

gran altura, en los cuales son indispensables cimbras más complicadas y andamiajes de mayor importancia, y también se obtiene con los tramos, a igualdad de condiciones, mayor desagüe superficial, o, lo que es lo mismo, se pueden hacer de menor altura para el mismo desagüe.

Creo, por tanto, que sólo se deben hacer puentes en arco para luces superiores a 32 m, salvo cuando se trate de puentes monumentales o en algún caso muy especial, y siempre, por supuesto, después de haber hecho en estos últimos un estudio comparativo con el tramo recto de la misma luz y altura.

Enrique COLÁS
Profesor de la Escuela de Caminos

Asiento mecánico de la vía

En el rápido incremento del empleo de maquinaria auxiliar en todas las obras, quedaban indudablemente retrasadas cuantas a la superestructura de los ferrocarriles se refieren. Y mientras todos los elementos de ésta aumentaban constantemente en importancia y cuidadosa ejecución, debido a minuciosos estudios, los medios para ponerlos en obra seguían resintiéndose de los dos principales defectos imputables a toda operación exclusivamente manual: imperfección y elevado coste, siendo en este caso de mucha mayor trascendencia el primero.

Un claro ejemplo de esto lo tenemos en la forma hoy día más aceptada para la cabeza del carril. Comprobado que el desgaste hace en brevísimo tiempo imposible el asiento teórico sobre una línea o una zona muy estrecha longitudinal al carril, se adopta como mejor desde un principio el apoyo sobre casi todo el ancho de la cabeza, con lo que al mismo tiempo se logra una mayor energía en la fuerza centradora de los coches. Pero para que esto ocurra así es forzoso que la inclinación transversal de esta zona coincida apreciablemente con la de las generatrices de la llanta (1/20), y con el cajeo a mano de las traviesas, el obtener la inclinación de la superficie de asiento de las placas (o del patín, según el tipo) queda confiado a un operario, que en la marcha normal del trabajo no puede lograrlo, ni práctica ni económicamente, en cuyo caso el apoyo vuelve a ser sobre una zona muy estrecha, dificultando el equilibrado en las rectas y originando sea el carril sollicitado por una fuerza no normal a su zona de asiento, que tiende, si la deficiencia de la inclinación alcanza valor suficiente, a desclavarlo por el lado interior (o el exterior si aquélla es excesiva), causando variaciones inmediatas en el ancho de la vía. No hablemos del cajeo hecho con los bancos corrientes, puesto que la pesadez de la operación con ellos hace resulte prácticamente más deficiente que la realizada con la azuela.

Otro defecto se presenta en el barrenado. Para que la parte inferior de la cabeza de los tirafondos sujete el patín del carril, ajustándose exactamente por una generatriz común, es preciso que sean apreciablemente paralelos los dos ejes de carril y tirafondo, es decir, que los agujeros se hagan normalmente a la superficie plana del cajeo, cosa imposible de lograr con el barrenado a mano por muy grande que sea la sensibilidad del operario, y peor aún si se hubiese logrado dar a aquélla la inclinación teórica. Tampoco es fácil lograr que el agujero atraviese siempre todo el grueso de la traviesa, lo que origina la inmediata pudrición de esta zona (que además en los casos de maderas tratadas no lo está por muy profundo que haya sido el tratamiento al hacerse el agujero poste-

riormente a éste), que es precisamente lo que origina el tener que renovar o correr traviesas, por no sujetarse la clavazón.

También para que el apriete de la clavazón sea suficiente es preciso que lleguen al contacto ésta y el patín con la máxima presión, sin llegar a pasar la hélice labrada en la madera al introducir el tirafondo, como en todo tornillaje sobre aquel material. Y esto a mano, o no se llega, dejando, por tanto, el carril mal sujeto, principalmente por lo que hace a su corrimiento longitudinal (fenómeno cada día de más importancia con la potencia creciente de los frenos y el aumento de perfiles electrificados), puesto que para este esfuerzo no puede apreciarse a simple vista el debido apriete, o se cae en el extremo opuesto, dejando entonces la clavazón suelta, lo que aún resulta peor.

Y ya no nos queda más que la operación del bateo. En teoría, ésta se reduce a producir en una masa de piedra machacada debajo del apoyo del carril sobre la traviesa la suficiente compresión para que luego la acción de las cargas no origine descensos exageradamente apreciables, aparte de establecer en el resto de la capa de balasto la necesaria compacidad que evite desaparezca aquella compresión por expansión lateral.

El realizar la operación a mano tiene el inconveniente de no llegar nunca a ejercer todo el esfuerzo requerido, y que al realizarse sucesivamente por los cuatro vértices de la zona de ataque dando el golpe en uno de ellos sin la correspondiente reacción de resistencia en los demás, no se puede llegar nunca a un efecto útil, so pena de proceder con un temple especial para ir aumentando muy paulatinamente la potencia de los golpes hasta llegar a la máxima intensidad, lo que, aun dado el caso de lograr el adiestramiento del personal, sería impracticable por costo y duración.

Como es muy natural, el primer defecto más claramente expresado y que más prontamente se intentó remediar con el empleo de elementos auxiliares fué el exagerado costo de la operación exclusivamente manual y la gran cantidad de personal que para ello se necesitaba.

Si hoy día todavía son muy frecuentes en España los casos en que no resulta una gran economía del ahorro de personal con el empleo de elementos auxiliares, es de lo más frecuente tropezar con la escasez de éste, tanto por la índole del personal en esta clase de obras públicas, agrícola en su casi totalidad, salvo escasos grupos, como por la acumulación de aquélla en determinadas zonas.

Bien que salvo en estos períodos de escasez, como en todos los problemas de maquinismo, en definitiva

esta reducción del personal sea sólo relativa, ya que en cuanto a la cantidad total ello sólo traiga, como consecuencia de la reducción de costo o del aumento de velocidad (principal y casi exclusivamente esto último en el caso que nos ocupa), un aumento de las unidades de obra realizadas en el mismo lapso de tiempo, quedando el personal total invariable, como producto cuyos dos factores varían proporcionalmente en sentidos contrarios.

En la operación de cajeo, el primer paso hacia un mayor perfeccionamiento se dió con los bancos de cajear, cuyo mal resultado práctico en cuanto tiene la madera alguna dureza ha originado caigan rápidamente en desuso. Y ya después de ello se ha pasado al empleo de máquinas inspiradas en principios semejantes al de las máquinas corrientes de labrar madera.

Ningún perfeccionamiento, sin pasar directamente al empleo de máquinas, podía realizarse en la operación de barrenar.

Para la de clavar se pensó, y así se ha realizado, intercalar un engranaje reductor, a fin de multiplicar el esfuerzo de torsión originado por el obrero, lo que prácticamente ha tenido poca aceptación, pues complicaba el herramental, sin compensarlo con el suficiente aumento en el rendimiento. Solamente en Alemania ha tenido alguna aceptación este paso intermedio, denotando una mayor competencia y especialización en el obrero dedicado a los trabajos de vía, principalmente en las de conservación, para los que en su mayoría no son aplicables, a pesar de su gran sencillez, los aparatos que más adelante describiremos.

Tampoco en el bateo podía pensarse en ninguna mejora sin llegar al empleo de maquinaria especial.

Llegando ya plenamente a la sustitución del trabajo manual por el mecánico en estas operaciones, se presentaba el primer problema de la fuerza motriz. Teniendo que ser por su propia índole muy manejables los aparatos destinados a ello, sólo se podía pensar en dos fuentes de energía que se aprovecharan con motores de gran potencia másica, siendo además aquella fácilmente transportable, el aire comprimido y la electricidad.

Obtenido el primero con los muy conocidos grupos transportables de gasolina, tenía esta solución como primer inconveniente el mal rendimiento de las transmisiones y su relativamente alto peso unitario (tubería de hierro y mangas reforzadas de goma para los últimos enganches), cuestión esta última de gran importancia por la índole del trabajo, que origina un constante traslado de los puntos de aplicación. Ello originaba por lo primero, combinado con el bajo rendimiento de los motores de aire comprimido, un elevado gasto de la energía original (el combustible líquido), y por lo segundo, un importante gasto y perturbación en el transporte del taller móvil, si así pudiéramos llamarlo, atacando gravemente la primordial condición de economía en el trabajo.

Con esa energía se emplean aparatos para barrenar, clavar y para batear. Los dos primeros, con idéntico fundamento (salvo el movimiento de avance del útil para el barrenado producido a mano), consisten en un cuerpo conteniendo un motor giratorio vertical con dos brazos, a fin de ejercer a mano la debida reacción para la torsión que efectúan, prolongándose en su parte inferior el eje del motor, terminándose en un portabarrenas para lo primero, y una

hembra para coger la cabeza del tirafondo para lo segundo. Y los aparatos de batear, formados por un cuerpo conteniendo un motor de percusión análogo al de los martillos neumáticos, con la única diferencia de no necesitar animar al útil simultáneamente de un movimiento giratorio, cuerpo al cual el operario que lo maneja debe sostener y dar la debida dirección, soportando íntegramente además la reacción de la percusión.

Ya hemos indicado los defectos imputables a esa maquinaria referentes a la fuente de energía. Refiriéndonos a los aparatos mismos, los de barrenar y clavar, tienen el gravísimo de conservar absolutamente todas las imperfecciones de la operación a mano. Es más, el elevado peso de la culata del aparato (el motor) hace todavía más difícil asegurar la debida dirección de los taladros. Y esta misma inseguridad de la dirección hace que se destruya la cabeza de los tirafondos y que con un agujero normal (si es de diámetro demasiado pequeño, el aparato no tiene fuerza para el clavado o bien destruye las aristas de la cabeza sin lograr efecto útil) se pase la rosca, salvo un exquisito cuidado en los operarios. Además, la misma estructura del artefacto obliga a éstos a ejercer el mismo esfuerzo que en el clavado a mano, con la sola diferencia de ser pasivo el esfuerzo en aquel caso, en lugar de activo, como en éste.

En cuanto a los de batear, aparte de no haberse logrado prácticamente el tipo perfeccionado de motor para una marcha regular, el exagerado peso hace muy dificultoso el trabajo del operario, que por la dirección que tiene que darle ni puede conservarla en ésta ni ejercer la debida presión para que el esfuerzo sea eficaz, originando el conjunto de todo ello una labor defectuosa.

Con la misma armazón, digámoslo así, que las máquinas de clavar y barrenar en vía, de aire comprimido, puede sustituirse el motor de aire comprimido por uno eléctrico. La fuerza se produce en un pequeño grupo transportable con motor de gasolina.

Se mejora ya con eso el rendimiento de motor y transmisión, pero quedan en pie los demás defectos debidos a la concepción mecánica del aparato.

Para una sola operación existe una gran variedad de tipos en la maquinaria aplicable para el cajeador y barrenado de las traviesas. Pero el mismo afán de reducir al mínimo el trabajo del hombre y realizar mecánicamente todas las operaciones ha conducido a máquinas, en su mayoría de fabricación inglesa, muy complicadas, de elevadísimo coste y muy difícil transporte, por no decir imposible, una vez instaladas. Ese inconveniente, muy principalmente en España, restringe grandemente la utilidad de estas máquinas, pues sea para cajear nuevamente traviesas ya empleadas en la vía (caso entre nosotros poco frecuente) o para cajear las traviesas nuevas, las características especiales, para este último caso, de nuestro mercado nacional (muchas zonas de producción de no gran potencia), hacen mucho más conveniente emplear maquinaria que pueda fácilmente transportarse. Aparte que dentro de un mismo acopio de traviesas resulta más económico emplear una máquina que se desplace fácilmente en las dos dimensiones de aquél, que no tener que transportar todas las traviesas hasta un mismo punto y de allí volverlas a formar el acopio.

Todo ello hace dé muy buen resultado la máquina de cajear y barrenar que vamos a describir, junto

con el resto de aparatos hasta formar un completo equipo para trabajos de vía, cuyo empleo se está desarrollando actualmente con gran intensidad.

La energía para todos los aparatos es la electrici-

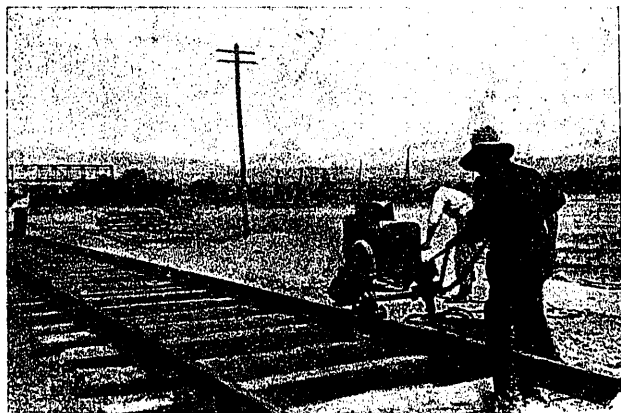


Foto 1.ª

dad, para mayor sencillez en los motores, en corriente continua, y a fin de obtener los mejores rendimientos con el máximo voltaje que no ofrezca peligro para el personal (220 voltios). Se produce en dos tipos de motores de 7 kw y 15 kw. Los primeros (foto. 1.ª) llevan un motor de gasolina Chappuis Dornier acoplado directamente por un embrague elástico a una dínamo. A fin de obtener una gran potencia másica, el motor trabaja a un gran número de revoluciones, lo que obliga a una construcción muy cuidadosa y una vigilancia exquisita. Los segundos (foto. 2.ª) llevan un motor Aster acoplado por transmisión de correa a una dínamo; de mayor peso por kw, es grupo más estable, trabajando ya al régimen corriente de los motores de explotación.

El transporte de estos grupos puede ser encarrilado, con sus propios elementos el segundo y sobre carretones especiales el primero, o bien éstos simplemente por la explanación.

El transporte de energía tendrá distinta solución según la índole del trabajo que vaya a realizarse. Si se trata de trabajos de nuevo asiento, tendrá una importancia pequeña, ya que será muy fácil llevar inmediatamente detrás de los aparatos empleados,

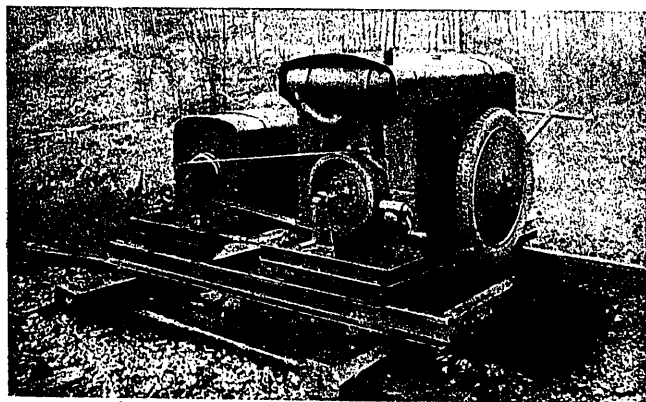


Foto 2.ª

clavadoras, primero, y bateadoras después, el grupo generador encarrilado por la misma vía. Y en este caso será de mejor empleo el tipo de 6 kw, con el que se podrán servir respectivamente cuatro clava-

doras y una bateadora completa. Pues entonces sólo una vez al día (o dos como máximo) se tendrán circulaciones por la vía (los trenes de trabajo) que obliguen a retirar los elementos encarrilados. Análogamente se nos presenta el problema de suministro de energía a las cajeadoras fijas.

Pero en el caso que los aparatos se dediquen a trabajos de refuerzo o sustitución de elementos en vías en circulación, la necesidad de tener en cualquier momento y con gran rapidez expedita la vía obliga

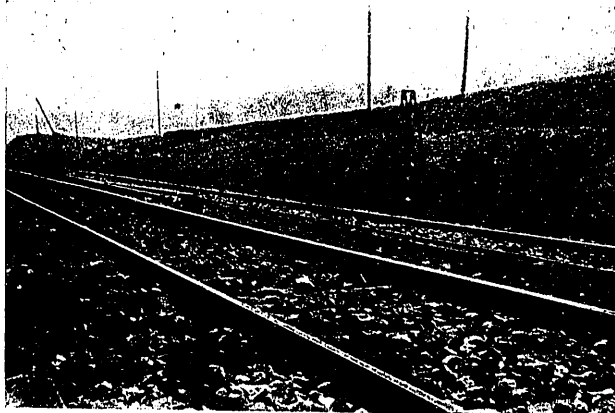


Foto 3.ª

a fijar los generadores en un punto cualquiera de la explanación fuera de la vía y poder servir sin variarlos la zona afectada por los trabajos durante un día por término medio, que podrá ser de unos 1 000 a 1 200 m. Ello puede hacerse por transmisión aérea bifilar de hilo desnudo de cobre (foto. 3.ª) o por cable bipolar aislado, que puede tenderse por los paseos llevando intercaladas cajas de toma de corriente. Con la primera solución la toma de corriente para los aparatos se realiza con pantógrafos de dos contactos que únicamente deben levantarse para el paso



Foto 4.ª

de los soportes aislantes. En la segunda la toma es discontinua, enchufando sucesivamente en las cajas de desviación los cables de los motores. Casi en desuso el primer procedimiento, tiene el segundo sobre él las ventajas del mucho menor espacio ocupado que lo hace insustituible para trincheras estrechas, y en los casos de más de dos vías para trabajar en las intermedias, más su mayor facilidad de montaje y transporte por la ligereza de todos sus elementos, teniendo únicamente la desventaja, en la práctica

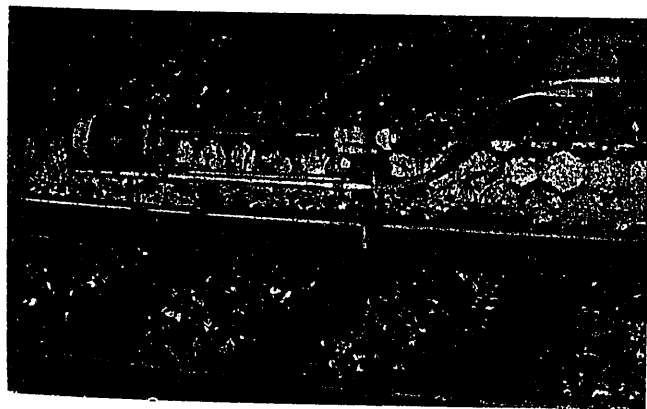
poco apreciable, de la discontinuidad de las derivaciones.

La máquina de cajear y barrenar (fotos. 4.^a y 5.^a) es una sencilla aplicación de la teoría de las máquinas de moldurar. Se compone de una bancada en la que entra la traviesa, quedando sujeta y centrada por unos resortes y dos juegos de guías accionadas por los operadores. Normalmente a la dirección de ésta lleva dos caminos de rodamiento por los que deslizan el conjunto de la máquina de cajear y de

Foto 5.^a

barrenar (en los tipos antiguos llevaba esta máquina únicamente la de cajear, haciéndose el barrenado con las mismas máquinas, que luego describiremos, para el trabajo en la vía y una plantilla para fijar la posición de los agujeros).

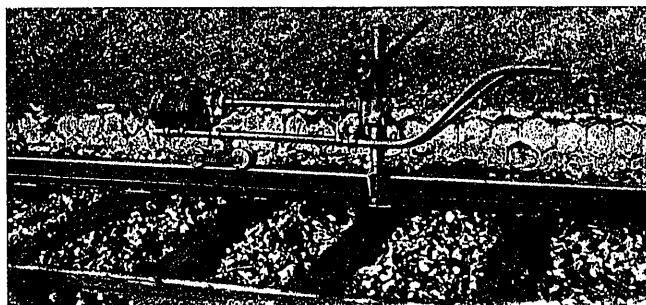
El útil de cajear es simplemente una corona que lleva montadas radialmente unas cuchillas con el filo paralelamente a su eje de giro, animada de un movimiento de rotación por un motor eléctrico y de uno de traslación sobre los caminos citados, accionado manualmente por intermedio de un juego de tornillo y tuerca. La combinación de los dos origina una su-

Foto 6.^a

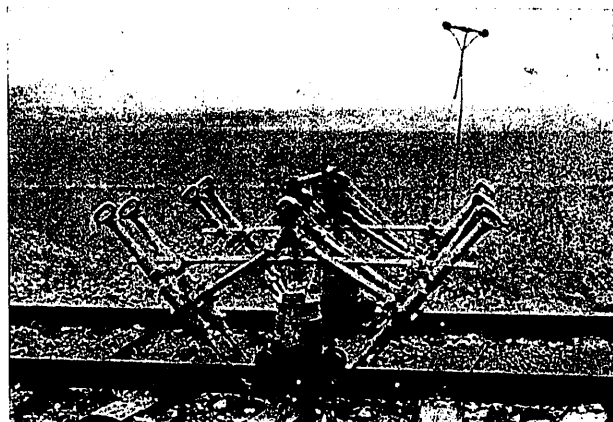
cesión de rebajes de borde circular en la traviesa, que al completar el movimiento de traslación da un rebaje rectangular en la traviesa de ancho igual al diámetro de la corona. Al llevar todo el útil y, por tanto, el eje de la corona la inclinación fijada de $1/20$, con ella resulta la superficie plana del cajeo. Sobre el mismo bastidor van montadas barrenas animadas del movimiento de rotación por el mismo motor eléctrico y del de avance por una palanca accionada por el operador. En un mismo bloque van montadas

tantas barrenas como orificios tenga el tipo de placa que se va a emplear, necesitando un solo movimiento la operación.

En la máquina de clavar, como ya hemos indicado,

Foto 7.^a

el problema más interesante era la concepción mecánica del aparato en forma que la fuerza de reacción necesaria fuese fácilmente resistida por el operario. Del conjunto da clara idea la fotografía 6.^a. Un motor eléctrico de eje horizontal, montado sobre un carrillo para circular sobre un carril, transmite su movimiento, por intermedio de una cardan, a un eje sensiblemente horizontal, que a su vez, por otra, se lo transmite a un eje fijo sobre el bloque de la clavadora, que con un engranaje cónico origina el movimiento de giro de eje vertical necesario para el apretado del tirafondo. De esta forma el par de eje vertical, que es la resistencia del tirafondo, es resistido fácilmente por la sujeción horizontal del motor sobre el carril y una pequeña resistencia en la misma dirección del operario, y queda únicamente (por el par magnético del motor) la tendencia al vuelco del aparato alrededor del eje horizontal citado, que por los brazos de sujeción que lleva el aparato es también fácilmente resistido. Para evitar el defecto mencionado de pasar los tirafondos, sin dejar tampoco el grado de apriete a discreción del operario, sobre el eje del útil lleva un embrague de esfuerzo máximo, regulable según el estado de la madera, que hace que en cuanto se llega al esfuerzo fijado se desembrague el útil por desplazamiento vertical, indicando el final preciso de la operación.

Foto 8.^a

La máquina de barrenar en vía, de aplicación en los casos de refuerzo o sustitución, para hacer los nuevos agujeros en las traviesas conservadas (fotografía 7.^a) tiene el mismo fundamento que la de cla-

var, de la que sólo se diferencia en llevar además un movimiento de avance de la barrena accionado a mano. La misma disposición del aparato indica la facilidad de dar al agujero la inclinación debida.



Foto 9.

Seguramente es la más interesante la máquina de batear, cuyo conjunto indica la fotografía 8.^a. El esfuerzo de percusión lo originan unos resortes dispuestos en la culata de los martillos y la acción de la energía eléctrica, transmitida a dos motores de eje vertical, y de éstos, por engranajes cónicos y transmisiones cardan, a ejes normales a los de los martillos es sólo comprimir aquél hasta el momento de su recorrido, en cuyo momento lo suelta, entrando en acción el resorte. Como se ve en la fotografía, se disponen cuatro martillos para cada extremo de la traviesa, lo que permite cumplir exactamente la condición teórica de la simultaneidad de los golpes. Y al mismo tiempo el tener los martillos ya un punto de sujeción en el eje transmisor, más el estar aliviado su peso por unos cables con resorte que sostienen su culata desde la parte superior del eje vertical, permite que sin un esfuerzo exagerado pueda el operario dar a los martillos la debida inclinación. A favorecer esto contribuye la forma de la cabeza del útil, que da una reacción que por sí misma origina una mayor inclinación del martillo, mejorando el esfuerzo de reacción que tiene que soportar el obrero.

Algunos aparatos más podríamos describir de fundamento análogo a los anteriores y de aplicación a

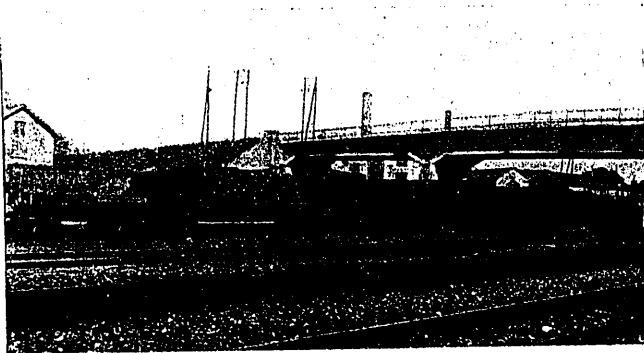


Foto 10.

estos trabajos (cajeadoras en vía, entalladoras para las longrinas de los cambios, taladradoras y sierras de carriles, etc.), pero creemos que con ello alargaríamos innecesariamente este artículo, y preferimos

describir uno de los trabajos de vía más interesantes y en que se pone con mayor intensidad de manifiesto las ventajas de los aparatos del tipo descrito. Nos referimos a los trabajos de renovación (y como una simplificación de éstos podemos considerar los de revisión y refuerzo).

Presentándose precisamente la necesidad de sustituir los elementos actuales por otros de mayor resistencia, con más intensidad en las líneas de gran circulación, se presenta ya el problema para el reparto a lo largo de la vía de los materiales para la sustitución. Como en general se dispone de intervalos muy pequeños, es necesario en muchos casos formar trenes muy ligeros de reparto que puedan circular a bastante velocidad y se descarguen rápidamente. Por ello se emplean (casi exclusivamente en muchas Compañías extranjeras) los formados con tractores de gasolina y llevando como vagones los claramente indicados en las fotografías 9.^a y 10, de fácil carga y descarga, por su poca altura y especial disposición para estas operaciones.

Repartido el material, la primera operación será dejar la vía en esqueleto, picando todo el balasto, dejando simplemente los lechos de las traviesas viejas realizando la *descubierta*, vistas las traviesas a

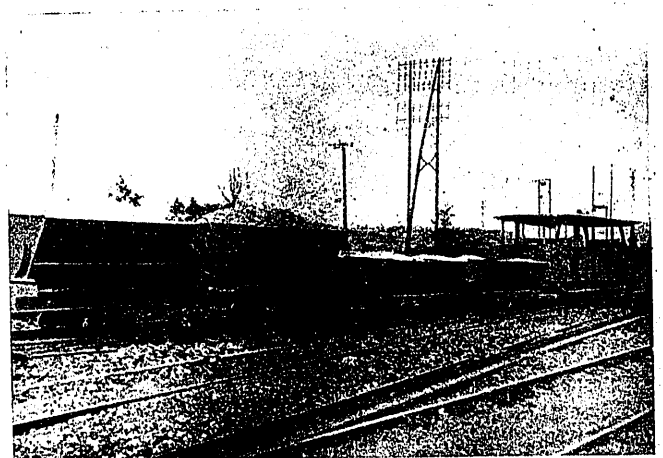


Foto 11

sustituir, podrán separarse éstas (total o en parte) e intercalar entonces traviesas nuevas sobre las que se podrá clavar el carrilaje nuevo, disponiéndolo paralelamente a la vía actual. Con este equipo de *tendido* podrán emplearse clavadoras en número dependiente de la velocidad que se desee. Una vez así preparados los elementos nuevos, se procederá en un intervalo disponible a desembridar los extremos de la vía a sustituir y, ripando la vía, empalmar la nueva. De esta manera, excepto en el pequeño momento de este ripado, se tendrá siempre asegurada la circulación, salvo, naturalmente, una pequeña reducción de velocidad al pasar por la zona afectada.

En servicio de los nuevos elementos, se procede a la sustitución de toda la madera vieja, metiendo hasta el total de la nueva, escuadrándola y clavándola, operación en la que podrán emplearse clavadoras para desclavar la vía vieja, para clavar la madera nueva, y cajeadoras en vía, barrenadoras y clavadora para la madera vieja que se aproveche.

Completados ya los elementos de la vía nueva, queda sólo la operación de batear. En ella puede emplearse solamente el balasto antes retirado o re-

cargar éste, bien para completar el perfil, bien para dar un levante de rasante, a fin de sanear la vía. Caso este último que al aumentar la importancia de la operación del bateo, por ser mayor el espesor de la capa de piedra a comprimir, hace indispensable el bateo mecánico, a menos de resignarse a realizar la operación en sucesivas veces, a medida que la circulación vaya produciendo asientos en la vía. De presentarse entonces el problema de la corta duración de los intervalos disponibles, es interesante el empleo de los vagones indicados en la fotografía 11, por la rapidez y economía de su descarga.

Por lo que hace a los elementos mecánicos, hay pues que atender tres trozos del trabajo completo: la operación de *tendido*, la de *escuadre* definitivo y la

de *bateo*, lo que indica, ya que como consecuencia del empleo de medios mecánicos, el primer resultado es un aumento de la velocidad y, por tanto, de longitud de estas partes, la importancia de la transmisión de energía y de la facilidad de transporte de los generadores. Alcanzando una velocidad de renovación media de unos 600 m, la longitud total de los trozos citados será de unos 1 300 m, que convendrá sea la longitud de línea disponible. Y para esta velocidad la dotación de elementos mecánicos en servicio tendría que ser cuatro clavadoras (una, una y dos), una cajeadora en vía, una barrenadora y dos bateadoras, aparte, naturalmente, de una cajeadora barrenadora para las traviesas nuevas.

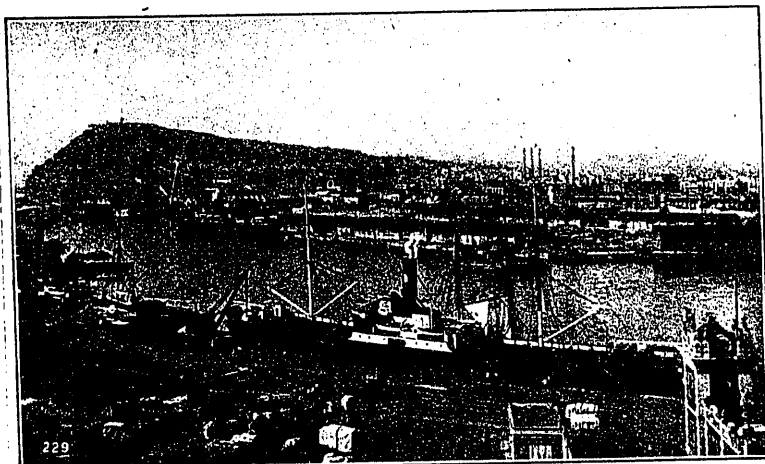
Guillermo S.-ANDRÉU ANDRÉU
Ingeniero de Caminos,
de Vías y Construcciones, S. A.

El funicular de Montjuich

En la próxima primavera abrirá sus puertas la Gran Exposición de Barcelona. Estará situada sobre la pendiente y al pie de Montjuich, colina que domina la

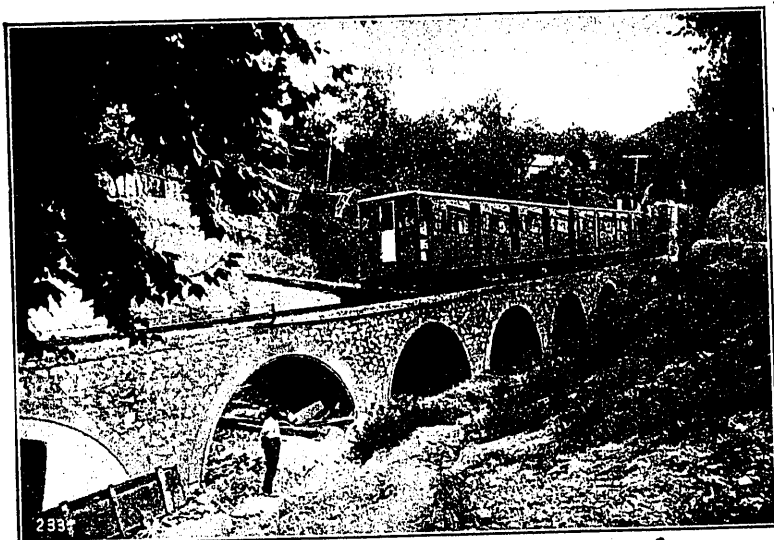
La diferencia de altura es de 80 m. La parte inferior se encuentra sobre una pendiente de 3 por 100, muy desfavorable para una instalación de este género. En la parte superior la pendiente aumenta poco a poco hasta un máximo de 18 por 100. En medio del trazado está intercalada una curva de 400 m de radio. A 100 m, aproximadamente, de la entrada inferior, en la calle del Marqués del Duero, el funicular cruza una de las principales canalizaciones de la ciudad. Además el punto de salida del trazado se encuentra casi al nivel del mar, de manera que una prolongación de la vía hubiera sido imposible. Por este motivo se han previsto dos aceras móviles en la galería de acceso, una de las cuales sirve para la entrada y la otra para la salida de los viajeros, lo cual acelera sensiblemente el tráfico.

Se preveía que una instalación de transporte situada, por decirlo así, en plena ciudad tendría que hacer frente a una gran afluencia de viajeros, y con este fin la Compañía del Funicular redactó el proyecto de modo que la capacidad de transporte alcanzara o sobrepasara la cifra realmen-



ciudad y el puerto, y coronada de una vieja fortaleza. En otro tiempo era una aldea estéril y abandonada, y el Municipio de la ciudad ha construido, en el transcurso de una decena de años, un magnífico parque que formará, por su vegetación meridional, un cuadro digno de la Exposición.

Para que las alturas de Montjuich sean más accesibles a la población y a los visitantes de la Exposición, se ha construido un funicular, cuyo punto de salida está situado lo más cerca posible del tráfico de la ciudad, y la estación superior se encuentra en el paseo del parque, aproximadamente a la mitad de altura de la colina. La parte inferior del funicular se encuentra en una región muy habitada de la ciudad, de manera que fué necesario construirla con vía subterránea bajo una carretera; por tanto, dos tercios de la vía se encuentran en túnel. Más arriba, el funicular pasa sobre un viaducto por encima de una depresión de terreno, y continúa por debajo de un edificio por medio de un corto túnel, para alcanzar en seguida la estación superior sobre el paseo del parque. El funicular, que tiene una longitud de 760 m, está, por tanto, caracterizado por un número de obras de arte que ha exigido.



te extraordinaria de 5 000 personas por hora en cada dirección de marcha.

Previo concurso, el suministro completo de la par-