

La función ε difiere ahora evidentemente de la del caso anterior. Se han determinado los valores para diferentes alturas, así como los de $5 \log \varepsilon$.

Estos valores dan una nueva escala de ε . Reemplazando por esta nueva escala la de la plancheta anterior, podrán construirse planchetas para los dos tipos de ovoides de las figuras 4 y 5. La construcción de todas estas planchetas, así como las tablas que nos dan los distintos valores de ε , $5 \log \varepsilon$ en los tres casos considerados para valores dados de $\frac{h}{D}$ pueden verse en el estudio publicado por el autor en los *Annales des Travaux Publics* de Bélgica.

Abaco de gasto.—Para los conductos circulares el valor de S de la ecuación (4) se escribe:

$$S = \frac{D^2}{4} \left(\frac{\varphi}{180} \pi - \text{sen } \varphi \right) = \theta D^2$$

La manera de construir los perfiles 4 y 5 demuestra que tendremos igualmente para estos perfiles

$$S = \psi D^2$$

El razonamiento que sigue se aplicará entonces a los tres perfiles estudiados. La ecuación (4) se puede escribir así:

$$Q^7 = \varepsilon^5 D^5 \left(\frac{J}{a} \right)^4 \theta^7 D^{14} = \varepsilon^5 \theta^7 D^{19} \left(\frac{J}{a} \right)^4 \quad (8)$$

Procediendo como anteriormente para el abaco de las velocidades media, construyamos el abaco de la fórmula

$$7 \log Q = 19 \log D + 4 \log \frac{J}{a} \quad (9)$$

Esta fórmula es análoga a la fórmula (6). Podremos representarla por un abaco semejante. Tomemos para $19 \log D$ el módulo $\frac{15}{19}$ cm. y para $4 \log \frac{J}{a}$ el módulo $\frac{3}{2}$ cm.; en este caso las graduaciones son idénticas a las del caso anterior y conserva-

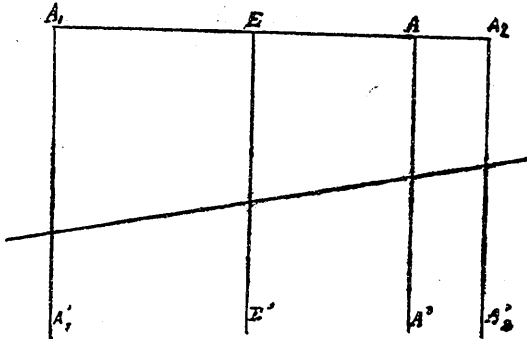


Fig. 6.ª

remos los mismos ejes A_1, A_1' y A_2, A_2' (fig. 6). El eje sobre el cual contaremos $7 \log Q$ será EE' , tal que

$$\frac{EA_1}{EA_2} = \frac{\frac{15}{9}}{\frac{3}{2}} = \frac{10}{19}$$

y el módulo será

$$v = \frac{15}{29} \text{ cm.}$$

Si ahora volvemos sobre la fórmula (8), ésta se puede escribir:

$$7 \log Q - (5 \log \varepsilon + 7 \log \theta) = 19 \log D + 4 \log \frac{J}{a} \quad (10)$$

y vemos que podríamos todavía, con ayuda de una plancheta móvil, como para el caso de las velocidades, encontrar fácilmente el gasto para una altura dada de agua cualquiera, en los tres casos estudiados.

En las mismas tablas a que antes hemos hecho referencia figuran para los distintos valores de $\frac{h}{D}$, los valores de $\theta 7 \log \theta$, y $5 \log \varepsilon + 7 \log \theta$.—O.

SUSTITUCIÓN DE LA TRACCIÓN DE VAPOR

POR LA TRACCIÓN ELÉCTRICA

El estudio de que vamos a dar cuenta á continuación es un estudio económico llevado á cabo por el Ingeniero de Puentes y Calzadas M. P. Dumas, referente al cambio de sistema de tracción en una longitud de 22^k, 649 m., entre las estaciones de Saint-Georges-de-Commiers y la Matte-d'Aveillaus, en el ferrocarril de vía estrecha de Saint-Georges-de-Commiers á la Mure (Isère), y que puede servir de norma en estudios análogos, razón por la cual nos ha parecido conveniente publicarle.

Dicho estudio se presenta bajo forma de anteproyecto y ha permitido á su autor formular conclusiones precisas sobre el asunto.

ANTEPROYECTO

EVALUACIÓN DEL TRÁFICO

Tomaremos por el ejemplo el año de 1903.

Cálculo del tonelaje bruto.—La estadística acusa para este año:

1.460 trenes mixtos.

2.193 trenes de mercancías.

Los trenes mixtos que remolcan 60 toneladas comprenden por término medio 5 coches de viajeros, 43 toneladas. Quedan, pues, en la composición de estos trenes 17 toneladas de pequeña velocidad, material y mercancías. Pero tenemos 4 trenes mixtos, lo que da por año un tonelaje de peso muerto y viajeros igual á 43×4

$\times 365$ toneladas..... 62.780
y en material de P V y mercancías un peso muerto y vivo de $17 \times 4 \times 365$ toneladas..... 24.820

Nuestros trenes de mercancías se dividen en dos categorías: los que remolcan 60 toneladas (locomotoras números 1 y 10), y los que remolcan 75 toneladas por término medio (locomotoras números 11 y 12).

Tenemos 2.193 trenes de mercancías para 300 días de trabajo, ó sean $\frac{2.193}{300}$ por término medio

7 trenes $\frac{31}{100}$ por día.

Se puede estimar en 2 trenes impares por día por término medio, ó sean $2 \times 7 \times 300$ toneladas= 45.000 el tonelaje referente al número de trenes remolcados por las máquinas 11 y 12 en 1903.

Quedan, pues, 5 trenes $\frac{31}{100}$ á 60 toneladas, ó sea

por año $\frac{531 \times 60 \times 300}{100} = \dots\dots\dots$ 95.580

Por consecuencia, el tonelaje total á partir de Saint-Georges es de toneladas..... 228.180

Cálculo del peso muerto referente á los transportes PV.—De donde es necesario deducir, para conocer el número de vehículos PV remolcados en el año, el tonelaje siguiente:

1.º El peso de los viajeros y coches, ó sea toneladas.....	62.780
2.º El tonelaje de mercancías transportadas representado por toneladas.....	24.000
Sea en total.....	86.780
Resta un tonelaje de peso muerto igual á toneladas.	141.400

Determinación del número de vehículos PV.—La media del peso de un vehículo es de 54,1; por tanto, el número de vehículos á la partida de Saint-Georges-de-Commiers será de $\frac{1.414.000}{51} = 27.725$ vehículos. Esta cifra se separa poco de la de 27.640, acusada por otra estadística.

Por otra parte, el tonelaje en la bajada para el año 1903 ha sido de 229.000 toneladas transportadas por los 27.725 vehículos, ó sea un tonelaje medio por vehículo de $\frac{229.000}{27.725} = 8,2$, cifra que se separa poco de la realidad.

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE TRENES ELÉCTRICOS NECESARIOS PARA ASEGURAR EL TRÁFICO PROBABLE

Suponemos locomotoras eléctricas que remolcan 120 toneladas.

Evaluación teórica.—Conservando nuestros cuatro trenes mixtos, los datos anteriores nos conducen á considerar en la composición á 120 toneladas, un tonelaje diario de $(120 - 43) \times 4 = 308$ toneladas de material y mercancías PV, ó sea por año $308 \times 365 = 112.780$ toneladas. Sumando el tonelaje de coches y viajeros que es de 62.420

Resulta un total de toneladas de 175.200 quedan todavía $228.180 - 175.200 = 52.980$ toneladas de material PV y mercancías á remolcar por trenes de mercancías.

Cada tran de mercancías puede remolcar anualmente 120 toneladas $\times 300$ días = 36.000 toneladas; dos trenes serán, pues, teóricamente suficientes.

comotoras eléctricas un nuevo tonelaje de 15 á 18.000 toneladas procedentes de un ramal industrial, cuya construcción se terminará pronto.

Por estos motivos, tres trenes de mercancías deben ser provistos y el personal que se ponga en servicio podrá, si es preciso, asagurar un cuarto tran de mercancías en el periodo más activo del tráfico, sin aumento de gastos.

Repartición del tráfico.—En resumen, nos parece indispensable prever hoy un tráfico de cuatro trenes mixtos, cuya utilización responderá muy probablemente:

- Sin tren facultativo, al tráfico mínimo de los mínimos.
- Con un idem id., al idem id.
- Con dos idem id., al idem medio.
- Con tres idem id., al máximo.
- Con cuatro idem id., al idem id. de los máximos.

Si se busca una analogía en el servicio actual de vapor, se la encontrará verdaderamente en la marcha á 3, 5, 7, 9 ó 11 trenes, en tanto que se marcha generalmente á 3, 6, 9 ó 10 trenes. Se tendrá, pues, más elasticidad en la repartición del tonelaje, al mismo tiempo que un aumento muy notable de la capacidad de tráfico.

ESTABLECIMIENTO DEL GRÁFICO DE MARCHA

El gráfico de marcha correspondiente (servicio de invierno) puede establecerse como indica la fig. 1.

Los trazos gruesos representan los trenes mixtos, cuya posición, regulada por las correspondencias en el punto de empalme (Saint-Georges de Commiers), es invariable.

En cuanto á los trenes de mercancías, representados por los trazos finos, su posición no está solamente subordinada á las necesidades de los cruzamientos, sino también á la potencia de la estación generatriz.

Potencia de la estación generatriz.—Si el grupo generador se establece para la circulación de una sola locomotora, en plena carga, no se puede admitir, en efecto, dos ascensiones simultáneas. Tampoco se puede admitir el funcionamiento simultáneo de un tren impar y de un tren par en maniobra ó circulando sobre el tramo horizontal de una estación.

Tal será, por ejemplo, la regla á la cual habrá de sujetarse, si el grupo generador actual ha de hacer frente á la tracción eléctrica futura. El gráfico que examinamos responde á esta consideración.

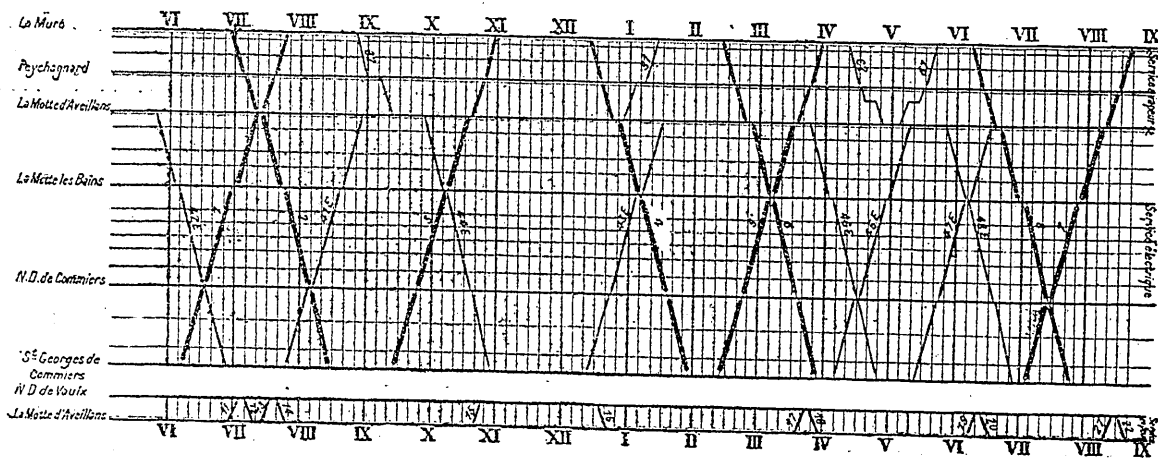


Fig. 1.º

Evaluación práctica.—Pero, en efecto, esto no puede ser así, porque es necesario observar:

Que los trenes mixtos no podrán siempre, notablemente los domingos y días feriados, arrastrar el tonelaje completo.

Que el año 1903 ha tenido una disminución de 30.000 toneladas en la bajada sobre 1902, y que hay que tener en cuenta un aumento más bien que una disminución en el tráfico ordinario.

Que tendremos, en fin, en la época de la explotación con lo-

Pero es visible que en la práctica una explotación así limitada carece de elasticidad, aun suponiendo que las locomotoras eléctricas futuras admitan una cierta variación de velocidad.

Citemos algunos ejemplos:

1.º El tren 6 debe dejar un vagón en la Motte-les-Bains. La maniobra deberá proceder á la salida del tren 5, que sufrirá retraso. El retraso será aún más considerable para una maniobra en el ramal de Cravaison.

2.º El tren 5, que debe tomar la correspondencia P. S. M., podrá partir á 2 horas 47 minutos, con 22 minutos de retraso.

3.º El tren 45 se retrasa 20 minutos.

Para evitar dos ascensiones simultáneas, es necesario retrasar por consecuencia el 47. Pero entonces este retraso repercute en el tren 8, después en el tren 7, y se llegará al caso de suprimir el grupo 47-48, lo que será un grave inconveniente.

Se podrían multiplicar los ejemplos, de donde se saca en conclusión que el movimiento no puede asegurarse prácticamente con un grupo generalmente de simple potencia.

Todo lo más que puede hacerse es admitirle como un grupo de recambio. Además, puesto que un grupo de recambio es evidentemente indispensable en caso de avería, el aumento de precio por un grupo generador de potencia doble no es tal que pueda influir sensiblemente en el precio del kilowathora.

Por tanto, la nueva marcha deberá hacerse con un grupo reforzado, y veremos después las consecuencias que resultan desde el punto de vista de la capacidad del tráfico.

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE MÁQUINAS Y DEL PERSONAL DE MANIOBRA

Hemos proyectado una combinación de mecánicos y electromecánicos correspondiente al gráfico precedente; esta combinación está representada después del gráfico.

En cuanto al personal, son estrictamente indispensables tres brigadas de electromecánicos.

Hay necesidad también de reservar de personal, tanto para las máquinas de vapor como para las eléctricas.

ECONOMÍAS PROBABLES EN LOS GASTOS DE EXPLOTACIÓN

Examinaremos sucesivamente los diferentes servicios.

Explotación.—El gráfico de marcha (fig. 2) demuestra la necesidad de tres brigadas, una de tres agentes en Saint-Georges, y las otras dos de dos agentes en la Motte-d'Aveillans y la Mure.

Con este personal, y utilizando algunas veces el personal equipo de la estación d'Aveillans, se pueden dotar de tres agentes todos los trenes eléctricos, como es conveniente para satisfacer las prescripciones del art. 15 del Reglamento general de explotación núm. 3, que prescribe un agente por siete vehículos con freno continuo.

Resulta una economía de tres agentes con relación al servicio actual, ó sean próximamente $3 \times 1.500 = 4.500$ francos; los gastos accesorios permanecerán los mismos.

Material y tracción.—Examinemos desde luego la cuestión del combustible.

El consumo en 1903 alcanzó á la cifra de 1.834.346 kilogramos para un recorrido kilométrico de 171.896 kilómetros (tra-

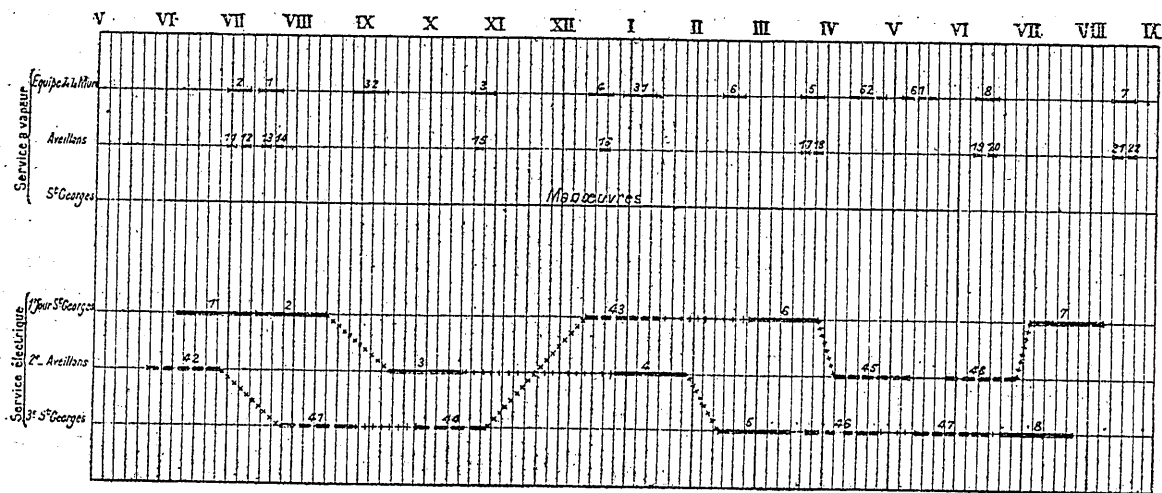


Fig. 2.ª

Locomotoras de vapor.—Existen cinco locomotoras de vapor, tres en servicio, una de reserva y una en reparación. Las tres en servicio exigirán equipos de maniobra semejantes á los equipos electromecánicos.

Estas tres máquinas son, por otra parte, indispensables, lo mismo que las dos en reserva ó reparación.

Locomotoras eléctricas.—La rodadura se establece por tres locomotoras en marcha simultánea.

Se puede realizar el mismo servicio con dos máquinas como lo indican los trazos ***. Pero es necesario también observar que un semejante servicio estará notablemente cargado, puesto que él exige ocho viajes, ó sea un recorrido diario total de $8 \times 23 = 184$ kilómetros, mitad de subida, mitad de bajada. Además, la marcha no se interrumpe, particularmente entre una y ocho de la tarde.

Es verdad que este servicio total corresponde á los puntos extremos del tráfico, que son poco frecuentados, pero tendrá lugar, sin embargo, algunas veces.

Por medida de prudencia, pensamos que ha lugar á considerar tres locomotoras eléctricas en servicio; es necesario, naturalmente, tener una en reserva y otra en reparación, lo que conduce á cinco el número total de locomotoras eléctricas necesarias.

nes mixtos y trenes de mercancías entre Saint-Georges y la Motte); sea por término medio:

$$\frac{1.834.346}{171.896} = 10^k,962 \text{ por tren-kilómetro.}$$

Á razón de 32 francos la tonelada (aglomerados de hulla de primera clase, precio del año 1904), el gasto correspondiente es de $10,962 \times 0,032 = 0,35$ francos, y para la distancia de 6^k,635 que separa las dos estaciones de la Motte-les-Bains y la Motte-d'Aveillans, entre las cuales se practican los ensayos de tracción eléctrica, de $6,635 \times 0,35 = 2,32$ francos.

Este gasto corresponde á la ascensión del tren normal actual de 60 toneladas. Resulta, que la ascensión de 120 toneladas entre estas dos mismas estaciones, y el descenso á plena carga de dos trenes correspondientes, arrastra un gasto de $4 \times 2,32 = 9,28$ francos. Pero, la misma operación arrastra eléctricamente un consumo de 120 kilovatios para 120 toneladas. Esta cifra ha de llevarse á 130 kilovatio-hora para 120 toneladas, ó sea á razón de 0,045 francos (precio ya admitido para el porvenir por el proveedor de energía), un gasto de $130 \times 0,045 = 5,85$ francos.

La economía correspondiente será, pues, de $\frac{3,43}{9,28} = 37$ por

