

Héctor Mauricio Sánchez Abril

MSc(c) en Ingeniería de Transporte, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Docente Investigador Grupo ACI, Facultad de Ingeniería Civil Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, Colombia
hsancheza@ustatunja.edu.co

Fuente Fotográfica: http://fondos.wallpaperstock.net/train-wallpapers_w13386.html

Descripción de la Infraestructura Ferroviaria

RESUMEN

El presente artículo muestra, en términos generales, las características físicas del corredor férreo Sogamoso – Tunja, de cuyo conocimiento por parte de los posibles operadores del proyecto de implementación de un tren de pasajeros promovido por la Gobernación del departamento de Boyacá, depende en gran parte la decisión de participar como empresa oferente del servicio de transporte de pasajeros por ferrocarril. Se describen el área del proyecto, los equipos rodantes con los que se cuenta, las estaciones con sus propiedades y estado actual, el estado de la superestructura y sus especificaciones técnicas generales y las características geométricas del trazado.

Palabras Clave: tren, pasajeros, características geométricas y de la infraestructura, equipos rodantes, estaciones, operadores, señalización.

ABSTRAC

The present work shows at general level, the physical characteristics of the railroad Sogamoso - Tunja of whose knowledge by part of the possible operators of the project of implementation of a train of passengers promoted by the Government of the department of Boyacá, largely depends the decision of participating as company offerer of the service of passengers transport for railroad. They are described the area of the project, the rolling teams with those that are counted, the stations with their properties and current state, the state of the superestructura and their general technical specifications and the geometric characteristics of the layout.

Keywords: train, passengers, characteristic geometric and of the infrastructure, rolling teams, park, operators.

I. INTRODUCCIÓN

El interés de la Gobernación de Boyacá por implementar una nueva alternativa de movilidad, la llevó a solicitar la colaboración de la Escuela de Ingeniería de Transporte y Vías de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, para la consecución de información propia de la demanda y la oferta de un tren de pasajeros entre Sogamoso y Tunja, además en su papel de promotora del proyecto, busca mostrar a los posibles operadores, las características propias de la demanda en el corredor industrial de Boyacá y el estado actual de la infraestructura férrea, instalaciones, equipos y elementos complementarios, necesarios para la toma de decisiones por parte de los posibles operadores, la empresa FENOCO concesionaria del tramo y la Gobernación de Boyacá, promotora del proyecto.

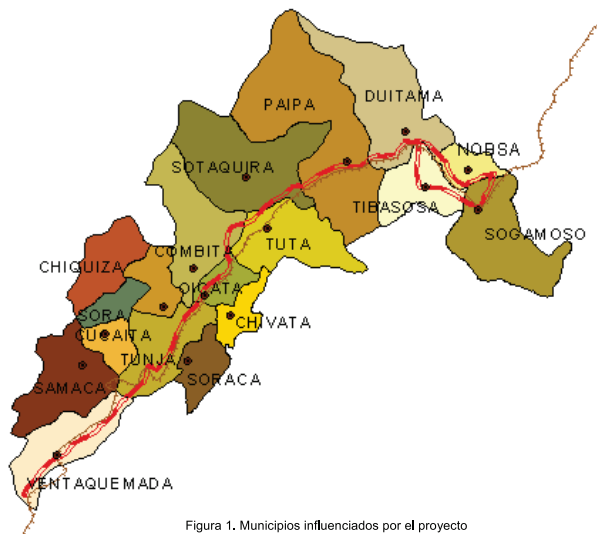


Figura 1. Municipios influenciados por el proyecto

II. OPERACIÓN ACTUAL DEL CORREDOR

A. PARÁMETROS DEL SERVICIO ACTUAL

- Sistemas de transporte de carga.
- Densidad del tráfico: baja.
- Velocidad de circulación: baja menos de 60 Km/h
- Complejidad de las maniobras: baja sólo cruce de trenes.
- Modo de Tracción diesel-eléctrico
- Trenes remolcados con formaciones estándar
- Topografía del trazado combinación de diferentes pendientes y radios
- Empleo de sistema de radiocomunicaciones para enviar órdenes de movilización, mediante mensajes de voz.
- Transporte de carga, densidad de tráfico baja y velocidad de circulación baja en simple vía.

B. CONCESIÓN

Actualmente, la concesión está a cargo de la firma FENOCO que asumió esta responsabilidad en 1999 por 30 años, se hace cargo de la instalación de tres mil kilómetros de riel continuo de 90 libras por yarda, traviesas en concreto pretensado, comunicación por fibra óptica, equipos digitales, control automatizado a lo largo de sus nuevas vías, para contribuir a cimentar el desarrollo del siglo XXI mediante el uso del tren, que es vital para el futuro de Colombia. Todo esto significa interconexión de progreso: renovación, recuperación, reactivación, integración, nuevas vías para el manejo en grande de la carga y la revitalización de los puertos secos y ciudades intermedias.

C. Localización del proyecto

El proyecto está localizado en la zona denominada corredor industrial de Boyacá y atraviesa por completo el denominado Valle del Río Chicamocha. Abarca 12 municipios, entre los que se encuentran cuatro de los más importantes del departamento de Boyacá, como lo son Tunja, Paipa, Duitama y Sogamoso, importantes polos de atracción y generación de movilidad, por sus características estudiantiles, turísticas e industriales.

D. Características de la Región.

La región ha sido tradicionalmente agrícola y pecuaria, por lo que prácticamente no se encuentra vegetación natural en las áreas aptas para agricultura o ganadería y en la actualidad únicamente se observan algunas manchas de vegetación secundaria natural en las zonas más escarpadas o más secas.

En algunos de los diferentes valles presentes en la región, existen pequeñas áreas pantanosas, residuos de los grandes pantanos que fueron desecados con fines ganaderos.

En general, los usos de suelo en la región de influencia del proyecto se presentan así: agricultura, ganadería, uso industrial, explotaciones mineras y asentamientos urbanos.

III. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL TRAZADO FERROVIARIO

A. CONDICIONANTES GENERALES DEL TRAZADO

El tramo en alguna época fue utilizado para transporte mixto. Actualmente, se encuentra operando exclusivamente para transporte de carga entre Belencito y Bogotá. Con la puesta en marcha de un tren

de pasajeros se cuenta con la ventaja de la fácil acomodación de los equipos tractivos y sus complementos tanto de carga como de pasajeros a la vía existente y a los sitios de maniobra, que para estos servicios se crearon. El trazado se localiza dentro del corredor industrial de Boyacá, que comprende los municipios de Tunja, Tuta, Cóbbita, Sotaquirá, Paipa, Duitama, Sogamoso, Tibasosa y Nobsa. Tomando inicialmente como puntos de parada las estaciones ubicadas en los municipios con mayor demanda de pasajeros como Tunja, Paipa, Duitama y Sogamoso.

Como terminale, la ciudad de Tunja con su estación de pasajeros ubicada en el kilómetro 181.5, frente al terminal de transporte, y la estación Sogamoso ubicada en el kilómetro 255. La localización de las estaciones y terminales en los puntos iniciales de parada es propicia, ya que la línea penetra en los núcleos urbanos de estas ciudades. La trocha en este tramo es considerada mundialmente dentro del rango de las trochas con una distancia de 0.914m entre las caras activas de los rieles, en los alineamientos rectos; y de 0.914m hasta 0.919m, en curva.

Dentro de la propuesta se contempla la implantación de un sistema de tracción diesel-eléctrico, ya que ofrece ventajas económicas en cuanto a consumo de combustible, bajo costo de mantenimiento y mejor maniobrabilidad.

B. Especificaciones del Trazado

- Pendientes. Las pendientes en el tramo no superan el 1%, situación que garantiza un rango de



Figura 2. Alineamiento Recto condiciones - Curvas

potencia y peso adherente óptimo para mantener la capacidad de arrastre de las locomotoras sin limitar el tamaño de los trenes. También se garantiza la capacidad del frenado de los trenes.

- Alineamientos rectos. En este aspecto el tramo presenta un número significativo de alineamientos

rectos y horizontales que hacen aporte al mantenimiento de velocidad de itinerario. (Figura 2).

En la zona urbana de Tunja y Duitama se aprecia la existencia de curvas y contracurvas con pequeños radios que influyen en la velocidad máxima que es



Figura 3. Curva con amplio radio de curvatura

posible desarrollar en ellas, en los costos operacionales debido a la resistencia que éstas oponen al avance de los trenes, y en los costos de mantenimiento de vías y equipos, producto de la permanente deformación de las curvas debido a los esfuerzos tangenciales y al mayor desgaste de ruedas y rieles.

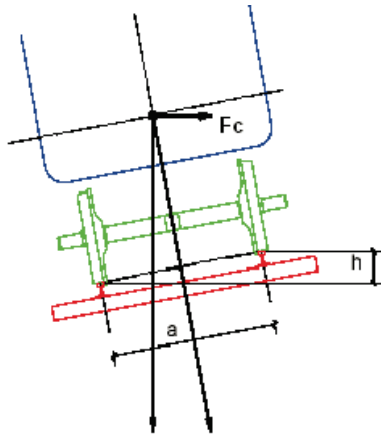
En zonas interurbanas son notorios los largos alineamientos rectos y curvas amplias (Figuras 3 y 4) con buena disposición para el desarrollo de velocidades operacionales factibles dentro del rango las permitidas y seguras para este ancho de trocha, siempre y cuando las condiciones estructurales de vía se mejoren con la rehabilitación.

- Peralte. FENOCO, en calidad de concesionario, consideró que el peralte en algunas curvas debía ser corregido con el fin de evitar descarrilamientos, volcamientos, desplazamientos de vía, arrancamiento de las sujeciones, desgaste prematuro del riel exterior de la curva y una incomodidad para el viajero. Sin embargo, aún se presentan fenómenos derivados del regular estado de las traviesas y la condición de vía eclisada.



Figura 4. Curva compuesta sentidos contrarios

Lo que se busca con el arreglo de los peraltes es obtener un equilibrio entre el peso P del vehículo (aplicado en el centro de gravedad) y la fuerza centrífuga F_c , de manera que la fuerza resultante de ambas, R sea perpendicular al plano de la vía inclinada. La diferencia de altura entre los rieles se denomina peralte (h)



IV. SUPERESTRUCTURA DE LA VÍA FÉRREA

A. Materiales de la Vía

- Rieles. Considerado el elemento más importante de la estructura férrea, el riel debe poseer una estructura lo suficientemente resistente para guiar y servir de calzada a los equipos que sobre él se movilizan.

Los rieles que se encuentran tendidos en el tramo cuentan con una serie de características físicas y químicas establecidas por el fabricante, atendiendo a las necesidades del modo, en cuanto a dureza superficial resistencia mecánica, forma, peso y longitud. Se destacan las siguientes: propiedades químicas, los rieles presentes en el tramo de estudio fueron fabricados siguiendo las características establecidas por la norma americana AREMA, con contenidos de carbono, manganeso y algunas impurezas de silicio, azufre y fósforo.

Forma del Riel. La forma del riel es Vignole, adoptada en todo el mundo debido que cuenta con una cabeza gruesa para la superficie de rodadura y un patín plano para apoyarse en las traviesas. Ambas partes están unidas por un alma de pequeño espesor. Este perfil es el que reúne las condiciones necesarias para su uso óptimo.

Peso de los Rieles. El peso de los rieles está estrechamente ligado a la carga por eje, a la velocidad de circulación y a la densidad del tráfico, siendo la carga por eje el factor más relevante. En el tramo Bogotá- Belencito actualmente existen rieles de bajo peso como los de 30 y 32 kg/ml, 60 y 75 lb/yd, que nunca han gozado de las ventajas de durabilidad y disminución de la resistencia al avance que poseen los rieles con pesos superiores a 50 kg/ml.

El tramo Tunja – Sogamoso está compuesto por rieles de 32 kg/ml, sólo en algunas curvas como la del K197+000 que está en riel de 75 lb/yd, en el kilómetro k189+000 sólo el riel superior es de 75 lb/yd y en el K215+000.



Figura 5. Plano en planta del tramo en planta

Los rieles de 30kg/m y 32kg/m son muy esbeltos y, por ser tan altos, tienen deficiencia por inercia ya que poseen poco patín. El riel de 75 lb/yd es mejor, por tener un hongo más grande se desgasta menos en el tiempo y es más robusto. Todo tramo con perfiles de riel de 30y 32kg/m, se considera crítico debido a que estos rieles son muy patinados y presentan DEFORMACIONES TRANSVERSALES lo que resulta incómodo para los pasajeros, debido a la manifestación de golpes durante un viaje.

B. ALGUNOS DEFECTOS ENCONTRADOS EN LOS RIELES.

- Longitud de los Rieles. La longitud de los rieles oscila entre 10 y 12 metros, aunque existen tramos con longitudes de barra de 60 metros de riel soldados continuos en el K191+000, K192+000, K193+000 y K194+000. Los defectos más usuales en los rieles encontrados a lo largo del tramo son:

Patinado. Es común encontrar rieles patinados con desgates moderados en zonas como Sotaquirá, Tuta, Oicatá y Tunja, suman alrededor del 7% del total de vía. (Figura 6).



Figura 6. Patinado del Riel

Desgaste ondulatorio. Se presenta muy a menudo debido a los desniveles y es común en el 10% de la vía. (Figura 7).



Figura 7. Desgaste Ondulatorio

Dilatación. Se presenta en todo el trayecto y su efecto se contrarresta con la presencia de eclisas que toleran los alargamientos. (Figura 8).

C. Traviesas

- Generalidades. En la actualidad se pueden encontrar dos tipos de básicos de traviesas: de madera y de concreto. Dentro de las traviesas de madera encontramos traviesas de madera dura y madera blanda, tratadas y sin tratar, dispuestas como se muestra en la figura. (Figura 9).

Las traviesas tratadas sólo se encuentran en una relación de 20 por kilómetro, las demás no tienen ningún tipo de tratamiento. Actualmente se llevan a cabo labores de mantenimiento y se están colocando traviesas de madera dura, específicamente eucalipto sin tratar y con una vida útil no mayor de



Figura 9. Traviesa tratada Vs. Traviesa sin tratar



Figura 8. Dilatación de los Rieles

Tabla 1. Estaciones en Concesión

MUNICIPIO	NOMBRE ESTACIÓN	ESTADO ACTUAL
Duitama	Bonza	Abandonada - en regular estado
Paipa	Paipa	Desocupada -en regular estado
Sogamoso	Chicamocha	Desocupada -en regular estado
Sogamoso	Sogamoso	Desocupada -en regular estado
Tunja	Tunja estación Carga	En regular estado
Tunja	Puente de Boyacá	Desocupada -en mal estado
Tuta	Tuta	Abandonada -en ruinas

Fuente: Informe de Ingenieros Seccionales Regional Central, 2003

Tabla 2. Estado actual de las estaciones

MUNICIPIO	NOMBRE	ESTADO	OBSERVACIONES
Tunja	Germania	En mal estado	
Tunja	Páez nuevo	En ruinas	
Oicatá	Oicatá	En mal estado	
Oicatá	La vega	Destruída	
Tuta	De pasajeros	En mal estado	Comodato cco -050 del 09-06-03
Sotaquirá	Soconsuca	Arrendada	
Sotaquirá	Sotaquirá	En mal estado	Comodato cco -045 del 29-04-03
Tibasosa	Tibasosa	En mal estado	

Fuente: Tibasosa En mal estado



Figura 9. Estaciones de Tunja, Paipa, Duitama y Sogamoso

cinco años, teniendo en cuenta que las labores de rehabilitación están próximas. Las traviesas de madera en el tramo son el elemento más problemático por su estado. Los problemas más relevantes son:

- La mayoría del tramo se encuentra ubicado en zonas susceptibles de inundación y con escasa presencia de drenajes.
- Los cambios de traviesas hechos en los mantenimientos anteriores se realizaron con maderas sin tratar, lo que generó un deterioro de su estructura y modificó su capacidad de soporte, fijación y aseguramiento de la posición del riel en lo referente a cota, separación e inclinación.

V. ESTACIONES

En el corredor férreo Sogamoso-Tunja existen las estaciones mostradas en las tablas 1 y 2, con su descripción y estado actual.



Figura 10. Equipos rodante y tractivo útiles y disponibles para el proyecto

VI. EQUIPOS

Dentro de los equipos disponibles sólo son útiles para el proyecto. Equipo rodante y tractivo.

Los equipos dispuestos para el proyecto fueron adquiridos por la Gobernación de Boyacá, mediante contrato de comodato No. 031-2004 con el fondo Nacional de Pasivos de los Ferrocarriles Nacionales.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Actualmente, las velocidades de circulación están por el orden de los 20 a 25KPH para el transporte de carga, pero esta velocidad se ve afectada por la presencia de puntos críticos de movilización, que hacen que durante el trayecto se varíen los rangos de aceleración, que para el transporte de pasajeros no es recomendable, ya que generan incomodidad y dudas acerca de los itinerarios de viaje.

La presencia de puntos críticos durante todo el tramo es en su mayoría provocada por el estado de la superestructura y los continuos problemas de estabilidad que presenta. También la plataforma es considerada como inestable, lo que hace aún más complejo el problema de estabilidad estructural de la vía.

La interferencia con los centros de desarrollo urbano son de vital importancia para quienes vayan a operar el tren de pasajeros, debido a los continuos problemas que se presentan en estos. Es común ver que paralelo a la vía se encuentran asentamientos humanos que nacieron a raíz del auge del tren en su época dorada; estos asentamientos han dejado de ser tradición para convertirse en parte de las exigencias sociales, a partir de los derechos que según ellos, han sido adquiridos.

La presencia de un interminable número de pasos a nivel en el tramo, ha generado malestar a los municipios y a la empresa FENOCO, hoy encargada del uso y manejo del tramo Belencito-Bogotá; lo realmente importante es que de ese número, apenas el 20% está registrado como legal, y cuenta con elementos de control y señalización, además de una estructura estable en el cruce. Los cruces ilegales no cuentan con ningún tipo de seguridad, así se aumenta el riesgo de accidentes a lo largo de la vía.

Actualmente en el tramo sólo opera el transporte de carga y la estructura general del ferrocarril

en este tramo está siendo subutilizada, comprobado con el abandono de las líneas secundarias, estaciones, talleres, triángulos de inversión y demás elementos que hacen parte de ésta. El abandono al que fueron sometidos dichos elementos, generó el deterioro de los mismos y por eso se hace necesario recuperar la totalidad o parte de la vía ferrea, que incluye la reparación de la línea segunda en Sogamoso, Duitama y Paipa, los triángulos de inversión de Tunja y Sogamoso, las estaciones, talleres y demás instalaciones que hacen parte del sistema.

En este caso se cuenta con una vía con radios de curvatura variables que van desde muy pequeños, en algunas zonas urbanas, hasta muy grandes a lo largo del trayecto, rieles sujetos con clavos rieleros, eclisas a lo largo del recorrido y muchas obras de drenaje como alcantarillas, tajeas y pontones, debido a que el tramo se ubica sobre un valle que es muy dado a presentar problemas de drenaje.

La rehabilitación plantea una vía con rieles de 90 lb/yd, con traviesas de concreto monoblock, con peraltes mejorados, balasto nuevo con espesores entre 15 y 20 cm., y una perfecta nivelación y ajuste, con la finalidad de poder desarrollar velocidades que mejoren los tiempos de viaje al doble o más si es posible. De ser así, el tren de pasajeros sería una opción aún más competente para viajar por el corredor.

La implementación de rieles de mayor perfil como los son el de 75 y 90 lb/yd, mejores condiciones técnicas para dar continuidad a los rieles y el mantenimiento de las buenas características geométricas del tramo, redundaría en un considerable aumento de la velocidad de operación, lo que beneficiaría al proyecto de movilidad de pasajeros.



VIII. REFERENCIAS

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN, Gobernación de Boyacá. Perfiles Provinciales de Boyacá. Tunja: Talleres Gráficos Ltda., 1997. 354 p.

REDEFE. Recomendaciones para el diseño de infraestructura ferroviaria. Chile, 2003. 300 p.

OFICINA DE PLANEACIÓN MINISTERIO DE TRANSPORTE, Republica de Colombia. Revista El transporte en cifras. Bogotá: 2004.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Manual Sobre dispositivos para la regulación del tránsito en calles y carreteras. Bogotá Colombia, 1998. 821 p. MINISTERIO DE TRANSPORTE (online). 2002

<http://www.mintransporte.gov.co/Ministerio/Old/DGTFM/Historia>

PLANEACIÓN MUNICIPAL TUNJA. Plan Nacional de desarrollo 2004-2007. Tunja 2004.

PLANEACIÓN MUNICIPAL PAIPA. Plan Nacional de desarrollo 2004-2007. Paipa 2004.

PLANEACIÓN MUNICIPAL DUITAMA. Plan Nacional de desarrollo 2004-2007. Duitama 2004.

PLANEACIÓN MUNICIPAL SOGAMOSO. Plan Nacional de desarrollo 2004-2007. Sogamoso 2004.

Fuente Fotográfica: <http://www.fondos10.net/fondos-de-pantalla-de-fantasia/ciudad-en-ruinas-wallpapers-12832>

Fuente Fotográfica: <http://objetivogipuzkoa.diariovasco.com/fotos-Maxi/tren-vapor-497183.html>

Fuente Fotográfica: <http://islaazulinversones.com/index.php?o=photos>

