.

A continuación transcribimos las conclusiones a que han llegado los miembros del Comité de Durmientes, de la American Railway Engineering Association, respecto del uso de las planchas de asiento, en los ferrocarriles americanos.

a) Planchas de asiento con pestañas profundas, cortan el durmiente, lo que trae como consecuencia la admisión de humedad y putrefacción. Las pestañas profundas no son necesarias para sujetar la plancha al durmiente y no son descables.

b) Planchas con base plana se sueltan fácilmente cuando son usadas con clavos comunes; la soltura resulta en desgaste mecánico del durmiente. Son satisfactorias, cuando son usadas con clavos de rosca.

c) Planchas con pestañas transversales, de una profundidad no superior a 3.16 de pulgada, u otra amarra independiente que las sujete al durmiente, no lo dañan

ni tampoco se sueltan. Cuando se usan con clavos comunes, causan desgaste en el durmiente.

d) El ancho de la plancha es un elemento que determina el desgaste mecánico en el durmiente. Las planchas menores de 7 pulgadas de ancho, usadas con durmientes de maderas blandas, lo cortan y en muchos casos determinan la vida de ellos.

e) Las planchas deben ser de suficiente espesor para dobladuras en ambos lados del riel.

f) Clavos de rosca prolongan la vida de los durmientes, más que los clavos comunes.

Las siguientes son especificaciones del Ferrocarril Pennsylvania.

ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION Y CONSERVACION DE FERROCARRILES STANDARDS

Septiembre de 1909. Revisadas Abril de 1916.

40. Planchas de asiento deben usarse en todas las curvas de 2 grados o más en líneas de circulación y 6 grados o más en desvíos. (Una curva de un grado corresponde a un radio de 5 730 pies, o sea, 1 736,4 m). También en todos los durmientes en cambios y cruzamientos, durmientes de tornamesa, hoyos ceniceros, puentes, caballetes, estaciones de agua, en todos los pasos a nivel y plataformas de estaciones.

En rectas y curvas menores de 2 grados en líneas de circulación o 6 grados en desvíos, cuando el tonelaje anual es menor que las cifras indicadas en la tabla de abajo, no se deben usar planchas de asiento. Cuando el tonelaje es igual o mayor que las cantidades del cuadro, se deben usar planchas de asiento.

TONELAJE ANUAL QUE REQUIERE PLANCHAS DE ASIENTOS

(Expresado en millones de toneladas)

	MILL. TONS.		MILL. TONS.
Durmientes no preservados	-----	Durmientes preservados	-----
White oak.....	8,5	Red oak.....	5,1
Black locust.....	14,7	Honey Locust.....	5,1
Black Walnut.....	6,8	Hickory.....	5,1
Black Cherry.....	6,4	Hard Maple.....	5,1
Chestnut.....	3,6	Hackberry.....	5,1
Sassafras.....	5,5	Ash.....	5,1
Red Mulberry.....	6,4	Beech.....	3,6
Longleaved Pine.....	7,5	Sycamore.....	3,6
Bald Cypress.....	4,2	Black Gum.....	3,6
		Red Gum.....	2,6
		Soft Maple.....	2,6
		Butternut.....	2,6
		Elm.....	2,6
		Shortleaved Pine.....	2,6
		Longleaved Pine.....	4,5

41. Las planchas de asiento deben aplicarse según los planos standards y debe tenerse cuidado que la cara superior esté en entero contacto con la base del riel.

42

ESPECIFICACIONES PARA PLANCHAS DE ASIENTO, PERNOS Y CLAVOS

Revisadas Febrero, 1918

PLANCHAS DE ASIENTO

Calidad del material.—Las planchas deben ser manufacturadas de acero blanco de uniforme calidad por el proceso Open Hearth o el proceso Bessemer, pero preferiblemente por el Open Hearth.

Requerimientos físicos.—El acero utilizado debe ser capaz de resistir una fatiga de ruptura de 54 000 a 64 000 libras por pulgada cuadrada, y tener un límite de elasticidad, no menor a la mitad de la resistencia a la ruptura; una deformación no menor a un 20%, medida en una longitud de 8 pulgadas, y una reducción de sección, en el punto de ruptura, no menor a un 40%.

Ensayos físicos.—Toda la sección de las planchas debe resistir dobladuras, en frío, en ángulo recto a las fibras, doblada a nivel sobre ella misma en ambas direcciones, sin un signo de ruptura en la superficie exterior de la parte doblada.

Las muestras para ensayo a la tracción deben ser de las siguientes dimensiones: 14 pulgadas de longitud, sección rectangular, no menos de $\frac{1}{2}$ pulgada de ancho, entre las caras pulidas, y debe tener dos caras paralelas, como han sido laminadas.

Se harán pruebas de planchas de cada orden separada, colocada por la Compañía Manufacturera.

Las planchas deben estar libres de grietas o suturas dañosas. Ellas deben ser laminadas cuidadosamente hasta la sección especificada, teniendo pestañas y bordes (cuando se usen) que correspondan exactamente a sus dimensiones previas.

Los hoyos de los clavos, hechos cuidadosamente, de tal manera de dejar cada plancha plana y exacta en su entera superficie. Las cortaduras en longitud y agujereadura deben hacerse en frío y de acuerdo con los dibujos suministrados, de una manera prolija. Todos los números y marcas indicadas en los planos deben ser laminadas en las planchas.

11.—MODERNIZACION DE LOS TRABAJOS DE CONSERVACION DE LA VIA

La modernización de los métodos usados en los trabajos de construcción y conservación de la vía, es indispensable para satisfacer las nuevas exigencias de un tráfico más intenso, mayores velocidades y mayores cargas por eje, como también para introducir economías tanto por el correcto uso del material, como para reducir el costo de obra de mano, que cada día va en aumento.

Los problemas nuevos que hay que abordar son complicados, en orden de mantener la propia relación de las líneas, con las nuevas condiciones de operación de los

ferrocarriles chilenos, que envuelven la necesidad de mejoras generales en la construcción y conservación de ellos. Los trabajos requeridos para obtener este nivel se harán más dificultosos por la sistemática negligencia en los trabajos de conservación en los años anteriores, lo que significará la completa reconstrucción de ciertas partes de la vía y diversos puentes y otras estructuras. Desde años, ha habido una tendencia en la Administración General de no atender las atinadas recomendaciones del Departamento de Vía, especialmente si ha habido escasez de fondos.

Cuando ha sido necesario reducir los gastos, el Departamento de la Vía ha sufrido todas las consecuencias, probablemente debido al hecho que el detrimento resultante es menos visible aquí que en otra parte. Pero los trenes deberán seguir corriendo para vender los productos de esa gran planta ferroviaria, cuales son transportación de pasajeros y de carga; además deben buscarse nuevos negocios para aumentar las entradas, lo que aparentemente no significa la reducción de los presupuestos de los departamentos de Tracción y Transportes.

En consecuencia, el Departamento de la Vía carga con todas las economías, lo que a la larga esto significa una muy cara economía y muchas veces la ruina del negocio.

Se piensa a menudo que los males resultantes sólo quedan localizados en la vía y estructuras, pero esto no es exacto. Una atenta observación de los gastos totales y parciales demuestra claramente que la negligencia en los trabajos de conservación y mejoras de la vía se reflejan directamente en un aumento de los gastos de tracción y transportes y un aumento de los gastos de conservación del equipo.

Por la falta de propia atención las líneas se deterioran rápidamente, haciendo por último necesario la reducción de la carga de los trenes, aumentando los gastos de conservación del material rodante, a causa del creciente desgaste y quebraduras debidas a las líneas en malas condiciones.

Cuando es absolutamente necesario cortar los gastos, talvez la Administración es justificada al hacerlo en su mayor parte en el Departamento de la Vía, pero cuando la reducción de gastos no es una fuerza mayor, y la Administración corta regularmente todas las recomendaciones de dicho Departamento, esta falsa economía resulta de la dificultad de ver o computar los ahorros financieros en operación, debidos al uso de rieles más fuertes, planchas de asiento, durmientes preservados, mejor calidad del lastre, y un cuidadoso sistema de control y contabilidad del consumo de materiales y del trabajo hecho por los operarios.

Es un hecho que, mientras más pobre es la línea, respecto del tráfico, mayores son los gastos de conservación y reparaciones, debido a la incapacidad de una línea en malas condiciones de resistir los pesos y choques que ésta recibe.

Se impone de una manera urgente la necesidad de mejoras generales, en el carácter de las construcciones y renovación, para mantener la propia relación del aumento de densidad del tráfico y las mayores cargas por eje y mayores velocidades impuestas a las líneas.

Hay que tener presente que, desde el punto de vista de la operación, una línea no es más fuerte que su parte más débil.

Una importante reducción del número de durmientes renovados anualmente se puede obtener, además de las consideraciones hechas más atrás, por el correcto espaciamiento de los durmientes en las líneas, por el propio drenaje de la vía, mejor calidad del lastre usado, etc.

ESPACIAMIENTO DE LOS DURMIENTES

Las dimensiones de los durmientes y su correcto espaciamiento dependen de las condiciones de la línea y del tráfico.

Prácticamente se ha demostrado que líneas más suaves y rígidas, se obtienen con durmientes de menores dimensiones y colocados más juntos, que con durmientes más grandes y más espaciados. Por consiguiente, el espaciamiento debe ser considerado más importante que las dimensiones de los durmientes. Disminuyendo el espaciamiento se obtienen dos ventajas:

1.º La presión unitaria del peso de la línea y cargas rodantes se disminuye; y
2.º, se aumenta la capacidad de las líneas correspondientemente. Los elementos que gobiernan el espaciamiento de los durmientes, tales como el carácter del suelo, calidad y espesor del lastre, carga por eje, calidad de la madera, ancho de la base del riel, uso de planchas de asientos o ród, drenaje, etc., son tan variables, que es una imposibilidad fijar una regla general para el espaciamiento de los durmientes.

En los ferrocarriles americanos el espaciamiento usual es de 2 640 a 3 200 durmientes por milla, o sea, de 16 a 18 durmientes por riel de 30 pies de longitud, 18 a 20 durmientes por riel de 33 pies de longitud. La juntura de los rieles son alternadas.

En desvíos el espaciamiento medio de 14 a 16 durmientes por riel de 30 pies de longitud.

Considerando los ferrocarriles americanos y canadienses, alrededor de 43% del kilometraje total, tienen 16 durmientes por riel de 30 pies, 19% con 18, 14% tienen 17 durmientes y cerca de 5% tienen menos de 16 durmientes por riel de 30 pies.

El espesor de los durmientes varía de 6 a 8 pulgadas.

El ferrocarril de Pensylvania usa los espaciamentos siguientes:

Para patios, líneas de almacenamientos, desvíos industriales, etc., 14 durmientes por riel de 33 pies, pudiendo ser aumentados en curvas.

Para líneas principales en ramales, con tráfico liviano, 16 durmientes por riel de 33 pies.

Para líneas principales con fuerte tráfico de carga y grandes velocidades, con tráfico de pasajeros, 20 durmientes por riel de 33 pies.

Junturas de los rieles alternadas, para hacer una línea equilibrada.

(Continuad).