

nerales a lo más de 35 Kilómetros por hora podemos adoptar como suficientes para las necesidades del tráfico en la línea que proponemos una velocidad media efectiva de 20 Kilómetros para los trenes de viajeros y mixtos y 15 para los de mercancías aumentando o disminuyendo esta en las diferentes pendientes de la línea para obtener dicha velocidad según la mayor o menor inclinación de aquellas.

Hemos dicho también que los motores de gran peso y gran fuerza para la tracción en pendientes rápidas serian caros y costosos para la explotación hemos tenido en cuenta estas razones para adoptar como pendiente máxima la de 25 milésimas en donde el haberla disminuido nos hubiera producido un aumento de gastos considerable y dado el tráfico actual imponiendo ha de crecer hemos adoptado para el proyecto las Maquinas-Tender de 6 ruedas acopladas de:

- 16 toneladas de peso; vacías
- 21 id id con las provisiones
- 4^{m²}, 57 de superficie en el hogar
- 42^{m²}, 30 id en los tubos

2^m, 25 distancia de eje a eje de las ruedas extremas.

0^m, 900 de diametro de las ruedas

0^m, 320 de id de los cilindros

0^m, 460 carrera del piston

Con estos datos y haciendo uso de la fórmula de Harding teniendo en cuenta tan solo las pendientes

$$R = 2,72 + 0,094 V + \frac{0,00484 N \cdot V^2}{T} + h$$

en la que el primer término independiente de V. corresponde a las resistencias debidas a los rozamientos de las ruedas sobre los carriles y de las mangue-
tas de los ejes en los cojinetes. El segun-
do, función de la velocidad tiene en cuen-
ta las resistencias debidas a los choques,
vibraciones y movimientos anormales;
y finalmente el tercer término en
función del cuadrado de la velocidad
en la cual N. representa la sección
a la resistencia del aire nos da esta
resistencia.

Esta fórmula con los tres
primeros términos nos da la resisten-
cia de un tren conociendo su peso y
la velocidad media de la marcha y
añadiéndole h. con el doble signo ten-
dremos introducida en esta fórmula

Las resistencias que producen las pendientes. Este valor de la h . se ha obtenido considerando que el peso del tren tiene una componente paralela a' la via que se suma o' se resta segun la pendiente sea ascendente o' descendente. Esta componente se ha obtenido multiplicando el coeficiente de inclinacion por el peso siendo este coeficiente la relacion entre los catetos vertical y horizontal del triangulo rectangulo cuya hipotenusa es la rampa. Asi la inclinacion es de h . milímetros por metro el coeficiente es $\frac{h}{1000}$ y siendo T . el peso del tren la resistencia debida a' la gravedad en las rampas sera h . Kilogramos por toneladas de peso.

No queda más que determinar el valor de T . que lo haremos despues de calcular la resistencia de las curvas al movimiento para completar esta fórmula con aquella resistencia. Unicamente observaremos que el valor límite superior de las rampas para una locomotora dada es obtenido por la fórmula

$$h = \frac{p' f}{\sqrt{p^2 + p'^2}}$$

y como $p = p'$ en el caso presente por tener sus ruedas acopladas

$$h = \frac{f}{\sqrt{1+f^2}}$$

y dando a la f el valor medio de $\frac{1}{4}$, h sería igual a 0^m.140 es decir que toda locomotora de adherencia completa que tenga por consiguiente sus ejes acoplados no podría salvar rampas de 140 milímetros en adelante; límite dentro del cual nos encontramos por exceso.

La distribución que hemos hecho de las rampas ha sido teniendo en cuenta que la suma de las alturas, subidas no exceda de la diferencia entre los dos puntos extremos es decir no perder altura. Que sean uniformes y continuas las pendientes desde el punto más bajo al más alto empleando en cuanto el terreno lo ha permitido las mayores al principio de la subida decreciendo hasta el punto más alto y procurando pasar las obras de fábrica especiales en horizontal y que esta se prolongue de uno y otro lado de estas obras en una extensión suficiente para que todo el tren se encuentre en esta horizontal antes de entrar en los puentes.

Consideraciones generales sobre los radios de las curvas y límite inferior aceptado para las mismas. Otra de las resistencias que ha de vencer el motor en su marcha es la debida a la que oponen las curvas, tanto por la tendencia de dirigirse al centro de las mismas y que produce mayores rozamientos de las ruedas contra los carriles como porque la fuerza de tracción es oblicua resulta de consideración esta resistencia y está limitada por la velocidad y el radio de las curvas, pero la disminución de este último es uno de los medios más eficaces de reducir la cantidad de obra. Cuanto más pequeño sea este radio más fácil es adaptar la traza de la línea a la superficie natural del terreno y por consiguiente son menores las operaciones de transformación que hay que hacer en dicha superficie para obtener la explanación del camino.

Difícil ó mas bien imposible parece el determinar en general la influencia que el radio fijado para las curvas tiene en el coste de establecimiento de un ferro-carril por el gran número de circunstancias diversas y hasta contradictorias

que en cada caso pueden presentarse. Comprendese sin embargo facilmente que esa influencia debe ser siempre de gran importancia considerando cuán raros son los terrenos en que, ya las undulaciones de la superficie, ya los desniveles ó los accidentes de varios géneros no obliguen con frecuencia á quebrar la dirección de la línea en busca de un desarrollo que permita disminuir la inclinación ó salvar obstáculos que de conservar la dirección recta haria preciso la construcción de obras muy costosas. Ahora bien si la unión de dos alineaciones rectas se hace por curvas de gran radio por pequeños que sean los accidentes de la localidad el cambio de dirección de la línea solo puede evitar en parte los inconvenientes indicados y cuando el pais es montañoso, cuando la traza ha de seguir por necesidad el curso de un rio tortuoso y de quebradas laterales surcadas por afluentes de pequeña amplitud el número de obras y la magnitud de los

movimientos de tierras pueden tomar proporciones colosales.

Las circunstancias que acabamos de indicar las reunimos todas en nuestro proyecto pues tenemos que atravesar casi perpendicularmente las divisorias y cursos de los rios teniendo que aprovechar para el paso de aquellas las laderas de las vertientes que forman las estrilaciones de las divisorias muy irregulares por los barrancos y vertientes que a su vez estas estrilaciones forman entre si, principalmente en la tercera seccion donde hay que plegarse a la ladera del arroyo de Colmenar. Sin embargo a pesar de todas estas razones hemos fijado el limite de 150 metros para el radio de nuestras curvas habiendo ^{podido} reducirle mucho más haciendo uso de un material móvil ya de ruedas articuladas, ya de sistema americano en que los vehiculos de transporte descansan sobre trenes independientes, en que cada par de ruedas giran al rededor de un eje vertical indepen

diente una de otra, pero todos estos mecanismos complicados dan lugar a movimientos bruscos que deterioran el mecanismo al mismo tiempo que la vía son de difícil composición y a costa de la velocidad de modo que a no ser que una imperiosa necesidad obligue a usarlos lo cual no sucede en nuestro proyecto deben aceptarse y como con el material propuesto queda sobradamente inscripto el rectángulo de las ruedas y wagones para los radios límites adoptados estamos en los admisibles para las curvas.

Hechas estas consideraciones paremos a determinar las resistencias de las curvas a la tracción.

Hemos dicho que para completar la fórmula de Harding era preciso introducir el término correspondiente a esta para lo cual iremos entrar en más consideraciones y tomando los datos de la experiencia representando por h el valor correspondiente para la resistencia de la curva de 150 metros de

radio la fórmula referida sería:

$$R = 2,72 + 0,094V + \frac{0,00484 \gamma_6 \cdot V^2}{T} + h + h'$$

En esta fórmula donde substituiremos a' N , V , h , y h' está en función de T , pero que es necesario determinar para lo cual teniendo el valor de la resistencia en Kilógramos por tonelada de peso la resistencia total siendo T el peso del tren será $T \cdot R$, y como el esfuerzo de tracción ha de ser igual a' la resistencia total tendremos llamando F a' esta resistencia

$$F = T \left(2,72 + 0,094V + \frac{0,00484 \gamma_6 \cdot V^2}{T} + h + h' \right)$$

de donde se deduce el valor de

$$T = F - \frac{0,00484 \gamma_6 \cdot V^2}{2,72 + 0,094V + (h + h')}$$

y siendo $F = 1890$ substituyendo los valores de N , V , h , y h' tendremos para $T = 133$, toneladas y restando el peso de la Máquina-tender que es de 21 tendremos potencia de arrastre de 112 toneladas, habiendo substituido por $N = 5$, $V = 15$, $h = 6$, $h' = 4$, lo que nos da' para la resistencia a' la tracción

$$R = 16,9105$$

Siendo el peso de los wagones

que se proponen término medio de tres toneladas un tren formado de 10 wagones y de 6 toneladas de carga cada uno sería de 90 toneladas para el arrastre de modo que aun suponiendo que el tráfico aumente de lo que hemos calculado con dos trenes diarios de mercancías puede cubrirse el servicio de explotación.

Para determinar el de viajeros no hay más que sustituir en la fórmula anterior $V=20$ y vemos que nos da 108 toneladas para el arrastre cantidad excesiva para un tren de viajeros aun que aumente su número considerablemente; de modo que para que la explotación se haga en las condiciones más económicas posibles deben ser los trenes para viajeros mistos y un solo tren en cada sentido al día.

Sistema adoptado para la vía.

El sistema de vía que se propone vamos a examinarlo estudiando separadamente sus elementos para deducir despues las razones que nos han hecho adoptarlo.

Rails.

Se propone el rails de acero Bessemer sistema Vignoles de 20,295 K^g