

del jefe de estación, telégrafos, inspección del Gobierno, lampistería y caloríferos.

La cubierta del pabellón central será metálica y quedará constituida por una serie de cerchas de celosía, á las que se unen dos series de viguetas, de las que la superior forma el piso de la azotea y la inferior el cielo raso de las viviendas del piso principal. La separación que queda entre este cielo raso y la azotea llena el doble objeto de que no resulte exagerada la altura del techo en la planta principal y el de interponer una capa de aire que preserve á dichas habitaciones del excesivo calor que tanto se siente en aquella localidad.

Los pabellones laterales tienen por cubierta azoteas de hormigón armado que han sido ejecutadas por la Sociedad Anónima de Sestao y que están constituidas por una serie de vigas transversales, colocadas en confrontación de los centros de los entrepaños de las puertas y por un forjado de piso recubierto con una capa de asfalto.

Las pruebas de resistencia de estas azoteas, realizadas con una sobrecarga de 400 kilogramos por metro cuadrado, mantenida durante setenta y dos horas, y que resultó aumentada hasta en un 20 por 100 en algunas horas por el agua de lluvia, dieron un resultado excelente, toda vez que la flecha máxima que se observó en los momentos de mayor lluvia y viento fuerte fué la de 4,4 milímetros, menor que $\frac{1}{2.000}$ de la luz, desapareciendo por completo al quitarse la carga de prueba.

Estación de mercancías.—La estación de mercancías está formada por seis vías, que eran las que constituían la antigua estación; habiendo sido modificado y rectificado su trazado y prolongadas por el lado de la entrada de la estación. El empleo de cambios dobles para su unión ha hecho aumentar de un modo muy apreciable la longitud útil de estas seis vías.

Utilizando el espacio que queda disponible entre los muelles de pequeña velocidad y el nuevo edificio de viajeros, se han establecido tres vías con amplios patios para la carga y descarga directa de carro á vagón.

Las vías del servicio de mercancías se enlazan por medio de otras dos normales á ellos con placas giratorias. La última vía del patio de mercancías tiene comunicación con las de la estación de viajeros por medio del carretón transbordador y por medio de una vía de escape; con lo que pueden facilitarse de un modo apreciable las maniobras que tengan que hacerse para la traslación de vagones de una á otra estación.

En el lugar que ocupaban los antiguos muelles de la estación se ha construido un muelle cubierto de 64^m, 75 de longitud y 10 metros de ancho, y también se ha establecido un muelle descubierto de 40 metros de longitud. El antiguo edificio de viajeros se convertirá en otro muelle cubierto, del que se destinará una parte á la factoría de pequeña velocidad.

Puesto de enclavamientos.—Para asegurar el paso de los trenes y maniobras se ha instalado en el cambio de entrada de la estación un puesto de enclavamientos mecánicos, desde el que se maniobran, además del indicado cambio, el disco avanzado de la estación y otro de parada absoluta, repetidor del mismo; así como otros dos, también de parada absoluta, destinados á autorizar ó impedir la salida de los trenes de viajeros y mercancías respectivamente.

Conjugado con el cambio de entrada se ha instalado también un semáforo de dos brazos, indicador de posición de las agujas y que hace saber al maquinista que conduce el tren si el cambio está preparado para uno ú otro de los dos grupos de vía.

Estado actual de las obras.—La ejecución de los trabajos necesarios para el establecimiento de esta estación definitiva fué comenzada en el año 1903 por la construcción del nuevo muelle cubierto de mercancías; y en el mismo año se dió principio también á la cimentación del edificio de viajeros, que ha ofrecido dificultades considerables por los agotamientos que ha sido necesario llevar á cabo.

Terminada la construcción de los dos cuerpos laterales del

nuevo edificio de viajeros, así como la colocación de las vías correspondientes y el puesto de enclavamientos, ha sido ya establecido en aquéllos el servicio de viajeros en Julio de 1906, dando á dichos cuerpos laterales una distribución provisional, en tanto que se termina el cuerpo central del edificio. El estado de adelanto de la construcción de este último permite anunciar que se podrá prestar el servicio completamente definitivo, con arreglo al proyecto total, á mediados del corriente año de 1907.

Después de establecido el servicio de viajeros en las vías del haz respectivo, ha sido dada á las vías de mercancías su disposición definitiva con sujeción al proyecto y se dispone la habilitación del antiguo edificio de viajeros para muelle de mercancías; hallándose también en curso de ejecución avanzada el depósito de máquinas.

Coste de las obras.—Estimando con suficiente aproximación el importe de los pocos trabajos que faltan por ejecutar, pueden quedar evaluados los gastos ocasionados con la construcción de esta estación en la forma siguiente:

	Pesetas.
Adquisición de terrenos.....	37.000
Obras de explanación y desagüe.....	134.000
Vías (modificación y ampliación y puesto de enclavamientos).....	130.000
Edificio de viajeros (comprendidas las marquesinas).....	733.000
Muelles de mercancías.....	77.000
Afirmado de patios y aceras.....	21.000
Depósito de máquinas ..	70.000
Total.....	1.202.000

LA MANO DE OBRA EN LA CONSERVACIÓN DE UNA VÍA FÉRREA

POR

D. LUIS OLANDA

Ingeniero de Caminos de la 1.ª circunscripción de la Compañía de Caminos de Hierro del Norte.

Para la buena conservación de una vía hay que tener presente dos factores de suma importancia, á saber: la mano de obra y el material empleado. Estos dos factores necesitan guardar en sus proporciones la debida armonía, de tal modo que el esfuerzo personal sea justamente el suficiente para el buen empleo de los materiales, pues si es pequeño, se utilizan éstos mal, y si grande, se convierte en pura pérdida el exceso.

De aquí nace la necesidad de estudiar detenidamente, brigada por brigada, el trabajo que cada una debe absorber, y que dará por consecuencia la cuantía de la mano de obra.

En este trabajo hay que distinguir el que es preciso desarrollar á causa de las condiciones fijas y permanentes que definen cada brigada, tales como la longitud de la vía general, la de las vías de estaciones, el número de aparatos de vía, la clase de alineaciones, etc., etc., del que tiene por base exigencias del momento, tales como la frecuencia de temporales, nevadas é inundaciones, mala calidad del balasto, número excesivo de traviesas malas y todo lo que puede ser accidental y transitorio. Es natural que el primer trabajo lo efectúe personal fijo, y el segundo personal auxiliar.

Sólo trataremos en este artículo del personal fijo, pues del auxiliar no se pueden dar reglas generales, sino que en cada caso especial se organizará según las circunstancias.

Dividida una línea en trozos ó brigadas, cuyas longitudes respondan á necesidades de situación de viviendas, pasos á nivel, longitud de cantones de los Sobrestantes ó asentadores, etc., es necesario calcular el número de agentes que cada una debe tener en función de los diversos elementos que contiene, siendo,

pues, imprescindible para hacer este cálculo definir una unidad de medida del trabajo y referir á ella todos los demás elementos.

Los Ingenieros belgas toman por base de sus medidas el trabajo necesario para conservar un kilómetro de vía general; pero conceptuamos esta medida poco precisa, y nosotros adoptaremos como unidad el *trabajo necesario para conservar en condiciones normales un kilómetro de vía general en alineación recta.*

Con esta unidad mediremos el trabajo para conservar la vía general según las curvas de diversos radios, la conservación de una doble vía, la de las vías de las estaciones y la de los aparatos de la vía, tales como cambios, placas giratorias, etc., etc.

Medido, pues, todo el trabajo de cada brigada con esta unidad, fácil es, una vez que se establezca cuántos agentes son necesarios para la unidad, saber los que se necesitan para la brigada.

Trabajo en las alineaciones curvas.

En una alineación curva el trabajo de reacción de los carriles sobre las ruedas de los vehículos es mayor que en una recta, y es tanto más grande cuanto menor sea el radio de la curva.

En efecto, en una alineación recta en vía ancha y con carriles inclinados $\frac{1}{20}$ el peso de los vehículos queda descompuesto en dos componentes que, concurriendo á 17,30 metros por encima del plano de la cabeza de los carriles, tienen su dirección según el alma del carril, y si éstos están bien colocados y la traviesa bien bateada, sólo habrá en el carril esfuerzos cortantes y momentos flexores normales á su dirección é independientes de la velocidad de circulación de los vehículos; pero en una curva, como hay que inclinar la traviesa con los carriles lo suficiente para evitar que los vehículos salgan por el carril exterior, resulta que la vertical del centro de gravedad ya no concurre con la dirección de las almas de los carriles, y se da, por tanto, nacimiento á un par de rotación que tiende á girar el vehículo hacia el interior de la curva, y por tanto haciendo que los carriles tiendan á volcarse en ese mismo sentido; únicamente en los momentos en que la velocidad de los trenes sea tal que la fuerza centrífuga desarrollada origine otro par de rotación igual en intensidad al anterior, es cuando el carril no sufrirá esfuerzos que tiendan á volcarlo.

Así resulta que en las líneas de vía única con fuertes pendientes, como ocurre frecuentemente en España, como la velocidad de los trenes ascendentes es más pequeña que la de los descendentes, los trenes que suben inclinan los carriles (sobre todo el carril bajo) hacia el interior de la curva, y los trenes que bajan son los que menos perjudican á la vía á pesar de su mayor velocidad. De aquí deducimos que en los trazados en curva y en pendiente si se tiene doble vía conviene dar al carril bajo de la vía ascendente una inclinación mayor del $\frac{1}{20}$, que invariablemente se da hoy á todos los carriles.

Consecuencia de esto es la continua rectificación que hay que hacer en las curvas, no sólo de nivelación, sino de sobreancho y recajeado, y como es natural la mayor destrucción mecánica de la madera.

Con una circulación de 60 trenes diarios son necesarios dos levantes anuales para el arreglo de la nivelación, ripado y bateado de una curva de 300 metros de radio, y sólo se necesita uno para una alineación recta. Además, como la renovación de la madera y su recajeado es más frecuente en la curva que en la recta pudiendo calcularse en $\frac{1}{3}$ más, se puede apreciar que el trabajo de conservación de una superestructura curva de 300 metros de radio equivale á 2,20 el de una recta.

Mas como el trabajo de la infraestructura, ó sea el de la conservación de la explanación, es igual en una que en otra alineación, y este trabajo es próximamente la mitad del de conservación de la superestructura en el caso de ser recta, resulta que tenemos las siguientes ecuaciones, en las que llamamos T' , e y v á los trabajos totales, de las explanaciones y de la vía pro-

piamente dicha para alineaciones rectas y las mismas letras con acento para las curvas:

$$T = e + v; T' = e' + v'$$

$$e = e' = 0,50 v, v' = 2,20 v$$

y por tanto

$$T = 1,50 v, T' = 2,70 v$$

y

$$\frac{T'}{T} = \frac{2,70}{1,50} = 1,80$$

es decir, que el trabajo total que exige un kilómetro en curva de 300 metros de radio es equivalente al que exige 1.800 metros de recta.

Para poder generalizar estos resultados, expresaremos el valor de v' en función de v del radio r de la curva y del número de trenes c que circulen por ella.

Este valor de v' tendrá la forma

$$v' = v \left(1 + \frac{m c}{r} \right)$$

en la que el coeficiente m depende del peso de los trenes, sus velocidades y otros factores.

Reemplazando este valor en la relación de trabajos, tendremos

$$\frac{T'}{T} = \frac{0,50 v + v \left(1 + \frac{m c}{r} \right)}{0,50 v + v} = \frac{1,50 + \frac{m c}{r}}{1,50}$$

De los datos de trabajos que se registran en la Compañía de caminos de hierro del Norte de España, hemos deducido que al coeficiente m puede dársele el valor de 6, y que, por tanto, la fórmula aplicable para todas las curvas y todo número de trenes, es

$$\frac{T'}{T} = \frac{1,50 + 6 \frac{c}{r}}{1,50} = 1 + 4 \frac{c}{r}$$

Con un tráfico de 60 trenes diarios se tiene, aplicando esta fórmula, que la relación de trabajos es:

Para curvas de	300 metros de radio.....	1,80
—	400 —	1,60
—	500 —	1,48
—	1 000 —	1,24
—	1.500 —	1,16
—	2.000 —	1,12
—	3.000 —	1,08

Trabajo en la doble vía.

Un trazado en doble vía exige para la conservación por unidad kilométrica menos cantidad de mano de obra que un doble kilómetro de vía única, pues en la doble vía se reduce á la mitad el trabajo de conservación de la explanación, además del menor recorrido que diariamente hay que hacer en personas y materiales. La Compañía del Norte tiene entre Madrid y Villalba, en terreno quebrado, doble vía, y se observa que en brigadas de 7 000 metros sin estaciones necesita 14 hombres para atender á la conservación corriente, conservando por tanto cada uno 500 metros de vía, y en otras brigadas de vía sencilla y con la misma clase de terreno y sin estaciones, cada hombre conserva 875 metros, así que podremos establecer la equivalencia.

Trabajo de 500 metros vía doble = Trabajo 875 metros vía sencilla, ó lo que es lo mismo,

$$T 1.000^m v_a = T 1.750^m v_s.$$

Para nuestras medidas supondremos equivalente á 1.800 metros.

Trabajo de las vías de las estaciones.

Bajo este nombre están comprendidas todas las que están entre las agujas de entrada y salida de una estación ó apartadero, excepción hecha de la vía general, es decir, todas las vías en que la circulación de trenes se hace á velocidades inferiores á 20 kilómetros.

Bien es sabido que la conservación de estas vías admite una menor mano de obra que la vía general. De nuestros datos de varias estaciones importantes deducimos que seis hombres pueden conservar en buen estado 22.000 metros de vía de estaciones sin aparatos de vía, y estos seis hombres sólo conservarían 9 kilómetros de rectas de vía general, así que siendo equivalente un trabajo á otro, podemos admitir

$$T 22 000^m v_e = T 9.000^m v_g$$

ó lo que es lo mismo

$$T 1.000^m v_e = T 409^m v_g$$

Nosotros supondremos igual á 400 metros.

Trabajo de los aparatos de la vía.

Según nuestros datos, la conservación de un cambio, comprendido los arreglos de las lanzas, contracarriles, marmitas, tirantes, corazón, etc., equivale á 25 metros de vía general y la conservación de una placa giratoria á 100 metros, siendo estos números, por su poca influencia en los resultados, bastante aceptables, sin necesidad de una mayor justificación.

Tenemos, pues, como resumen de lo que llevamos expuesto, que podremos formar el siguiente baremo de equivalencias:

CLASES	Unidad de medida, trabajo necesario para conservar 1 kilómetro de vía general recta.	Equivalencia
1 kilómetro vía general recta.....		1.000 metros.
1 ————— curva 3.000 m. radio....		1.080 —
1 ————— " 2.000 — ".....		1.120 —
1 ————— " 1.500 — ".....		1.160 —
1 ————— " 1.000 — ".....		1.240 —
1 ————— " 500 — ".....		1.480 —
1 ————— " 400 — ".....		1.600 —
1 ————— " 300 — ".....		1.800 —
1 ————— doble.....		1.800 —
1 ————— vías de estación.....		400 —
1 placa.....		100 —
1 cambio.....		25 —

Con este cuadro fácil es hallar para cada brigada la longitud equivalente á vía general recta de todos los elementos que la constituyen.

Longitud de la unidad de medida que puede conservar un agente.

Es esta una cuestión batallona que ha preocupado á todas las Compañías que han querido tener una distribución racional de sus agentes de vía, y siendo muchos los criterios seguidos, se pueden citar cifras para todos los gustos.

En efecto; en Francia los ferrocarriles del Estado tienen en vía sencilla un agente cada 1.330 metros, y en vía doble un agente cada 900 como término medio.

En Bélgica los ferrocarriles del Estado tienen en vía sencilla un agente cada 1.200 metros, y en vía doble un agente cada 1.000 metros.

En Inglaterra, en el Nord Western, vía doble, un agente cada 860 metros.

En Alemania, en Hannover á Brunswick, vía doble, un agente cada 670 metros.

En Alsacia Lorena, sección de Strasburgo, á Vendelheim, y en Colonia á la frontera belga, vía doble las dos, un agente cada 1.000 metros.

En España, Zafra á Huelva, vía sencilla, terreno muy quebrado, un agente cada 1.000 metros.

Linares Almería, vía sencilla, terreno muy quebrado, un agente cada 1.200 metros.

Medina del Campo á Zamora, en terreno llano, un agente cada 1.600 metros.

Salamanca á la frontera de Portugal, terreno muy quebrado, un agente cada 1.080 metros.

Madrid á Malpartida, Cáceres á la frontera, en terreno muy quebrado en las proximidades del Tajo, y llano en el resto, un agente cada 1.430 metros.

Plasencia á Astorga, vía nueva, terreno quebrado, un agente cada 1.660 metros.

En la red de los Andaluces hay mucha variedad, pues mientras la línea de Alicante á Murcia tiene un agente cada 1.820 metros, la de Puente Genil á Linares, que se desarrolla en terreno quebrado, tiene un agente cada 1.354 metros.

No citamos las grandes redes del Norte y de Madrid Zaragoza y Alicante, por la variedad de sus números según la línea de que se trata, y aun dentro de ella según el terreno que se atraviesa, pero en medio de la gran diversidad de números, se nota la tendencia de tener:

Un agente cada 1.000 metros en terreno muy quebrado.

Un idem cada 1.400 metros en terreno quebrado.

Un idem cada 1.600 metros en terreno llano.

Esta última cifra nos parece que se puede adoptar para nuestra unidad de medida, y aunque resulta algo grande si se la compara con los resultados de los ferrocarriles extranjeros, hay que considerar que el número de trenes en España es menor, y es bien sabido que en igualdad de circunstancias el gasto para conservar un kilómetro de vía es igual á una constante más una función directa del tráfico.

Madrid 21 Enero 1907.

SUSTITUCIÓN DE PUENTES METÁLICOS

SIN INTERRUPCIÓN EN EL SERVICIO

POR

E. GRASSET

Ingeniero de Caminos, Jefe adjunto del servicio de vía y obras de la Compañía del Norte.

Puente sobre el río Aragón en Marcilla.

La línea de Zaragoza á Alsasua da paso al río Aragón en un punto de su curso, situado cerca de su desembocadura en el Ebro.

Su cauce, poco definido en toda aquella parte, y sus márgenes bajas, han obligado á la construcción de un puente metálico, cuya longitud es de cerca de medio kilómetro.

Consta de 16 tramos metálicos independientes, de 30 metros de longitud cada uno, que se apoyan sobre dos estribos de fá-