

que era ya bastante crecido el coste de la obra necesaria, para solo una parte de la reforma. Pero aprobado el proyecto, admitiendo la magnitud del ensanche, y reconociendo que en gran parte quedan corregidas las irregularidades y defectos que reconocimos en el proyecto anterior, consideramos al que se ha aprobado últimamente y se está replanteando, mas perfecto y por consiguiente preferible al aprobado por la ley de 28 de junio de 1857, y con mas razon el mejor y mas aceptable bajo todos conceptos de los demas que hasta aquí se han presentado. Solo una observacion nos sugiere la disposicion de la calle de travesía que desde la de Peregrinos ha de ir á la de la Montera por la antigua de la Zarza y de los negros y es su falta de comunicacion directa con las entradas de las calles del Arenal y Mayor. Los carruages que desde la calle de la Montera vayan al cuartel del Sur y quieran aprovechar dicha calle de travesía, no pueden dirigirse á la calle de Esparteros y subida de Santa Cruz: este inconveniente podría evitarse segun fuese el sistema de mejoras que fuera de la Puerta del Sol se verificuen para disminuir la gran circulacion que por ella tiene lugar, reforma que ha de ser el necesario complemento de la llevada á cabo en dicha plaza. Apesar de esto creemos que seria de gran comodidad para el público el establecimiento de una comunicacion directa, aunque fuese solo para peatones entre la union de la calle de Peregrinos y la antigua de la Zarza y la Puerta del Sol.

De todos modos y considerando preferible el proyecto aprobado á los que hasta aquí se habian presentado, solo nos queda que desear que se enagenen los solares sin nuevas dificultades, que no sea preciso apelar á nuevas leyes para que no atribuyan otros la falta de compradores ó cualquier otro obstáculo que pueda presentarse á la figura de la plaza, á su falta ó sobra de magnificencia, y volvamos á creer en la necesidad de nuevas modificaciones ó variaciones en el proyecto.

V. MARTI.

### APUNTES RELATIVOS

#### AL TRAZADO DE LOS FERRO-CARRILES.

(Conclusion.)

*Sistema de carruajes Arnaux.* En este sistema, aplicado en curvas hasta de 18 metros de radio, la caja del carruaje está colocada sobre un bastidor rígido sostenido por dos juegos de ruedas articulados, sujetos por medio de clavijas giratorias. El bastidor rígido que une los dos juegos de ruedas se compone de una flecha ó barra que los une, y una pieza arqueada ensamblada á sus extremos sobre los ejes, á los cuales están ligados por la clavija central. Las piezas arqueadas ó bridas sostienen los dos muelles de la caja del carruaje, y por debajo hay una corona ó círculo de hierro sólidamente unido á la brida referida y á la flecha. Cada juego de ruedas delanteras se compone de un eje que puede girar con independencia de las ruedas, por medio de cojinetes, con cajas herméticamente cerradas, de modo que gire dentro del aceite ó grasa el centro de la corona que corresponde á la clavija giratoria, de un timon que sirve para dirigir el juego delantero y unir entre si los carruajes del tren. Para que el eje delantero se mantenga normal á las curvas hay 4 rodillos ó ruedecillas inclinadas que se apoyan en las caras interiores de las barras, unidos rigidamente por medio de 4 varillas. Las barras de union de los juegos han reemplazado á las cadenas que el inventor colocó al principio para poner en conexion las coronas de estos.

En cuanto á las máquinas locomotoras para poder pasar curvas de pequeño radio, el sistema propuesto por el mismo Arnaux consiste en asegurar su direccion por medio de un eje móvil y de ruedas independientes; poner en el medio de la máquina 4 ruedas motoras unidas dos á dos por varillas, pero independientes de un lado á otro de la máquina. Cada par de ruedas de un mismo lado se mueve por medio de dos pequeños cilindros, cuyas oscilaciones

son mas ó menos frecuentes segun sea el desarrollo de la barra carril sobre que insistiese la rueda correspondiente.

Sobre este sistema y los ensayos hechos se publicó un estenso informe en los anales de Puentes y Calzadas de 1855.

El Ingeniero M. Bordas deduce de sus cálculos que los sistemas de ejes convergentes y ruedas independientes, resuelven completamente el problema haciendo la accion de las resistencias casi nula. Tambien deduce que el sistema americano reduce solo una parte de la fuerza de traccion y que es ventajoso cuando se emplean grandes vehiculos en curvas de pequeños rádios.

### Comparacion de trazados.

Puede suceder que para unir los puntos principales ó forzados de un trazado, no haya mas que una solucion, ó bien que haya varias. En la eleccion de estos puntos influyen consideraciones de gobierno ó la importancia industrial ó comercial de las poblaciones. Cuando estas consideraciones no sean suficientes, la comparacion de variar trazados entre los puntos extremos bajo el punto de vista económico y técnico, hará decidir la eleccion. Este examen hará decidir tambien muchas veces aun cuando se trate de los puntos intermedios ó abandonar estos por las dificultades que pueden ofrecerse.

La comparacion abraza varios puntos principales que son relativos:

- 1.º Al costo.
- 2.º Al desarrollo ó longitud.
- 3.º Al tiempo de duracion de las obras.
- 4.º A las pendientes.
- 5.º A las curvas.
- 6.º A las dificultades de la ejecucion.
- 7.º A la explotacion, tarifas etc.

La 4.ª y 5.ª cuestion afecta tambien á la explotacion del camino.

Puede reducirse la indicada comparacion á dos puntos de vista que son

- 1.º Construccion.
- 2.º Explotacion.

### Construccion.

Relativamente al costo, se tienen los datos necesarios para comparar, con los presupuestos que se forman en el ante-proyecto de los trazados, y ellos darán á conocer cual se halla en circunstancias mas ventajosas respecto de la economía de su ejecucion. Pero no es suficiente esto para decidir; pues podrá ser conveniente sacrificar mayores cantidades en la construccion con tal que, se obtenga una explotacion ventajosa que, como se ha indicado ya en otra parte es el punto de vista principal á que debe atenderse.

Generalmente suele ser un camino barato el que mas facilidades presenta para la explotacion; pues indica que ofrece pocas dificultades, y que las obras son de poca importancia; sin embargo puede suceder que haya algunos puntos del camino en los cuales el trazado sea muy forzado, siendo el resto de fácil ejecucion, y si se toma en conjunto el coste, aparezca por esta circunstancia de fácil explotacion; ó bien que haya ciertas obras de gran importancia que hagan aparecer cara la linea, y sin embargo sea muy beneficiosa para la explotacion; asi es que el coste solo, no debe hacer nunca decidir por sí solo de un trazado, sin examinar las demas circunstancias de él.

La comparacion del desarrollo ó longitud del camino será necesaria, pues influye en el coste de construccion, por el mayor número ó cantidad de obra que ha de ejecutarse; en el costo de conservacion por causas análogas y en la explotacion por el tiempo tardado en la marcha de los trenes, y el costo que estará en relacion con la mayor ó menor longitud del desarrollo.

La diferencia de longitud hay que examinarla, tanto en el desarrollo horizontal del trazado ó en el plano, como en el vertical ó perfiles; sin embargo la diferencia que en este último puede resultar en la longitud de dos trazados es muy corta.

Aunque sea mas larga una linea de las que se comparan que la otra, puede no ser por es-

to mas cara su ejecucion por la mayor facilidad de las obras, menor número y magnitud de los puentes viaductos etc., por evitarse algun túnel que sería necesario ejecutar en la linea mas corta, por la mayor abundancia de materiales en la linea mas larga etc.

Relativamente á la conservacion de las obras, cuanto mas larga sea la linea mayores gastos de conservacion parece natural que cause; sin embargo pueden ser tales estas obras que haya que ejecutar en la linea mas corta, que resulte una conservacion tanto ó mas cara que por la primera, y en el exámen comparativo deberá apreciarse con la aproximacion posible esta circunstancia relativamente á la explotacion del camino. La mayor longitud parece que afectará principalmente en el tiempo tardado y por consiguiente en el costo de explotacion; sin embargo puede suceder tambien que ambos sean iguales ó aun menores en el camino mas largo, en razon á ser las pendientes y curvas del trazado menores en el mas largo.

La mayor duracion de las obras tiene lugar á igualdad de las demas circunstancias, entre varias lineas, en razon á la importancia de estas ó á las dificultades relativas al clima; pues sucede á veces que no es posible trabajar ciertas épocas del año en paises de montañas en que tienen lugar nevadas, nieblas ó lluvias frecuentes, y generalmente se combina esta circunstancia con la de ser las obras en estos sitios de mucha importancia. Tambien suele resultar que bajo este punto de vista el trazado que tiene estas desventajas al ejecutarse, las tiene por la misma razon para su explotacion y son ambas causas suficientes para desecharse.

Los perjuicios que la mayor duracion de las obras ocasionan, pueden unos apreciarse en dinero, como son la pérdida de los intereses del capital que se invierte por no explotarse el camino al tiempo que en otra linea podria hacerse, y esto podrá calcularse con alguna aproximacion para consignarlo en el exámen comparativo. Otra clase de perjuicios son los que se ocasiona al comercio, á la industria y circulacion en general, por no poderse explotar una linea sino despues de algun tiempo relati-

vamente á otra. Esta circunstancia puede dar lugar á consideraciones mas ó menos fundadas, pero de difícil apreciacion; solo conociendo la estadística de riqueza de un pais, podria apreciarse mas exactamente.

Hay algunas obras en los trazados que subordinan á ella el tiempo de ejecucion; tales pueden ser los puentes que ofrezcan grandes dificultades, los viaductos y los túneles. Esto no tendria tanta importancia si las obras referidas estuviesen en los extremos de linea, pues en este caso podrian concluirse todas las demas y explotarse el camino hasta dicha parte: cuando lo esten en puntos intermedios tambien podrá á veces explotarse cierta parte del camino ó hacer obras provisionales; pero podrá suceder que esté en sitios que no traiga cuenta la explotacion parcial ó sean muy costosas las obras provisionales, en cuyo caso la duracion estará subordinada completamente á la de la obra referida. En estos casos cuando se ejecuten las obras convendrá combinar estas de modo que, no se concluyan las de fácil ejecucion en un tiempo muy inferior al tardado en la principal; pues resultará en este caso pérdida del interes del capital invertido en aquellas y del capital é interes de las cantidades que se inviertan en la conservacion de ellas.

La mayor longitud de una linea no indicará siempre mayor duracion en las obras; pues estas siendo de fácil ejecucion en la linea mas larga, podrán acabarse mas pronto que otra mas corta con obras de gran importancia.

Las probabilidades del éxito de ejecucion, podrán influir tambien en algunas circunstancias, para hacer abandonar una linea como sucederia en el caso de que hubiese necesidad de verificar desmontes en terreno sujetos á desprendimientos difíciles ó imposible de evitar en algunos casos; fundar puentes ó viaductos en terrenos movelizos, en los cuales aun á costa de invertir grandes cantidades no garantizasen la solidez de la obra, el tener que abrir túneles en terrenos difiles que comprometiesen el éxito ó la seguridad de los operarios, etc.

*Explotacion.*

La comparacion relativa á la explotacion de las líneas que se consideren, tiene que hacerse bajo el punto de vista del efecto útil que proporcionen, del costo que ocasionan y ademas relativamente á la regularidad de aquella y seguridad en la circulacion.

A la primera parte contribuirá principalmente el exámen del trazado vertical, es decir de las pendientes; el del trazado horizontal ó de las partes rectas y curvas influirá tambien aunque en menor escala en las demas circunstancias.

Si se quiere hacer una comparacion determinada puede seguirse la marcha que vamos á indicar, la cual es la misma que debe adoptarse aunque no haya mas que un trazado para formar idea de su explotacion.

Se formará una tabla elemental de pendientes, velocidades y tiempos tardados en andarlas por una máquina de peso, dimensiones y vaporizacion dadas y con una carga dada tambien.

Para esto pueden seguirse dos métodos; el de verificar el cálculo para un tren de mercancías y otro de viajeros, ó para un tren medio; el primero aunque mas largo, dará mejor idea de la explotacion y servirá para poder determinar las tarifas para uno y otro caso, pues los gastos de explotacion varian tambien.

En cada tren se considera generalmente una carga media, sea de viajeros ó de mercancías.

De este modo se tienen todos los elementos que entran en la fórmula que da la velocidad con una carga dada. En las tablas pueden calcularse las pendientes con diferencia de una diezmilésima en las subidas por ejemplo hasta la del 0,04 y de dos en dos cuando son mas inclinadas, pues son cortas las diferencias que resultan. En las bajadas puede hacerse solo de 5 en 5 cienmilésimas, porque los incrementos de velocidades y tiempo son mayores. Asi se tiene la velocidad en kiló-

metros, leguas etc. etc. por hora, el tiempo en horas por kilómetro ó en general por unidad de longitud.

Los limites de las velocidades que se puede suponer adquiere el tren en las bajadas pueden ser elevados, y tomarse por ejemplo 80 á 85 kilómetros para los viajeros y 50 á 60 para las mercancías.

Obtenidas las tablas elementales se aplican estas al trazado que se considere, formando otras con 7 columnas. En la primera se reunen todas las pendientes del trazado, considerando como una sola longitud todas las que tienen la misma inclinacion tomando las calculadas en la tabla elemental y agregando á la que mas se aproxime las inclinaciones intermedias; en la segunda columna estarán igualmente las velocidades en kilómetros por hora; en la tercera el tiempo por hora y kilómetro; en la cuarta la longitud total de las pendientes de la misma inclinacion, y en la quinta el tiempo tardado en andar cada longitud indicada. Las otras dos columnas contendrán la carga en cada pendiente referida á nivel y las toneladas referidas á un kilómetro y á nivel, teniendo en cuenta la gravedad y rozamiento.

Podrán formarse otras columnas en que se espresen las demas resistencias, tales son las resistencias pasivas y la del aire siendo mas abreviado y suficiente el tomar una velocidad media para calcular esta resistencia. Adoptando velocidades limites como se admiten en la actualidad, no hay necesidad de tener en cuenta la disminucion del trabajo del vapor en las bajadas, como estas no sean de gran pendiente, pues todavía en aquellas habrá que hacer uso del vapor; es decir que no habrá que cerrar el regulador completamente. En el caso de tenerse que apreciar, se calcula la evaporacion poniendo el valor de la velocidad limite; se tendrá asi la evaporacion correspondiente á esta velocidad y restándola de la total, sabiendo el combustible que se gasta para reducir á vapor en un tiempo dado una cantidad dada, se tendrá la disminucion de gasto correspondiente.

Se forman tablas elementales de las curvas, relativas á las velocidades máximas que deberá tomar el tren en ellas (fórmulas de Olivier) y tiempos mínimos. Tendrá 5 columnas, en la primera los radios de las curvas desde el mínimo que se considere hasta el de 900 ó 1000 metros, pues se dijo ya al tratar de las curvas que pasado este límite podían considerarse como rectas. Tomando estos radios de 25 en 25 metros; en la segunda columna la velocidad máxima por hora en kilómetros y en la tercera el tiempo mínimo tardado en cada curva por kilómetro.

Se formarán las tablas de aplicación á los trazados que contendrán en la primera columna la inclinación de pendiente á que corresponde cada radio de curva; en la segunda los radios, en la tercera la longitud de las curvas añadida la parte que se indicó al tratar de estas, en que á la entrada y salida se modifica la velocidad normal; en la cuarta el aumento de tiempo por kilómetro, que resulta de considerarse en línea recta horizontal ó en la curva.

Si la disminución de velocidad que resultase de considerar la curva en línea recta fuese menor que la correspondiente á la pendiente en que está situada, se tomará siempre la mínima, y lo mismo se hará en el caso de ser menor la correspondiente á la curva; la quinta columna contiene el aumento de tiempo total en cada curva en horas, que es el producto de las tercera y cuarta.

Se formará la tabla elemental de las resistencias por el paso de las curvas, también separadamente, para el tren de mercancías y viajeros, como se ha hecho en las demás, que tendrá 2 columnas; en la 1.<sup>a</sup> el radio de la curva en metros, en la 2.<sup>a</sup> la resistencia en kilogramos.

Obtenida esta se forman las tablas de aplicación de 4 columnas, en la 1.<sup>a</sup> el radio, en la 2.<sup>a</sup> la resistencia correspondiente, en la 3.<sup>a</sup> la longitud total de las curvas del radio correspondiente á la columna 1.<sup>a</sup>, y en la 4.<sup>a</sup> la cantidad de trabajo en kilogramos á un kilómetro, con el objeto de poderle añadir, así reducido, al obtenido en los demás cálculos

de resistencias, y que resulta de la multiplicación de la 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> columna.

En los túneles, puentes y viaductos se disminuye la velocidad, por consiguiente también se tendrá en cuenta esto para calcular la pérdida de tiempo que ocasionará. Se supone para el cálculo trenes que marchan sin interrupción.

Verificados los cálculos que anteceden se está en el caso de comparar las dos líneas, pues se tendrá para cada una; las resistencias debidas á la gravedad, al rozamiento, á las curvas, al aire, las pasivas de la máquina y la adicional por la carga en toneladas á un kilómetro á nivel, y el tiempo empleado tanto de ida como de vuelta.

Falta ahora el calcular los gastos de conservación y explotación y fijar las tarifas.

Los gastos de conservación se calculan dividiéndolos en los gastos fijos y gastos variables; los primeros referidos al kilómetro de longitud del camino, y los segundos á tren y kilómetro; y como se habrá calculado la circulación probable de cada línea, y se tiene lo que costará un viaje de cada tren de ida y vuelta, se tendrá el importe del número de trenes que circulan en el año.

A los gastos fijos se añade el interés del capital de establecimiento y el de amortización y se obtienen así todos los gastos del camino. Sabiendo la proporción de los trenes de mercancías á los de viajeros se distribuirá la parte correspondiente á los gastos de explotación y transporte entre los viajeros y toneladas que se han supuesto circular al año. Obtenidos los gastos de conservación y demás que son fijos, así como el interés y amortización del capital empleado en la construcción del camino, se deducen los derechos de *peaje*, y estos unidos á los de transporte fijarán las tarifas.

Puede suceder que la circulación mayor de una línea, compense con tarifas más baratas los gastos de establecimiento y de explotación, aun costando más que otra, y por consiguiente sea más beneficiosa para el público ó vice-versa que, á igualdad de tarifas sea más productiva.

La apreciación del tránsito que podrá desarrollarse en una línea de ferro-carril es imposible calcularle de antemano así es que solo despues de algun tiempo de explotarse, es cuando pueden fijarse tarifas equitativas. Camino se estableció en Inglaterra con el objeto principal de servir al tráfico de mercancías y luego fué mas importante el de viajeros. Tambien se ha visto la incertidumbre que hay en el cálculo de gastos de explotacion; todos los datos empiricos de que hay que valerse solo sirven para formarse una idea de lo que podrá suceder.

P. C. ESPINOSA.

#### REVISTA BIBLIOGRÁFICA

MANUAL DEL INGENIERO, *resúmen de la mayor parte de los conocimientos elementales y de aplicacion en las profesiones del Ingeniero y Arquitecto; comprendiendo multitud de tablas, fórmulas y datos prácticos para toda clase de construcciones, y por separado un atlas de 105 grandes láminas grabadas en cobre. Obra escrita y publicada por D. NICOLAS VALDÉS, Teniente Coronel de Ingenieros. Un gran volúmen en 8.º mayor de 1049 páginas y atlas en 4.º*

Grande es la satisfaccion con que tomamos la pluma para ocuparnos del libro cuyo título precede á estas líneas. Hasta hoy, solo poseiamos en nuestro idioma un corto número de obras, si bien muy apreciables, limitadas á tratar cuestiones especiales de las profesiones del Ingeniero y del Arquitecto; pero careciamos de una que abrazando el vastísimo cuadro de los conocimientos que estas profesiones comprenden, presentase reunidos y en la forma conveniente para facilitar las aplicaciones prácticas, todos los principios, fórmulas y reglas que es necesario tener continuamente á la vista en la ejecucion de los diferentes trabajos á que se dedican el Arquitecto y el Ingeniero.

La obra del Sr. Valdés ha venido á satisfa-

cer esta necesidad, atendida en parte hasta hoy con libros escritos en idioma extranjero; que no todos podian por consiguiente utilizar, y que ademas por escelentes que fuesen, tenian siempre el gravísimo defecto de no estar en armonia con lo que las circunstancias de nuestro pais exigen, careciendo absolutamente de datos relativos á las construcciones hechas en España. El mejor *manual práctico* que conocemos, el *Aide-mémoire de Claudel*, lo mismo que el de Richard y otros muchos que existen de mérito inferior, presenta este vacío, que es inmenso, como lo saben todos los ingenieros y arquitectos que lo han usado en sus trabajos.

No tiene este defecto el libro del Sr. Valdés. Mas completo que los de *Claudel* y *Richard* aun en lo relativo á datos y ejemplos de construcciones extranjeras, presenta de las de nuestro pais cuanto hasta el dia ha podido reunirse. Así, el lector encuentra en él curiosísimas noticias sobre los materiales de nuestras diferentes provincias, y sobre las construcciones mas importantes de todos géneros que se han llevado á cabo en España desde que empezaron á ser conocidos y practicados los adelantos de las ciencias y de las artes, que debe la civilizacion á nuestro siglo.

Para dar una idea á los lectores de la REVISTA del libro que nos ocupa, nada podemos hacer mejor que transcribir algunos párrafos de la *advertencia* impresa en sus primeras páginas. En ellos se vé claramente el objeto que se ha propuesto el autor y el camino que para realizarlo ha creído oportuno seguir. Dicen así:

«Reunir en un solo volúmen los vastos conocimientos que exige la profesion del ingeniero, tratando con un poco de estension las diferentes materias de que se componen, seria con toda seguridad pretender un imposible. Pero si en vez de aspirar á tamaña empresa nos limitamos á ofrecer un cuadro suficientemente claro y preciso de las reglas teóricas y prácticas, creadas á fuerza de profundas meditaciones y observaciones comprobadas experimentalmente por los grandes Maestros de la ciencia, no tiene duda que podrémos presentar en breve espacio un resúmen de soluciones, que marcando el camino que se deba seguir en todas ó la mayor parte de las aplicaciones fisico-matemáticas,