

Colaboración profesional

# Los cables aéreos y los países montañosos

Por G. SANIN VILLA

## II

### COSTO DE LAS ESTACIONES

Otro renglón muy costoso es el de las estaciones: puede asegurarse que sin explanación y sin obras especiales cuestan entre 20 y 40 mil pesos.

### COMPARACION CON LA CARRETERA

La ventaja del cable es la de que como asciende con pendientes más fuertes que las otras vías, en la parte montañosa se puede ir de un punto a otro con menos kilometraje que con los otros sistemas.

Por ejemplo, la carretera de Cúcuta a Ocaña con pendiente máxima de  $7\frac{1}{2}$  % y radio mínimo de 40 m. según estudios que existen, tiene doscientos treinta y ocho kilómetros; el cable tiene ciento veintiseis. Es decir es de 0.54 de la carretera o ésta es 1.89 del cable.

De Cúcuta a Gamarra la carretera dio trescientos treinta y un kilómetros y el cable ciento setenta y tres. Las proporciones son prácticamente las mismas.

De suerte que aunque el cable sea más costoso, la compensación viene por lo más corto.

En cambio, en una carretera el pasajero va a 30 kilómetros por hora; en el cable sólo va a 7 kilómetros.

En cuanto a la explotación y sostenimiento, se considera el cable una vía más económica que la carretera. No tengo estudios ningunos sobre estos puntos, para cables largos de importancia, salvo los siguientes para el cable Mariquita-Manizales, del cuadro de la Pág. CXV de la memoria del Ministro de Obras Públicas del año de 1926, de donde he hecho la deducción del costo de tonelada kilométrica, tomando las toneladas del cuadro como transportadas a distancia entera, que es lo probable.

Año	Tonelada de carga transportada	Producto bruto	Gastos de explotación	Longitud, 72 kilómetros, Gasto de explotación por tonelada kilóm.
1921	19767	257625	19 125	\$ 0-139
1922	19000	324000	202000	" 0-148
1923	28758	493816	202600	" 0-098
1924	30725	489244	215608	" 0-098
1925	36810	572848	253146	" 0-096

Se habla muy frecuentemente de un costo de tonelada kilómetro de 1 centavo y hasta de medio centavo para cables. Esto es indudablemente cierto para instalaciones a gravedad, perfectamente sincronizadas, trabajando a plena carga, por ejemplo en el movimiento regular de minerales de una mina. Pero para cables largos, en transporte variado de productos, los gastos de explotación, sin computar intereses de capital, probablemente no rebajarán de 5 a 10 centavos tonelada kilómetro para un tráfico apreciable.

#### CAUSAS QUE DISMINUYEN LA CAPACIDAD DE UN CABLE

Hay que tener en cuenta que la longitud de la vía acrece las dificultades en razón directa, pues como hay que parar todo el cable cada vez que ocurra un transtorno en cualquiera de las secciones, es claro que si tiene una sola sección el número de veces que hay que detenerlo será menor que si tiene veinte, pues en este caso habrá que interrumpir su funcionamiento en cualquiera de las veces en que ocurra un daño, bien en la primera, en la segunda o en la décima sección, lo que equivale a decir que tiene 19 probabilidades más de interrupción que si solo tuviera una sección.

Y debo explicar que el paro se efectúa en toda la línea porque no teniendo las estaciones sino capacidades limitadas para recibir y contener las vagonetas; si se parara una sección y la adyacente siguiera funcionando al poco rato no habría donde acumular el sinnúmero de vagonetas que van llegando, aparte de que muy poco o nada se obtendría con acumularlas, siendo que en la sección detenida habrá que despacharlas luego con el espacio y regularidad necesarios entre una y otra, lo que da prácticamente casi el mismo resultado.

Hay que tener muy en cuenta lo anterior, porque si un cable está proyectado por ejemplo para veinte toneladas por hora o sea 200 en 10 horas,

Hay que agregar, además, que el cable, salvo los casos en que se emplea fuerza hidráulica o eléctrica—muy improbable para cables largos—debe transportar su propio combustible, bien para motores de vapor, bien para motores Diesel. Por ejemplo, en el Cable de Mariquita-Manizales en que se emplea vapor, en un tercio del tonelaje transportado en una dirección es por cuenta de la empresa, es decir consiste en leña y en materiales y artículos para reparaciones. Con motores de explosión el transporte del combustible disminuye bastante.

No son sólo estas las causas de ineficiencia o que disminuyen la potencia nominal de un cable. Hay que apuntar también la de no poder cargar siempre las vagonetas con el peso nominal a que se les destinan, ya por incomodidad de la carga, ya porque agregando un bulto se sobreponga el peso de la vagoneta, etc., lo cual puede disminuir la capacidad total en un 3 o 4%.

#### EL CABLE COMO VÍA PARA PASAJEROS

En cuanto al cable como vía para pasajeros considero que debe descartársele totalmente en los de larga distancia, especialmente por la razón antedicha, de las interrupciones, pues resulta una incomodidad desesperante para los viajeros quedar detenidos en los abismos o en cualquier otra parte, completamente desconectados del mundo, sin alimento, sin agua y sin comodidad para las diversas necesidades que pueden ocurrir. Suponiendo vagonetas de media tonelada, los pasajeros sólo tienen un espacio de 1.50 x 1.18, en donde caben incómodamente 6 pasajeros sin valijas, pues tales vagonetas son carritos de tres puestos a cada lado. Suponiéndolos de una tonelada y que cupieran 12 pasajeros, aun sería muy costoso poner un conductor o vigilante para cada carro, con el objeto de que hubiera el respeto debido. Además, siendo la velocidad de dos metros por segundo, en secciones de catorce kilómetros, por ejemplo, los pasajeros tendrán que durar prácticamente dos horas completamente aislados y con la incomodidad consiguientes. Y para que de un punto a otro se vaya en el mismo tiempo, se necesita que el Cable tenga con el ferrocarril o la carretera la relación de 1 a 3.

Para tramos cortos el asunto es distinto, pues el pasajero puede muy bien soportar por 12, 15, 20, 30 minutos esta incomodidad para la cual va prevenido.

A parte de lo anterior está el hecho de que los cables aéreos, cualquiera que sea su sistema, son considerados como un medio peligroso de transporte para pasajeros, vistos los accidentes que pueden ocurrir, los que son casi forzosamente mortales; y en una vía larga, por regiones despobladas, hay muchas más probabilidades de que ocurran, en tanto que en tramos cortos se puede tener una vigilancia más estrecha.

y deja de trabajar por el hecho de tener un número crecido de secciones dos horas diarias, en verdad no es útil sino para 20 toneladas en 8 horas, o sean 100, que repartidas en la jornada de 10 horas da a razón de 16 toneladas por hora. Y no se crea que las causales de paro en un cable son cosa de poco más o menos. Doy a continuación la lista de las principales:

- 1) Carros caídos y descarrilados.
- 2) Poleas caídas.
- 3) Flotada del Cable.
- 4) Empalmes
- 5) Asegurando torsales.
- 6) Retrocediendo para empalmes.
- 7) No gira el Cable.
- 8) Daños en los teléfonos.
- 9) Daños en las máquinas de fuerza.
- 10) Falta de combustible.
- 11) Falta de agua.
- 12) Falta de fuerza por otras causas.
- 13) Abriendo sulches para trabajo local.
- 14) Cambio de Cables.
- 15) Arreglo de correas y engranaje de transmisión.
- 16) Trabajando despacio subiendo cables.
- 17) Daños en las armaduras.
- 18) Derrumbes.
- 19) No gira una polea.
- 20) Reventada del Cable en una sección.
- 21) Asegurando carga.

En el Cable de Mariquita a Marizales las interrupciones tienen un promedio de 106 horas mensuales, que computando sobre 12 horas diarias, dan un 36 % de tiempo perdido.

En el bicable las causales apuntadas son las mismas, agregando las adicionales por los daños que puedan ocurrir en las grapas o tenazas que aseguran las vagones, en la cabeza que rueda sobre el cable riel y en el hecho de haber dos cables en vez de uno.

Se ve claro que una instalación nueva tiene mucho menos causales de transtorno que una instalación de bastante uso, en que las piezas de sus elementos comienzan a desgastarse y ocurren reparaciones frecuentemente. Es tal lo anterior, que en cables de alguna consideración y de bastantes secciones, por las razones de paro frecuente, puede disminuir su capacidad nominal hasta quedar en la mitad.

La Casa Bleichert alemana, que construye bicables especialmente, ha instalado algunos con un cable adicional y frenos a propósito para los casos de accidente. En Colombia están funcionando tres secciones del Cable de Santander, de 14, 6 y 4 kilómetros, y el Cable entre Manizales y Villamaría de dos kilómetros, ambos monocables, sistema Roe, para carga y pasajeros. El primero no tiene aún tráfico, pues va por parte despoblada, pero el segundo ha estado funcionando a plena capacidad, durante tres meses con resultados completamente satisfactorios. Por supuesto que este último está dentro de las condiciones típicas necesarias.

Al principiar este estudio sentaba la tesis de que no hay en absoluto nada bueno ni nada malo. Así, no se podría decir que los cables son buenos o son malos: todo depende de las circunstancias. Considero si que puede establecerse que como vía para pasajeros son utilizables para distancias cortas. Como sistema general al respecto no sirven.

#### CASOS EN QUE ES INDICADO EL CABLE

Los cables siendo vías de fuertes pendientes son indicados para unir aquellos lugares en donde otras vías necesitarían grandes longitudes, como en el caso de una estación férrea baja y una ciudad alta, y especialmente si son distancias cortas. Para vías largas, que cruzan cordilleras y valles, probablemente la distancia comparativa entre las longitudes de la carretera y el cable estarán al rededor de 1 a 2, y entonces no es lo indicado, no sólo por las razones de costo comparativo, cuanto por lo expresado, de que mientras más largo sea el cable mayores dificultades tiene.

Suponiendo por ejemplo el costo del Cable en 50.000 pesos el kilómetro en promedio, y la carretera en \$ 20.000, y que las facilidades de tráfico de pasajeros en la segunda compensara el menor costo de transporte y de sostenimiento en la primera, es decir suponiéndolas vías de tarifas uniformes a distancia completa, se ve claro que sólo cuando el cable tenga con la carretera la relación de 1 a  $2\frac{1}{2}$  es cuando vienen a igualarse.

#### DIFICULTADES POR LA RIGIDEZ DE LA CAPACIDAD EN LOS CABLES

El ferrocarril y la carretera son vías que tienen una capacidad muchísimo más amplia, comparativamente con el cable, pues en cualquier momento se puede forzar aquella con facilidad, basta con pensar que en ellas se puede trabajar de día y de noche. En cambio, la capacidad del cable es rígida, y aunque en el año transportara todo el tonelaje de la región, paulatinamente, como este tonelaje depende en mucha parte de las cosechas, de las épocas de bonanza comercial o de descongestión de otras vías, resul-

ta que este hecho viene a ser muy inconveniente a veces para la economía de las regiones.

#### VELOCIDAD DE LOS CABLES

Los cables se construyen para trabajar de día. Podrían trabajar de noche iluminando la vía para la vigilancia de la carga y del sistema. La velocidad normal es de unos dos metros por segundo; se podría aumentar esta velocidad siempre que el personal que actúa en las estaciones para recibo y despacho de los carros pudiera trabajar con mayor rapidez, lo cual no es fácil conseguirlo.

#### FACILIDADES PARA LOS CABLES CORTOS POR LOS CAMINOS

He hecho notar muy bien que una de las cosas que más encarece la construcción de cables son los transportes, incluyendo los caminos que hay que hacer. Esto es bastante distinto para cables cortos, cuyas regiones tienen ordinariamente caminos en sus cercanías; no es lo mismo para las vías largas, por cordilleras abruptas.

#### VENTAJAS EN LA CONSTRUCCION DE CARRETERAS

En la construcción de carreteras el personal que puede ponerse es muy grande, pues siendo su trabajo principal el de movimiento de tierra, cabe un número considerable de obreros; casi podría cubrirse de una vez todo el trayecto. Después la utilización de la misma vía para la construcción es posible, pues por la explanación, aun sin consolidar, pueden andar los vehículos que lleven el material para las obras de arte, las estructuras, etc. Hasta para los ríos de importancia el paso provisional es posible, pues se puede poner una "barca" o paso con cable, de manera de entrar en aquella el camión o vehículo y pasarlo al otro lado. En una palabra, hay mayor flexibilidad, mayores facilidades para utilizar desde un principio la obra en beneficio de sí misma. En los ferrocarriles pasa lo propio, aunque en menor escala.

En cambio, en el cable se necesita que todo esté sólidamente terminado para que se pueda utilizar. Yo he aconsejado que en la construcción de cables de importancia se tenga un equipo de un cable pequeño, de poca capacidad, de instalación rápida y desmontable, para acarrear por él los materiales de la construcción en varias secciones, mientras funciona el definitivo. Considero que procediendo en esta forma habría mucha economía.

**VENTAJAS DE LA MAYOR PENDIENTE DEL BICABLE**

En cuanto al precio de \$ 50.000 para el costo kilométrico de los monocables colombianos, los técnicos de la Casa Bleichert lo consideran altísimo. Discutido con ellos el asunto, opinan que se debe al gran movimiento de tierra y a las elevadísimas torres que la poca pendiente del sistema Roe impone, pues en los cables del Norte de Santander y de Caldas construidos con la perspectiva de que sirvan para pasajeros, la inclinación ha sido de 1 en 2.75 (34. 20%) ; en tanto que en el bicable de la casa dicha pueden ponerse pendientes hasta de 90%.

Efectivamente, en el monocable Roe, de grapa superpuesta, si la pendiente se aumenta, puede deslizarse la vagoneta; no así en el monocable, en que la grapa es una tenaza que se aprieta con el peso del carro. Es también cierto que en el Roe, para compensar el perfil y obtener la pendiente deseada, hay necesidad, en ciertos casos, de usar torres hasta de 65 metros, que pesan, del tipo compuesto, sin poleas ni balancines, 26½ toneladas.

No deseo entrar a discutir las ventajas o desventajas del sistema bicable, pero sí considero que deben tenerse en cuenta los argumentos atrás expuestos.

**PRESUPUESTO DE CABLES**

El costo kilométrico de monocables Sistema Roe para 20 toneladas por hora en cada dirección, en regiones montañosas, puede ser como sigue, dato que deduzco tomando como base las estadísticas del Cable de Cúcuta al Río Magdalena.

Por kilóm.

Estudios	.....	\$ 200
Gastos generales, incluyendo Sanidad, Seguro, Accidentes de trabajo, etc.	.....	\$ 4.500
Ingeniería	.....	\$ 3000
Zonas, inclusive terrenos, desmonte y limpieza	.....	\$ 500
Campamentos provisionales	.....	\$ 600
(Explanación .. . . .		\$ 3000 ..
Estaciones y edificios (Estaciones y edificios \$ 9000 ..	\$ 12000	
Caminos	.....	\$2000
Brechas para el paso de la línea	.....	\$ 3500
Teléfonos	.....	\$ 1200

Torres	.....	\$ 8000
Cable y montaje	.....	\$ 2500
Equipo	.....	\$ 2000
Total \$ 40.000		

El Cable del Norte de Santander y los de Caldas han costado a más pero ha influido en ello circunstancias especiales.

Para el bicable suponiendo eliminada la partida por "brechas para el paso de la línea" y la disminución a la mitad de los gastos por "torres", inclusive los gastos generales proporcionales, creo que su costo total no será menor de \$ 32.000 el kilómetro. En el monocable de Santander del Norte, la sola partida, por materiales ha costado \$ 17.000 km. en el Puerto de Gamarra, sobre el río Magdalena, primera estación del Cable.

#### COMPARACION DE COSTO CON LA CARRETERA

En cuanto a tarifas y a costo kilométrico de carreteras, que es la vía más indicada hoy por hoy para comparar con el cable, el asunto es bastante complejo, y aún no hay en el país datos suficientes en cuanto a standards al respecto. Es posible que para regiones montañosas, carreteras de un ancho de 6 metros, con suelo de grava o de macadam, cuesten al rededor de \$ 20.000 el kilómetro, en promedio, y su tarifa puede ser de 12 centavos por tonelada kilométrica. Queda el costo de sostenimiento por considerar, que puede computarse en \$ 1000 por kilómetro y por año.

En los cálculos no hay que olvidar que aunque el público sólo paga el costo kilométrico que le cobran los empresarios de los vehículos, el correspondiente al sostenimiento, o sea su valor total anual dividido por las toneladas transportadas, debe tenerse en cuenta.

Quedan pendientes las comparaciones para cada caso especial, teniendo muy presente que como vía de desarrollo de la región recorrida, el cable es muy deficiente, por la limitación de los pesos máximos que puede transportar, ordinariamente de  $\frac{1}{2}$  a 1 tonelada, por su capacidad rígida y por su ineficiencia para el transporte de pasajeros.

Como una base de apreciación, cuando el desarrollo de la región no sea lo primordial que haya que tener en cuenta, las limitaciones de carga, de tráfico y la ineficacia para pasajeros, puede igualarse en relación con gastos kilométricos de explotación y de sostenimiento, tanto para la carretera como para el cable; es decir, considerar que cuesta lo mismo la tonelada kilómetro en el cable que en la carretera.

## LA AUTOPROPULSION

No quiero terminar este estudio sin antes llamar la atención sobre la necesidad que hay de estudiar y ensayar detenidamente el carro automotor sobre rieles bien por medio de la locomotora diessel-eléctrica, (1) que produce ella misma energía y la transmite a los carros, o bien carros que funcionen directamente con sus motores. Estos equipos son susceptibles de ganar cómodamente pendientes muy fuertes y pueden acomodarse a curvas estrechos, que es el verdadero desiderátum para las vías de montaña.

## CONCLUSIONES

En resumen, pueden sentarse las siguientes conclusiones:

- 1). Los cables son vías indicadas para distancias cortas de no mucho tráfico, en que otras como el ferrocarril o la carretera tuvieran grandes desarrollos de más de 3 o 4 veces.
- 2) Para distancias cortas, construidos sólidamente y con las precauciones del caso, es un sistema aceptable para pasajeros. En distancias largas es inadecuado para este fin.
- 3) En regiones de fuertes pendientes, en que para acomodarse el perfil del monocable hubiere que hacer cortes apreciables o poner torres elevadas, es seguro que el bicable será más económico.
- 4) La capacidad de un cable disminuye apreciablemente con su longitud, en condiciones tales que puede llegar a 50 ojo de su capacidad nominal en longitudes considerables.
- 5) Los cables disminuyen su capacidad, por las interrupciones, a medida que se deterioran sus partes y elementos.
- 6) Los cables son sumamente indicados por ejemplo para transporte de minerales, en distancias cortas, en que pueden trabajar constantemente a plena carga, completamente sincronizados. Para estos casos el costo de la tonelada kilométrica es bajo; para distancias largas y transporte variado de carga, la tonelada kilométrica en ellas es relativamente alta.
- 7) La ventaja del cable con respecto al ferrocarril y la carretera está especialmente en el acortamiento de la distancia, pero tiene en contra, para largas distancias, la ineficacia para pasajeros, la limitación de los pesos transportables y la rigidez de la capacidad. Por estas causas el desarrollo

---

(1) Locomotora "Oil Electric", provista de motores diessel que accionan generadores eléctricos, fabricada conjuntamente por la General Electric, Ingersol Rand Co., y American Locomotive Co., unidas al efecto.