

LONGITUDES VIRTUALES

UN TRAZADO DE CAMINO DE HIERRO

M. CHARLES BAUM

EXTRACTADO POR M. P. M. LEFÈVRE.

(Continuación.)

Método de M. Menche de Loisne. En los *Annales des Ponts et Chaussées*, correspondientes á 1879, aparece un método propuesto por monsieur Menche, con objeto de calcular los precios á que resulta el transporte de una tonelada por kilómetro para distintas inclinaciones de las rampas, y por medio de ellos ha determinado longitudes tales, que con rampas cuya pendiente no exceda de 0,005, exijan gastos de explotación iguales á los que se necesiten en la línea que se considere; es decir, que ha transformado el trayecto en perfil accidentado en otro equivalente al primero, bajo el punto de vista de los gastos de transporte, y en que la pendiente sea muy pequeña.

Los resultados obtenidos se consignan en el cuadro siguiente:

RAMPAS.	PRECIO de transporte de la tonelada kilométrica.	LONGITUD equivalente á un kilómetro de perfil accidentado.
Metros.	Francos.	Kilómetros.
De 0,000 á 0,005	0,0231	4,000
0,007	0,0272	4,108
0,009	0,0286	4,139
0,011	0,0303	4,208
0,013	0,0329	4,310
0,015	0,0364	4,452
0,017	0,0416	4,658
0,020	0,0581	2,314
0,023	0,0622	2,478
0,030	0,0756	3,212

Método de M. Culmann, Profesor de la Escuela politécnica de Zurich. Este método y el que sigue en el trabajo de M. Baum, debido á M. de Srabo, Profesor de la Escuela politécnica húngara de Buda-Pest, son bastante complicados y exigen largo tiempo cuando se trata de aplicarlos.

Método empleado por la Compañía de los caminos de hierro de París á Lyon y al Mediterráneo. M. Amiot, Ingeniero de minas afecto al servicio de esta Compañía, ha establecido, bajo la dirección de M. Noblemaire, director de explotación, el precio de transporte de una tonelada por kilómetro, y le expresa bajo la fórmula siguiente:

$$X_A = 1,44 + 0,073 i \left(1 + \frac{225}{f+100} + \frac{390}{f} + \frac{175}{f+100} \right)$$

y ha sido reemplazada por la que ponemos á continuación, cuya forma es más sencilla y da resultados que difieren poco de los obtenidos empleando la anterior.

$$X_B = 1,46 (1 + 0,05i) \left(1 + \frac{285}{f} \right)$$

En ambas fórmulas, i representa la rampa ficticia media, que se obtiene tomando la rampa ficticia que corresponde á cada sección de carga en cada sentido y calculando el término medio: para determinar cada una de estas rampas ficticias, se hace uso del estado en que se consignan las cargas de los trenes establecido por el servicio de tracción: f es la frecuentación media diaria de la línea en cada sentido, haciendo uso

para determinar su valor de la fórmula $f = \frac{P}{730L}$.

en la que P representa el tonelaje kilométrico anual de mercancías y L la longitud de la línea.

Comparando los resultados que se obtienen aplicando las dos fórmulas anteriores con los gastos efectivos, ha deducido M. Amiot que el error medio de la primera es de 16,1 por 100, y el de la segunda de 17,60 por 100.

En un número de los *Annales des Mines*, correspondiente á 1879, estudia la influencia que ejerce la pendiente sobre el precio de la tonelada kilométrica de mercancías á pequeña velocidad, y deduce que cuando dos localidades estén ligadas por dos ó más caminos de hierro, conviene escoger para el transporte de las mercancías de una á otra el en que el producto $L (1 + 0,05i)$ sea el menor, en cuya fórmula L es la longitud del camino é i su rampa ficticia media.

La conclusión práctica del estudio de monsieur Amiot se consigna en el siguiente cuadro, que indica las longitudes equivalentes á un kilómetro para rampas de diversa inclinación:

LONGITUDES equivalentes á un kilómetro.	RAMPAS.
Metros.	Metros.
4000.	de 0,0000 á 0,005
4200.	de 0,0051 á 0,010
4400.	de 0,0101 á 0,015
4600.	de 0,0151 á 0,020
4800.	de 0,0201 á 0,025
2000.	de 0,0251 á 0,030
2200.	de 0,0301 á 0,035

Comparación de los resultados obtenidos empleando los métodos especiales. M. Baum hace el resumen de todos los métodos expuestos para la determinación de la longitud virtual de un trazado, bajo el punto de vista de los gastos de explotación, y deduce que no son comparables porque la unidad adoptada es variable, siendo en unas el gasto correspondiente á una rampa de 10^m/m, en otras el correspondiente á una rampa de 7^m/m, y otras veces el que se refiere á una rampa media entre 0 y 5^m/m; además, la mayor parte de estos resultados se deducen sin tener en cuenta la intensidad del tráfico.

TERCER SISTEMA.—Longitud virtual relativa á los gastos de transporte propiamente dichos.

Métodos suizos. El primer método ha sido propuesto por la Inspección de los caminos de hierro suizos, habiéndose adoptado dos unidades, una la resistencia sobre una línea en rampa, cuya pendiente fuese de 0,0010, y otra cor-

respondiente á la rampa cuya pendiente fuese de 0,006.

M. Baum consigna en dos estados los resultados obtenidos por el Departamento federal de los caminos de hierro, y los encontrados por M. Koller, Inspector del ferro-carril del San Gotardo, tomando como unidad la resistencia que corresponde á una rampa de 0,006. M. Lommel, Ingeniero suizo, hace constar, en un estudio sobre el paso del Simplon, del San Gotardo y del Luckmanier, que la longitud virtual de un kilómetro correspondiente á una rasante en rampa cuya pendiente sea de 0,025 es de 3,500 metros.

M. Helwag, Ingeniero austriaco, que durante tres años ha estado al frente de los trabajos del túnel del San Gotardo, ha empleado en 1876 una fórmula para calcular las longitudes virtuales de este camino, en la que sólo se tienen en cuenta las alturas absolutas salvadas por el camino, y deduce que cuando sobre una rampa cuya pendiente es 0,025 se han subido 10^m la longitud virtual del trayecto recorrido, es igual á éste, aumentado en 800^m, ó bien que un kilómetro en rampa de 0,025 es equivalente á tres kilómetros de longitud virtual.

Fórmulas de M. Launhardt, Director de la Escuela politécnica de Hannover. M. Baum se limita, en el estudio que vamos extractando, á indicar dos fórmulas publicadas por M. Launhardt en 1877 para el cálculo de los gastos de transporte y para la determinación de las longitudes virtuales correspondientes. La primera se refiere á los gastos de transporte de una tonelada de peso bruto sobre toda la línea, y la segunda, deducida de la primera, expresa la longitud virtual que su autor llama *longitud reducida de la explotación*.

Respecto á la primera, hace observar monsieur Baum que no se tienen en cuenta todos los gastos de explotación, puesto que M. Launhardt se limita á considerar los correspondientes á la tracción material y guarda-frenos, y critica también la introducción en la fórmula de rampas cuya influencia sobre los gastos de transporte es nula, y que según el autor de la fórmula son aquellas cuya inclinación es tal, que al bajarlas no haya necesidad de apretar los frenos y en las que la velocidad sea la misma al bajarlas que al subirlas.

M. Launhardt no dice cuál sea el límite superior de estas rampas, y en sus fórmulas las resistencias, debidas á las rampas y á las curvas, son las que corresponden á las rampas medias, á pesar de lo que reconoce M. Baum que la fórmula de los gastos de transporte propuesta por M. Launhardt es de las más completas y mejor estudiadas entre las que hoy se usan.

Comparación de los diversos métodos para calcular los gastos de transporte. Al presentar M. Baum en un cuadro el resumen de los diferentes resultados obtenidos empleando los métodos expuestos, dice puede aplicarse lo consignado anteriormente al tratar de la comparación de los métodos para determinar las longitudes virtuales, consideradas bajo el punto de vista de los gastos, es decir, que no son aquellos comparables; mas deduce, sin embargo, del examen

de dicho cuadro, que las longitudes virtuales relativas á los gastos de transporte son superiores á las que se refieren á los gastos de explotación é inferiores á las que proceden del trabajo mecánico, y así resulta, en efecto, del análisis de los diversos elementos que constituyen los gastos de transporte propiamente dichos y los que originan la explotación y el trabajo mecánico.

(Se continuará.)

OBSERVACIONES RESPECTO A LA TRASMISION

DE LAS MAREAS EN LA RIA DE BILBAO.

Con motivo del estudio de mejora de la barra y ria de Bilbao, verificado el año de 1878, tuvimos que hacer minuciosas observaciones de mareas por espacio de muchos meses en la desembocadura de la ria, no tanto por averiguar sus amplitudes en las diversas posiciones del sol y de la luna, de lo cual existían gran número de observaciones anteriores, como para referir al mismo plano de comparación los sondeos de profundidad del Abra, barra y parte inferior de la ria, y los de exploración del subsuelo de la barra y regiones contiguas del Abra y de la ria. Al terminar éstos trabajos y empezar los estudios de la ria propiamente dicha, era de precisión conocer las leyes de trasmisión de la marea á lo largo de ella; y como la base fundamental para este estudio, según se practica ordinariamente, era el tener una exactísima nivelación de una de las márgenes del cauce, que no podía verificar entonces por falta de tiempo y personal, recurrí, como vía de ensayo, al sistema propuesto y empleado por el Ingeniero norte-americano mister Henry Mitchel en sus nivelaciones de las rias de los Estados-Unidos y en particular en el Hudson, que evita la necesidad de hacer una nivelación previa de la margen. Los resultados obtenidos como consecuencia de las observaciones practicadas en diferentes días, prueban la bondad y sencillez del sistema, por lo cual he creído conveniente darlos á conocer á los lectores de la REVISTA por si pudieran ser de utilidad en alguna ocasión.

El principio en que se funda el procedimiento de Mr. Mitchel, consiste, en que si se colocan reglones graduados en diferentes puntos de una ria, cuya diferencia de nivel se trata de determinar, á alturas arbitrarias y con la proximidad suficiente para que las estoas de la plea y baja mar alcancen de uno á otro, y se procede á verificar en ellos observaciones y lecturas simultáneas, primero al tiempo que se inicia el descenso de la marea, y segundo cuando empieza á subir; se tiene que, la diferencia de nivel entre los cerros de cada dos escalas es igual á la semisuma de las diferencias de los números que la lectura en ellas acusa en los dos períodos de observación. Este teorema, cuya demostración es muy sencilla y del simple dominio de los elementos de geometría, supone, para que sea cierto, que la inclinación de la superficie del agua en los dos períodos citados en que empieza el descenso ó se inicia la subida, está igual é inversamente inclinada respecto al horizonte.