

tes especies de motores, y los costos de portes con arreglo á los avaluos medios, lo que nos llevará como por la mano á hacer cualesquiera otros avaluos mas exactos, cuando se pidan para una línea particular de otro camino.

Costos de portes con caballerías. Hemos visto que el gasto de un caballo y de su conduccion es de 216 farth. al dia; y que el de un carro cargado con 6 toneladas es de 42 farth. diarios lo que hace un total de 258; y siendo la jornada de 18 millas cuando el paso es de 3 por hora, y el efecto del motor de 125 libras (57 kil.) lo que equivale á $6 \times 18 = 108$ tonela-

das conducidas á una milla y á $\frac{258}{108} = 2, 4$ farth. (6, 5 cent.)

por tonelada y milla.

Hemos visto tambien que cuando las conducciones llegan á 428 toneladas diarias, el derecho que ha de percibirse para cubrir los gastos del camino de hierro, debe ser de 4 farth. (10, 5 cent.) por tonelada y milla; y de consiguiente la totalidad de gastos de conduccion será en este caso de 6 farth. y $\frac{4}{16}$ por tonelada y milla (10, 5 cent. por tonelada y kil.)

Si los transportes no llegasen mas que á 200 toneladas diarias, los costos serian de 10, 4 farth. por tonelada y milla; pero si subiesen á 856 toneladas diarias, el derecho para cubrir los gastos del camino, sería solo de 2 farth. ó el gasto total de 4, 4 farth. Podemos poner 5 farth. (13 cent.) pues con tal tráfico todo se estropea mas pronto.

El capital que sería preciso espender en un canal en que se hiciese un tráfico de 856 toneladas diarias, exigiria un derecho de un farth. por tonelada y milla, y siendo el trabajo diario de un caballo de unas 22 toneladas conducidas á 23 mi-

llas (1) ó 506 toneladas á una milla, tendríamos $\frac{216}{506} = 0,427$,

lo que hace 4,427 farth por tonelada y milla, sin incluir los costos de conservacion de barcos y de los barqueros que les conduzcan. Puede, pues, inferirse de estos cálculos que siem-

(1) Smeaton da por sentado que el trabajo de un caballo que lleva á la sirga los barcos de un canal es de 22 toneladas conducidas con una velocidad de dos y media millas por hora; y Mr. Bevan nos ha hecho saber que los caballos de Grand Junction andan regularmente 26 millas cada dia remolcando un barco con 24 toneladas de carga, y que el paso es de 2,45 millas por hora. Siendo el barco vacío de unas 9 toneladas, la masa total puesta en movimiento viene á ser de unas 35 toneladas. El mismo Bevan ha hallado que la fuerza media de tiro no era mas que de 80 libras (36 kilogramos.)

pre que sean menos de 1000 las toneladas diarias que haya que conducir por un canal, costarán mas por este medio que por un camino de hierro, aun cuando se usen caballerías en este y se camine mas despacio. En una carretera general, el efecto útil mas considerable no es, por un término medio, mas que de $\frac{3}{4}$ de tonelada conducidos á 18 millas por un caballo en cada jornada, ó 13,5 conducidas á una milla. Y suponiendo que el gasto del caballo y del mozo sea 216 farth. y el del carro 7 farth. tendremos $\frac{225}{13,5} = 16$ farth. por tonelada y milla

por los costos del motor y del mozo.

Quando el tráfico en una carretera de estas es de 206 toneladas diarias es preciso añadir 5 farth. de derechos, lo que hará 19½ farth. ó casi 5 peniques (52 cent.) por tonelada y milla que son casi el doble de gastos de porte que tendrían en un camino de hierro, por el que se hiciese el mismo tráfico.

Quando el tráfico no pasa de 100 toneladas diarias, los costos de un carro son con corta diferencia los mismos en un camino de hierro que en una carretera; pero en esta hay la facilidad de entregar ó dejar las mercancías en cualquier punto del camino, sea el que fuere, lo que no en un camino de hierro.

Costos de portes con máquinas loco motrices. Somos de dictámen que los carros que se conducen por este medio no deben andar mas aprisa que á razon de 6 millas por hora ó 60 millas diarias; y á este paso los gastos de carros y carreteros serían de 26 farth. por tonelada y cada 60 millas, ó $\frac{26}{60} = 0,433$ farth. (1 cent.) por tonelada y milla que añadidos á 1,355 farth. del carro de vapor, combustible y conductores sube á un total de 1,766 farth. por tonelada y milla (2,85 cent. por tonelada y kilom.) ó á cosa de $\frac{3}{4}$ del gasto con caballos. Pero si los caballos hubieran de correr con la misma velocidad, los costos con la máquina de vapor no serían mas que los $\frac{3}{7}$ de los que harían los caballos. A esto hay que añadir los derechos que se pagan en el camino de hierro, que son poco mas ó menos iguales, sea el que se fuese el motor que se use.

Costos de portes con máquinas fijas ó estables. Los gastos con esta especie de motor serían con corta diferencia los mismos, supuesta la velocidad igual que con las loco-motrices. Por el mismo orden referido hallamos que suben á 1,685 farth. por tonelada y milla (2,71 cent. por tonelada y kilom.)

En uno y otro caso, cuando las conducciones pasan de 800 toneladas diarias el gasto total en derechos, carros y motor es de menos de un penique por tonelada y milla (6, 5 cent. por kilom.) que es decir importa menos que los derechos solos que hay que pagar en un canal por la misma cantidad de géneros, aunque las utilidades sean iguales en ambos casos. Y así cuando el tráfico diario sea menos de 1500 á 1600 toneladas, siempre será el camino de hierro el medio mas económico de conducción á no ser que se trate de un país que esté convidando con mil proporciones á la abertura de un canal.

Y si traemos ahora á la memoria que por un camino de hierro pueden ser conducidas las mercaderías dos veces mas pronto que por un canal, y eso sin aumentar los gastos, no habrá quien deje de pensar igualmente que nosotros, que rara rarísima vez debe preferirse la abertura de un canal á la construcción de un camino de hierro. Es de creer que si se hubiesen aplicado á los canales unos métodos de valuar los costos semejantes á los nuestros, no hubieramos visto tan repetidos ejemplos de empresas sin utilidad alguna, por no llamarlas ruinosas.

Habiendo hecho ya ver los gastos relativos de los varios modos de transporte con respecto á las mercancías, y á la estension de comercio á que es aplicable cada uno, examinaremos, no sin esperanza de que se saque fruto, cual es la estension de un camino de hierro que puede ofrecer probablemente utilidades. Siempre que haya que andar pasando las cargas de un carro á otro puede suponerse que los costos de cada mudanza no bajarán de 3 peniques (32 cent.) por tonelada. Si los objetos son carbon de piedra, minerales ó cosas de esta naturaleza, aconsejamos ponerlos desde luego en cajas semejantes á las que ha tiempo se usan en el Wear para medir el carbon, cada una de las cuales viene á caber la carga de un carrillo de á un caballo, y hecha de modo que pueda ser llevada á su destino por uno de estos carrillos. El traspaso se haria muy brevemente mediante una cabria dispuesta al intento, y el carbon no se desmenuzaria, ó no se estropearían los géneros que corriesen este peligro.

Siendo los gastos de transporte por un camino real 5 peniques (52 cent.) por tonelada y milla; y por uno de hierro 2 peniques idem, resulta con evidencia que no puede haber ventajas en un camino de hierro de solo 2 millas de largo cuando las mercancías se han de andar mudando de carros para ser llevadas á sus respectivos destinos, y aun es verosímil que los

gastos é inconvenientes de un género de conduccion semejante hiciesen de muy mediana utilidad para el comercio general un camino de 5 á 6 millas.

Como los planos inclinados no solo son un inconveniente sino tambien un medio costoso de salvar una cuesta ó atravesar un valle, es importantísimo en la teoría de los caminos de hierro determinar qué minoracion de una cuesta puede compensar los costos de una escabacion de cierta y determinada cantidad de tierra.

La pérdida en las subidas y bajadas por planos inclinados depende de dos circunstancias: la primera es la prolongacion efectiva de la línea que hay que andar, y la segunda la pérdida de fuerza en proporcion del rozamiento y la sobrecarga: tambien son mas los gastos de conduccion.

Llamemos f la pérdida que resulta de la sobrecarga, i el ángulo de inclinacion á que puede reducirse el plan, siendo h el ángulo primitivo de inclinacion; y en fin llamemos F la resistencia de los carros cuando la carga total es de $1\frac{1}{3}$ toneladas en el camino á nivel, esto es, cuando la carga efectiva es de una tonelada.

Entonces la fuerza sobre los carriles á nivel será igual á la pérdida de fuerza en toneladas por milla á la subida, y cuando la longitud de la base de la cuesta es de tantas veces

$1\frac{1}{3}$ pies ingleses (91 cent.), como 1760 : $\frac{1}{\cos h}$:: $f' F \sin h$: $1 f' F \sin h = \frac{1 f' F \tan g h}{1760 \cos h}$ Y cuando la bajada es la misma, la

pérdida de fuerza á la bajada será = 0. Por el mismo raciocinio se halla que la pérdida de fuerza sobre la inclinacion i es

igual á $\frac{1 f' \tan g. i}{1760}$. Por consiguiente la disminucion de pérdida

por la reduccion de la inclinacion á un ángulo cualquiera

i , es $\frac{1 f' F}{1760} (\tan g. h - \tan g. i)$.

Si el producto anual del transporte de una tonelada á una milla es representado por a , entonces la pérdida anual causada

por la subida y bajada será $\frac{1 f' F a}{1760} (\tan g. h - \tan g. i)$.

Para hallar el gasto anual causado por la mayor largura del camino de hierro llamemos E el gasto por milla y $\frac{E}{P}$

renta anual que ha de servir para reembolsar el capital em-

pleado, entonces $\frac{l E}{880 p} (\sec h - \sec i) =$ al valor anual de

aumento en la longitud del camino, lo que es igual á

$\frac{l E}{880 p} \left(\frac{\cos i - \cos h}{\cos h \times \cos i} \right)$ de que se saca por pérdida total anual

$$\frac{1}{880} \left(\frac{1}{2} f' Fa (\tan h - \tan i) + \frac{E}{p} \left(\frac{\cos i - \cos h}{\cos h \times \cos i} \right) \right)$$

Ahora bien, para que no haya sobrante alguno de gasto escavando y acarreando tierras, será preciso que el interés de los capitales empleados para hacer estas obras no esceda la suma arriba dicha.

Los costos de movimiento de tierra de una parte á otra se avaluan en Inglaterra por yarda ó vara cúbica (la yarda es $\frac{3}{4}$ pies ingleses ó mas de 91 centim. ó unas 39 pulgadas castellanas). Sea $b =$ á la anchura en yardas, c el importe del acarreo de una yarda de tierra en fracciones de la libra, y n la base de la pendiente de cada lado del camino cuando su altura es la unidad: l en la ecuacion anterior es la mitad de la línea de la base en yardas.

El corte sobre cada inclinacion será compuesto de un sólido en forma de cuña, y de dos pirámides triangulares, y las dos cuñas sólidas contendrán en yardas cúbicas $b l^2 (\tan h -$

$\tan i)$ y las 4 pirámides contendrán $\frac{4 n l}{3} [l (\tan h - \tan i)^2]$ de yardas ó varas cúbicas.

La suma de las cantidades por el interés es $\frac{l^2 c}{3 p} [3 b (\tan h - \tan i) + 4 n l (\tan h - \tan i)^2]$; y para que no haya pérdida haciendo cortes ó alzando el terreno es preciso

que haya $\frac{l^2 c}{3 p} [3 b (\tan h - \tan i) + 4 n l (\tan h - \tan i)^2]$

$$= \frac{1}{880} \left(\frac{1}{2} f' Fa (\tan h - \tan i) + \frac{E}{p} \left(\frac{\cos i - \cos h}{\cos h \times \cos i} \right) \right)$$

Si se le substituye d , espesor del corte en la cúspide de $\frac{1}{3}$

$l (\tan h - \tan i)$ que le es igual, tendremos $\frac{l c}{3 p} (3 b d +$

$$4 n d^2 = \frac{\frac{1}{2} f' Fa d + \frac{1}{p} E \left(\frac{\cos i - \cos h}{\cos h \times \cos i} \right)}{880}$$

Si despues que se ha reducido la inclinacion, el camino de hierro se encuentra á nivel, entonces $\cos i = 1$ y el error que se puede cometer suponiendo que $\cos i$ tenga este valor en todos los casos no será de gran importancia. Y de esta suerte se tendrá una equacion cuya incógnita se hallará despejada de términos que la compliquen. Tendremos, pues,

$$d = \sqrt{\frac{E (1 - \cos h)}{1173 \text{ cn } \cos h} + \left(\frac{3 b p f' Fa}{8 n 4963 l \text{ cn}} \right)^2 \frac{3 b p f' Fa}{4963 l \text{ cn}}}$$

Quando $F = \frac{1}{144}$ de $1\frac{1}{3} = 108$, $f' = \frac{1}{2}$, $p = 25$, $n = 1$, $b = 8$ yardas, $E = 2500$ libras esterlinas $a = 700$ libras esterlinas,

$$c = \frac{1}{160} \text{ libras esterlinas, tendremos } \sqrt{\frac{340 (1 - \cos h)}{\cos h} + \frac{(31 - 1, 3)^2}{1^2} - \frac{31 - 1, 3}{1}} = d \text{ por profundidad del corte.}$$

O bien se tiene por valor bastante aproximado en la práctica cuando la longitud de la pendiente es considera-

$$\text{ble (1) } \sqrt{\frac{340 (1 - \cos h)}{\cos h}} + 9 - 3 = d.$$

En esta ecuacion $\cos h$ es el coseno del ángulo de la pendiente natural del terreno, y d la profundidad del corte desde la cúspide, y contada en yardas.

Es fácil de juzgar por estas ecuaciones que es mucho menos costoso seguir poco mas ó menos las ondulaciones de la superficie que el hacer sea grandes cortaduras del terreno ó sea terraplenes que pasen de aquellos límites que pueden determinarse fácilmente en cosa de media hora, aplicando estas ecuaciones al caso particular que haya que examinar. Hemos reducido el caso á guarismos y manifestado el modo de reducir las ecuaciones al caso de un camino de un costo regular: aña-

(1) La ecuacion general puede reducirse tambien á esta

$$\sqrt{\frac{E (1 - \cos h)}{1173 \text{ cn } \cos h} + \left(\frac{36}{8 n} \right)^2 \frac{36}{8 n}}$$

diendo ahora algunos ejemplos, quizás contribuiremos á des-
arraigar esas ideas estravagantes de remover tierra, bien alla-
nando alturas, ó bien colmando barrancas que hacen gastar
los capitales de la nacion en especulaciones ruinosas. Unos gas-
tos tan disparatados hacen funesta toda empresa, sino acaban
con el caudal de los mismos que las ejecutan; ademas dis-
traen una multitud de brazos para estos grandes pedidos de
gente, lo que no puede menos de perjudicar al pais disminu-
yendo la cantidad de trabajo útil y permanente.

Ejemplo 1.º En un caso que la línea de un camino de
hierro atraviere una cuesta, cuya pendiente natural haga un
ángulo de 5 grados con el horizonte se pregunta qué profun-
didad debe darse al corte en la cima, y qué altura al terra-
plén en el valle para que no se aumente el costo de los trans-
portes por dicho camino.

La tabla de los senos naturales da al coseno de 5 granos,

$$0,99619; \text{ por consiguiente } \sqrt{\frac{340(1-0,99619)}{0,99619}} + 9 -$$

$3 = 0,2$ yardas, ó sean 2 décimas de 3 pies, ó $\frac{2}{3}$ de pie, co-
sa de 8 pulgadas castellanas; lo que hace ver que es mas eco-
nómico emplear una fuerza mayor que el disminuir la pendien-
te mas de $\frac{2}{3}$ de pie inglés, ó sea unas 8 pulgadas castellanas.

Ejemplo 2.º Si la pendiente natural del terreno hiciese un
ángulo de 12 grados, entonces, coseno $12^\circ = 0,97815$ y

$$\sqrt{\frac{340(1-0,97815)}{0,97815}} + 9 - 3 = 1,06 \text{ yardas.}$$

Ejemplo 3.º Si la pendiente natural de una colina es de

45° el coseno de $45 = 0,7071$, y $\sqrt{\frac{340(1-0,7071)}{0,7071}} + 9$

$- 3 = 9,2$ yardas, la cantidad que puede rebajarse la cuesta
en la cima, ó la que podrá elevarse el terraplén en el valle.
Los cortes ocasionan un aumento considerable de gasto cuan-
do pasan de aquellas proporciones que son independientes de
la longitud del desmonte, porque de cualquiera de las dos ma-
neras que sea, el exceso de gasto es proporcional á la longitud.
En estos cálculos hemos despreciado incluir la mayor cantidad
de terreno necesario para hacer los desmontes ó terraplenes,
y hemos hecho la cuenta á $1\frac{1}{2}$ penique por yarda, tanto de
escavacion como de terraplén, lo que viene á hacer 3 peni-
ques por yarda cúbica de movimiento de tierra (42 mrs. de

Castilla ó $1\frac{1}{4}$ real de vellón.) Este es el avaluo que hemos adoptado para la ecuacion; y así cuando los costos de cava y movimiento de tierra son diferentes es preciso dar mayor ó menor corte ó profundidad al desmonte, según es mayor ó menor el precio sobre el que aquí hemos calculado.

Casos hay en que pueden evitarse las cuestas, y llevar un camino á nivel, dando algun rodeo. Para saber que longitud de camino será equivalente al paso derecho por la cuesta, podemos volver á hacer la ecuacion de antes haciendo $l =$ á la longitud total de la inclinacion en millas; f' la pérdida de fuerza sobre los planos inclinados: F la fuerza motriz por tonelada añadida al peso del carro; $a =$ al producto anual de una milla

de camino (en este caso $\frac{E}{p}$ debe ser igual á a); $h =$ al ángulo de inclinacion del camino sobre la cuesta; y $L =$ al aumento en millas de la longitud del camino por el rodeo; entonces

$$La = l \left[\frac{1}{2} f' F a \operatorname{tang} h + a \left(\frac{1 - \cos h}{\cos h} \right) \right]$$

$$l \left[\frac{1}{2} f' F \operatorname{tang} h + \left(\frac{1 - \cos h}{\cos h} \right) \right] = L.$$

En el caso en que $F = \frac{1}{108}$, $f' = \frac{1}{2}$, $p = 25$ y $a = 700$ libras esterlinas la ecuacion se reduce

$$l \left(\frac{\operatorname{tang} h}{432} + \frac{1 - \cos h}{\cos h} \right) = L.$$

Ejemplo. En una línea de camino cuya longitud de base en los carriles inclinados sea de 6 millas y el ángulo de inclinacion 12° se presenta como se ha de determinar el aumento de longitud del camino, dando rodeos para conservar el nivel de manera que salga igual el gasto por ambas líneas.

En este ejemplo, $L = 6$ y $h = 12^\circ$ y así $6 \left(\frac{0,212}{432} + \frac{1 - 0,97815}{0,97815} \right) = 0,137$ de milla, ó la 7.^a parte de una milla con corta diferencia, ó sea casi $\frac{1}{44}$ de la distancia. Si fuese posible, bajo los supuestos sentados en este ejemplo, hacer un

CAPITULO IX.

El cual contiene la explicacion de nueve tablas muy útiles sobre la fuerza del vapor en las bombas de alta y baja presion; la cantidad de carbon equivalente á la fuerza de un caballo; el efecto de una fuerza determinada en canales, caminos de hierro y carreteras; el mayor trabajo de un caballo comparativamente en los mismos; dimensiones y peso de las barras de los carriles, y peso y espacio de varias sustancias.

TABLA PRIMERA.

MAXIMO DE FUERZA Ó POTENCIA DE UN DECALITRO DE AGUA REDUCIDA A VAPOR EN LAS BOMBAS DE ALTA PRESION.

Temperatura del vapor termometro de Reaumur.	Fuerza total del vapor en centim. de azogue.	Fuerza del vapor en kilogr. por centimetro cuadrado sobre la presion atmosférica.	Maximo de fuerza mecánica del vapor de un decalitro de agua en kilogramos levantados á un metro.		Proporcion del golpe de émbolo para lograr la dilatación máxima del vapor.	Grammas de hornadura de la mejor que convierten un deca-lit. de agua en vapor.
			Apresion total.	Por expansion.		
88° 55.	88,9 cent.	0,175 kilog.	Negativa.	Negativa.	.....	1559 gram.
90	114,5	0,52	13900 kil.	.....	.....	1587
97,55.	152,4	1,04	41700	47600 kil.	.....	1418
108	228,6	2,08	72700	93200	.....	1465
115,91.	304,7	3,15	89500	122000	.....	1497
122,55.	381	4,18	99400	144500	.....	1526
128,08.	447	6,25	106500	160900	.....	1549
158,49.	609	7,55	118200	184500	.....	1504

Esta tabla da á conocer toda la fuerza del vapor de un de-
calitro de agua reducida á vapor á diferentes temperaturas por
una máquina de alta presion. La fuerza está avaluada por kiló-
gramas levantadas á la altura de un metro. La sesta columna
indica la proporcion entre la longitud de salida del émbolo
cuando trabaja á presion completa, y la que debe tener quan-
do se quiere que el vapor se dilate al máximo de fuerza. Pero
para conseguir el mayor efecto útil, el émbolo debe hacer su
entera salida durante mas largo tiempo, y este tiempo depen-
de de la cantidad de rozamiento de las partes que hay que
añadir á la máquina para producir el efecto útil. Una bomba
de vapor deberia construirse de manera que la comunicacion
entre el cilindro y la caldera pudiese cortarse á cada momento
de la salida del émbolo, desde el señalado en la tabla para la
presion completa y al arbitrio del que construye la máquina ó
segun la presion que esperimente.

Esto seria preferible á lo que se usa regularmente, que se
reduce á angostar el paso del vapor por medio de un mecanis-
mo tosco que llaman muy propiamente válvula sofocante. Era
natural persuadirse que todo lo que interrumpe el paso del va-
por al cilindro hace perder sin provecho una parte de la fuer-
za. Este es un hecho que advierte y reprueba la buena teoría.
Una válvula cual aconsejariamos usar á todos se conoce ya
tiempo há, y parece fue inventada por Mr. Joshua Field. La
fuerza del vapor que se fija en esta tabla se ha calculado por
la de Mr. Taylor; y la del vapor y cantidad de hornaguera por
las reglas sentadas en este tratado. (Páginas 51 y 52).

TABLA SEGUNDA.

Máximo de fuerza del vapor de un decalitro de agua en una bomba de condensador.

Temperatura del vapor termómetro de Reaumur.	Fuerza total del vapor en centim. de agua.	Fuerza del vapor en kilogr. por centimetro cuadrado sobre la presión atmosférica.	Máximo de fuerza mecánica del vapor de un decalitro de agua en kilogramos levantados á un metro.		Proporcion del golpe de embolo para lograr la dilatacion máxima del vapor.	Grammas de horna-guera de la mejor que convierten un decalit. de agua en vapor.
			Apresion total.	Por expansion.		
88,55	88,9 cent.	0,175 kilog.	105700 kil.	165000 kil.	$\frac{4}{11}$	1559 gram.
90	114,3	0,52	108500	177000	$\frac{15}{44}$	1587
97,55	152,4	1,04	115200	192800	$\frac{7}{22}$	1418
108	228,6	2,08		215200	$\frac{10}{24}$	1465
115,91	304,7	3,15		225400	$\frac{7}{2}$	1497
122,55	381	4,18		254600	$\frac{10}{36}$	1526
128,08	447	6,25		240100	$\frac{8}{21}$	1549
158,49	609	7,33		251500	$\frac{13}{15}$	1594

TABLA TERCERA.

CANTIDAD DE HORNAGUERA EQUIVALENTE A LA FUERZA DE UN CABALLO, QUE SE REGULA COMUNMENTE EN 4500 KILOGRAMAS LEVANTADAS A UN METRO POR MINUFO EN LAS MAQUINAS DE ALTA PRESION CUANDO SE LOGRA EL MAYOR EFECTO POSIBLE.

Temperatura del vapor termómetro de Reaumur.	Fuerza total en centímetros de azogue.	Fuerza en kilogramos por centim. cuadrados sobre la presión atmosférica.	Cantidad de hornaguera equivalente á la fuerza de un caballo.		Kilogramas levantadas á un metro representando la fuerza inmediata del vapor producido por 50 kil. de hornaguera en una máquina de alta presión.	
			Apresion total.	Por expansion.	Apresion total.	Por expansion.
90°	114,5	0,52	218	00	501000	1688000
97,53	152,4	1,04	74	65	1477000	5215000
108	228,6	2,08	44	55	2481000	4121000
115,91	304,7	3,15	57	27	5000000	4756200
122,53	381	4,18	53	25	5260000	5210000
128,08	447	6,25	52	21,8	5478000	5846000
158,49	609	7,53	29	18,8	7685000	

Esta ha sido formada con la tabla 1.^a por el método seguido en el ejemplo de la página 52 para calcular las cantidades de hornaguera equivalentes á la tarea diaria de un caballo, suponiendo la fuerza de un caballo igual á 4500 kilogr. levantadas á un metro por minuto. El número de kilogr. levantadas á un metro de altura por 50 kilogr. de hornaguera ha sido calculado por proporción de la tabla 1.^a Esta es la potencia absoluta de la máquina. Para deducir el efecto útil sería preciso rebajar el rozamiento de las partes que se agregan para producir este efecto.

TABLA CUARTA.

Temperatura del vapor por Escala de Reaumur.	Fuerza total en centímetros de azo sobre la presión atmosférica.	Fuerza en kilogramos por centímetro cuadrado sobre la presión atmosférica.	Cantidad de hornaguera equivalente á la fuerza de un caballo.		Kilogramas levantadas á un metro que representan la fuerza del vapor producido por 50 kilogramos de hornaguera en una máquina de alta presión.	
			Apresion total.	Por expansión.	Apresion total.	Por expansión.
88,55	88,9 cent	0,175 kil.	28,5 kil.	18,5 ki.	5810000	6009000
90	114,3	0,52	28,1	17,5	3885000	6590000
97,55	152,4	1,04	27,3	16,2	4066000	6808000
108	228,6	2,08		15,2		7262000
115,91	304,7	3,15		14,7		7445000
121,55	381	4,18		14,5		7698000
122,08	447	6,25		14,5		7752000
138,49	609	7,55		14,0		7897000

Esta se ha formado con la tabla 2.^a del mismo modo que la 3.^a con la 1.^a

Observaciones sobre las tablas 3.^a y 4.^a Las columnas que indican el número de kilogr. que una máquina debería levantar á un metro consumiendo 50 kilogr. de hornaguera, se han añadido con el fin de ofrecer una comparacion con el resultado de la práctica actual. En el dia se mira como un dato bien averiguado por una serie de observaciones de muchos años consecutivos que una máquina de Woolf en la mina de Wheal Abraham levantaba 440,0000 libras de agua á un pie ingles de altura con 84 libras de hornaguera lo que equivale á mas de 783,6000 kil. levantadas á la altura de un metro con 50 kil. de hornaguera. Y tambien resulta de noticias tomadas en las minas del pais de Cornuallis que la fanega de buen carbon de Newcastle ó de Swausea podia levantar de 24 á 52 millones de libras de agua á la altura de un pie ingles con las máquinas de doble efecto de Mr. Watt, obrando mas ó menos por expansion, pues el efecto mayor ó menor depende del estado de la máquina, de sus dimensiones, de la velocidad de su accion y de la calidad de la hornaguera. El término medio de 28 millones de libras levantadas á un pie, equivale á 434,7000 kilogr. levantadas á un metro con 50 kilogr. de hornaguera.

Citaremos todavia los resultados del trabajo medio de 22 máquinas de vapor construidas por el método de Watt, y de 50 hechas segun el sistema de Woolf durante los seis meses primeros del año 1818 extractados de las observaciones de Mr. Lean que manifiestan puntualmente mes por mes las libras de agua levantadas á la altura de un pie ingles por una fanega de hornaguera de las de 84 libras de peso (38 kilogr.)

Término medio del número de libras de agua levantadas á un metro con 50 kilogr. de hornaguera.

La cantidad media de agua levantada por las máquinas de Watt, segun las observaciones hechas con unas 22 á 25 de ellas, es de 413,5000 kilogr.

La cantidad media de la que han levantado unas 50 de Woolf es de 641,8000 kilogr.

Estas cantidades son mas cortas que las que da la potencia inmediata de las máquinas, á causa del rozamiento y de la pérdida de efecto que resulta del juego de las bombas; por manera que comparándolas con nuestra tabla, cualquiera se convencerá de que nuestros cálculos han sido hechos sobre datos fijos y

exactos y que resultarán justos y cabales en la práctica. Sabemos por experiencia propia que un pie cúbico ingles de agua (28,514 litr.) puede ser convertido en vapor con 7 libras (3,174 kil.) de hornaguera de Newcastle; pero tambien sabemos cuanto cuidado se necesita para conseguir este efecto, y por lo mismo hemos supuesto que es producido por 8,4 libras (3,8 kil.) Nuestro objeto es manifestar lo que puede conseguirse, y lo que realmente se conseguirá en la práctica.

TABLA QUINTA.

La que manifiesta el efecto de una fuerza de tiro de 50 kilogramos, á diferentes velocidades, por un canal, un camino de hierro y una carretera.

VELOCIDAD.		CARGA MOVIDA POR UNA FUERZA DE TIRO DE 50 KILOG.			RO A NIVEL.		NIVEL.	
		Kilometros por hora.	Metros por segundo.	FOR UN CANAL.	FOR UN CAMINO DE HIERRO A NIVEL.	Masa total movida.	Efecto útil.	Masa total movida.	Efecto útil.
4	1,11	27719 kil.	19678	7200	5400	900	675	
4,8	1,55	19250	13790	7200	5400	900	675	
5,6	1,55	14142	10059	7200	5400	900	675	
6,4	1,78	10828	7687	7200	5400	900	675	
8	2,22	6928	5920	7200	5400	900	675	
9,6	2,66	4812	3414	7200	5400	909	675	
11,2	5,11	3556	2508	7200	5400	900	675	
12,8	5,55	2645	1917	7200	5400	900	675	
14,4	4	2158	1514	7200	5400	900	675	
16	4,44	1752	1225	7200	5400	900	675	
17,6	4,88	949	675	7200	5400	900	675	

Esta hace ver qué cantidad de efecto puede producirse por una misma fuerza de tiro á diferentes velocidades, en un canal, una carretera y un camino de hierro. Las variaciones de nivel que se salvan en los canales por medio de las esclusas pueden considerarse como equivalentes á las subidas y bajadas de los caminos de hierro y carreteras. La carga añadida al peso del barco ó carruage que la lleva, forma la totalidad de la masa puesta en movimiento; la carga sola constituye el efecto útil. Estando las masas puestas en movimiento por los canales en razon inversa del cuadrado de las velocidades, con corta diferencia, en conociendo el efecto de una fuerza determinada, á una velocidad igualmente determinada, se hallará el efecto que producirá con cualquier otra velocidad, mediante esta proporcion: el cuadrado de esta segunda velocidad es al cuadrado de la primera como el efecto de la fuerza dada con esta primera velocidad es al efecto de la misma fuerza con la segunda velocidad. Asi, cuando una fuerza dada puede con una velocidad de 4 kilometros por hora poner en movimiento 27719 kilogramas, se hallará la masa que la misma fuerza pondria en movimiento con una velocidad de 4,8 kilometros por hora, haciendo esta proporcion:

$$4,8^2 : 4^2 \text{ ó sea } 23,04 : 16 :: 27719 : 19249,5.$$

La fuerza de tiro por un canal varia como el cuadrado de la velocidad; pero la potencia mecánica para poner el barco en movimiento aumenta como el cubo de la velocidad. Por un camino de hierro y por una carretera, la fuerza de tiro es constante, pero la potencia mecánica necesaria para poner el carro en movimiento aumenta en la relacion de la velocidad.

Vemos por esta tabla que desde el punto que la velocidad llega á 8 kilometros por hora, se necesita menos fuerza para lograr el mismo efecto en un camino de hierro que en un canal. Hemos estendido la tabla hasta los 17,6 kilometros por hora para hacer ver á qué grado de velocidad viene á igualarse el efecto útil por un canal con el de una carretera. Comparando la fuerza de los barcos de vapor con la cantidad de toneladas que pueden llevar, podrá cualquiera asegurarse de que la lei conforme á la cual hemos hecho disminuirse la fuerza á medida que crecia la velocidad, se aparta muy poco de la verdad. Sabemos ademas que en un canal estrecho la resistencia aumenta en una razon mas rápida que el cuadrado de la velocidad, pero no podemos por ahora ocuparnos sobre este particular.

Otros autores han publicado tablas por el mismo estilo que

estas. Las que se insertaron en el *Scotsman* convienen con la nuestra con muy corta diferencia sobre la cantidad de efecto útil producido en los canales; pero disentimos en cuanto al efecto producido en los caminos de hierro, pues sus cálculos les son mas favorables. Tambien se diferencia mucho la nuestra de la de Mr. Sylvester, pues otro tanto como exagera el efecto en los caminos de hierro y carreteras, otro tanto le rebaja en los canales, segun vemos en su Memoria impresa en Liverpool en 1825.

TABLA SESTA.

Máximo de trabajo que un caballo de mediana fuerza puede hacer con diferentes velocidades, por un canal, un camino de hierro y una carretera.

Velocidad en kilometros por hora.	Duracion de la tarea diaria con esta velocidad.	Fuerza de tiro en kilogramos.	EFECTO UTIL DE LA TAREA DIARIA DE UN CABALLO EN TOVELADAS TRANSPORTADAS A UN KILOMETRO.		
			En un canal.	En un camino de hierro.	En una carretera.
4 kilom.	11,5 horar.	57,75 kilog.	845 tonel.	187 tonel.	25 tonel.
4,8	8	57,75	588	147	19
5,6	5,9	57,75	249	131	16
6,4	4,5	57,75	166	115	14,5
8,	2,9	57,75	85	91	11,5
9,6	2	57,75	49	77	9,6
11,2	1,5	57,75	31	66	8,1
12,8	1,125	57,75	21	58	7,2
14,4	0,9	57,75	14,6	51	6,4
16	0,75	57,75	10,7	46	5,8

Revisando la tabla que pusimos en la pág. 46, hemos reconocido que había un máximo efecto que dependía de la duración de la tarea diaria de trabajo. Esta tabla está formada sobre este máximo. En seguida pondremos los cálculos relativos á la determinación de este máximo. Cuando los caballos se destinan ó apostan para correr en toda diligencia, es de suma importancia hacer de manera que desde el punto de partir hayan llegando al mayor correr sucesiva y gradualmente. Este solo cuidado procurará á los amos de los caballos una economía mucho mayor que lo que pueden creer. No se deben despreciar las advertencias sobre el mejor modo de fortalecerlos y adiestrarlos al trabajo sin alterar sus facultades, antes bien estudiarse con esmero.

Para amparar nuestra tabla con los resultados de la práctica en las grandes velocidades, es preciso conocer la totalidad de la masa puesta en movimiento: esta es $\frac{1}{3}$ mayor que el efecto útil indicado por la tabla. En el día lo que andan por hora algunos de los carruages que corren con gran velocidad, son 10 millas (16 kilom.) por hora, y la velocidad media de los carruages de tiros apostados es de 9 millas (14,4 kilom.) por hora, y uno de dichos carruages tirado de cuatro caballos puede regularse que con viajeros, equipage y carga lleva un peso de cosa de 3 toneladas; por consiguiente el trabajo medio de cuatro caballos de posta es equivalente á 27 toneladas transportadas á una milla (43 tonel. transportadas á un kilom.) ó $6\frac{2}{3}$ toneladas transportadas á una milla por cada caballo. La tabla indica en medidas métricas 5,8 toneladas transportadas á un kilómetro; añadiendo $\frac{1}{3}$ á esta cantidad tenemos un poco mas de 7,7 toneladas transportadas á un kilom. como el mayor trabajo de un caballo corriendo con dicha velocidad por un camino á nivel y que se halle en buen estado. Es preciso rebajar de esta cantidad la pérdida de efecto causado por las cuestas y trozos de camino malo etc., lo que dará como trabajo medio de un caballo de posta que corre al paso que van hoy las diligencias, casi el doble del máximo que hemos señalado en la tabla. Las consecuencias de este exceso de fatiga son demasiado sabidas.

Segun las observaciones de Mr. Bevan los caballos que sirven en el canal de la *Gran-Union* transportan 617 tonel. á 1 milla (987 tonel. á 1 kilom.) con una velocidad de 2,45 millas por hora (3,93 kil.)

Hemos hecho ver en esta obra (pág. 44) que la fuerza

inmediata de un caballo está espresada por $250 v \left(1 - \frac{v}{V}\right)$ Y cuando el peso del barco ó carruage es al peso de la carga como n : 1, tenemos $\frac{250 v \left(1 - \frac{v}{V}\right)}{1 + n} =$ á la fuerza efectiva.

Y si llamamos d el número de horas de trabajo de una tarea, esta será $\frac{250 d v \left(1 - \frac{v}{V}\right)}{1 + n}$ en libras transportadas á una milla,

y $250 \left(1 - \frac{v}{V}\right)$ será igual á la fuerza de tiro en libras. Pero si la fuerza se aplicase inmediatamente, el valor de V será $\frac{14,7}{\sqrt{d}}$. Para saber el valor de V cuando los carros son los solo

puestos en movimiento, tenemos $1 : \sqrt{\frac{1}{1 + n}} :: \frac{14,7}{\sqrt{d}}$:

$\frac{14,7}{\sqrt{d(1 + n)}} = V$. Y la tarea diaria de trabajo $\frac{250 d v}{1 + n}$

$\left(1 - \frac{v \sqrt{d(1 + n)}}{14,7}\right)$. Esta cantidad es un máximo cuando

$\frac{96}{v^2(1 + n)} = d$. Por consiguiente cuando la velocidad es determinada, tenemos $\frac{96}{v^2(1 + n)} =$ á la duracion de la tarea de

trabajo en horas, y $\frac{8000}{v(1 + n)^2} =$ la tarea diaria efectiva de

trabajo, y $250 \left(1 - \frac{9,8}{14,7}\right) = 83\frac{1}{3}$ libras; pero se puede su-

poner que el valor de n es siempre bastante próximo á $\frac{1}{3}$ para no tener recelo de error en el resultado, empleando esta frac-

cion en su lugar, y entonces $\frac{72}{v^2} = d$, y $\frac{4500}{2} =$ la tarea dia-

ria de trabajo en libras, ó con corta diferencia $\frac{2}{v}$ toneladas le-

vantadas á una milla, lo que viene á salir á $\frac{3,2}{V}$ transportadas á un kilómetro. Esta última cantidad combinada con los números de la tabla anterior, da el efecto de un caballo en los canales, caminos de hierro y carreteras.

TABLA SEPTIMA.

Dimensiones y peso de las barras de hierro colado para los caminos de carriles estrechos.

distancia entre los apoyos en metros.		Grueso de las barras en milimet.	PESO TOTAL SOBRE CADA RUEDA DE LOS CARROS, EN TONELADAS.									
			0,5	0,75	1	1,125	1,250	1,375	1,5	2	2,5	
metros.	milimet.	peso de las barras kilogr.	peso de las barras kilogr.	peso de las barras kilogr.	peso de las barras kilogr.	peso de las barras kilogr.	peso de las barras kilogr.	peso de las barras kilogr.	peso de las barras kilogr.	peso de las barras kilogr.	peso de las barras kilogr.	
0,600	82,5	10,76	7,14	9,52	10,54	11,90	13,15	14,29	19,04	23,80		
0,914	101,5	8,71	13,15	17,55	19,75	21,77	24,	26,19	33,92	43,65		
1,066	111	11,11	16,66	22,22	24,94	27,89	30,60	32,33	43,44	55,55		
1,219	117	13,38	19,84	27,75	30,15	33,56	36,96	40,13	53,51	66,87		
1,370	123,5	15,87	23,80	34,74	35,83	99,00	43,75	43,61	63,40	79,36		
1,523	130			37,18	41,84	46,71	51,19	55,78	74,37	92,97		
1,675	136,4			42,97	48,52	53,97	58,40	64,51	85,94	107,46		
1,828	142,8			48,98	53,33	69,48	67,12	73,47	97,96	124,45		
2,438	152,			60,93	68,90	76,64	85,15	91,49	121,99	152,49		
2,133	165,6			75,50	84,70	95,23	104,31	113,26	151	188,32		
2,742	174,4			89,79	101,13	113,37	124,71	145,69	179,59	224,48		
3,047	184			105,21	118,36	131,52	145,12	157,78	210,42	263		
		25,4	38	50,8	57	63,5	79,8	76,19	101,61	127		

LONGITUD EN MILÍMETROS DEL BORDE SUPERIOR DE LA BARRA.

Estas dimensiones y los correspondientes pesos son los señalados para los casos ordinarios, pero para obras importantes, la fuerza debe aumentarse bastante mas, para disminuir los riesgos de un rompimiento por algun choque violento. Hemos dicho anteriormente que seria bueno aumentarla $\frac{1}{3}$ y aconsejamos que se le diese este aumento en lo ancho, á fin de dar al camino de hierro mas fuerza lateral. La tabla servirá en este caso para hallar el peso y grueso de las barras, y para eso es menester suponer que es aumentada $\frac{1}{3}$ la carga sobre una rueda y tomar en la tabla el número que da la fuerza correspondiente á este aumento. Para los carruages montados sobre muelles y los carros de vapor, se supondrá que el esfuerzo sobre cada rueda no es mas que los $\frac{2}{3}$ de la carga efectiva que pesa sobre ella, lo que dará el exceso de fuerza que conviene en semejante caso.

LIBRO OCTAVO

TABLA DE LAS BARRAS DE HIERRO FORJADO PARA LOS CARRIOS DE HIERRO DE

LIBRO SOBRE CADA RUEDA DE LOS CARRIOS EN TOLENTINAS.

Grueso de la barra en pulgadas	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4
20'8	95'05	13'44	61'34	88'88	120'12	163'12	193'12
20'8	25'80	03'40	60'84	87'84	119'12	160'12	190'12
20'8	40'20	02'12	59'62	83'82	108'22	148'22	178'22
20'8	30'22	01'02	48'22	73'00	93'00	123'00	153'00
20'8	30'28	01'02	48'22	73'00	93'00	123'00	153'00
20'8	21'10	00'83	34'01	54'41	74'41	94'41	114'41
20'8	83'12	00'68	20'08	31'44	40'08	48'08	56'08
20'8	10'18	00'68	22'40	27'80	33'13	38'46	43'79
20'8	10'28	10'04	21'00	27'80	33'13	38'46	43'79
20'8	12'13	13'48	19'13	24'43	29'73	35'03	40'33
20'8	10'38	10'64	13'01	16'58	20'55	24'52	28'49
20'8	2'78	0'25	2'80	2'80	2'80	2'80	2'80

EN MILIMETROS DE LA CARR SUPERIOR DE LA BARRA.

TABLA OCTAVA

DIMENSIONES Y PESO DE LAS BARRAS DE HIERRO FORJADO, PARA LOS CAMINOS DE HIERRO DE CARRILES ESTRECHOS.

PESO TOTAL SOBRE CADA RUEDA DE LOS CARROS EN TONELADAS.

Distancia entre los puntos en metro.	Grosor de las barras en milímetros.	0,5	0,75	1	1,25	1,50	1,575	1,5	2	2,5
		peso de las barras. kilogram.	peso de las barras. kilogram.	peso de las barras. kilogram.	peso de las barras. kilogram.	peso de las barras. kilogram.	peso de las barras. kilogram.	peso de las barras. kilogram.	peso de las barras. kilogram.	peso de las barras. kilogram.
0,609	63,5	2,95	4,42	5,78	6,57	7,26	7,71	7,33	11,57	14,51
0,914	76,2	5,44	8,16	10,88	12,24	13,61	14,97	16,33	21,77	27,22
1,066	79,4	6,12	9,18	12,13	13,72	15,13	16,78	18,25	24,23	30,38
1,213	92,1	8,39	12,58	16,78	19,04	21,09	23,13	25,17	44,56	4,96
1,370	98,5	10,09	15,13	10,18	22,68	25,40	27,89	30,46	37,18	50,45
1,523	101,5			23,13	26,08	29,02	31,74	33,70	46,26	57,60
1,675	108,5			27,10	30,83	34,01	37,41	40,09	54,29	67,80
1,828	114,7			30,28	34,24	39,13	41,93	45,68	60,70	75,95
2,133	130,7			39,55	43,54	48,52	53,06	57,60	77,10	96,36
2,438	127			46,26	52,15	58,05	63,49	69,39	92,52	115,43
2,742	136,5			55,90	63,49	69,84	76,64	85,26	111,15	140,47
3,047	142,9			65,97	73,47	81,54	88,88	98,07	130,15	163,15
		25,4	38	50,8	57	68	79,8	76,19	101,16	127

ANCHURA EN MILIMETROS DE LA CARA SUPERIOR DE LA BARRA.

Para un camino de hierro destinado á un servicio ordinario pueden tomar en esta tabla la dimensiones y pesos del hierro forjado, pero para un camino de servicio público es preciso añadir un tercio á la carga que pesa sobre cada rueda, y buscar en la tabla el número que corresponda á la carga con este aumento. Para los caminos, cuyos carruages mas pesados esten montados sobre muelles ó émbolos flotantes, no deben tomarse para la carga mas que los $\frac{2}{3}$ de la carga verdadera, si se trata de un camino particular; y si fuese camino público, la carga misma que pese sobre cada rueda servirá para hallar las dimensiones y peso de las barras.

Dimensiones y pesos de las barras	Dimensiones y pesos de las barras	Dimensiones y pesos de las barras
110.23	90.72	Plomo (fundido en rieles)
170.37	27.00	Hierro (colado en barras ó roscas)
273.37	27.32	Marmoles y piedras calizas (en sillares)
375.70	20.40	Granito
473.48	21.12	Rieles de Fontenay
480.77	20.80	Aleas de alfileres
490.04	20.10	Tornos de maderas
500.00	19.70	Piedras de Bath (en sillares)
374	17.12	Cadenillos (de carruaje montado)
071	14.80	Duchillos comunes (senos)
1000	10.00	Alm de río
1090	9.12	Fontaneros
1201	8.32	Tornos secos
1307	7.68	Tornos
1014	6.08	Cebadas
1014	6.08	Madera de pino
2810	1.28	Hierro (sujeto compacto)

TABLA NOVENA.

Peso que ocupa un metro cúbico, y espacio ocupado por 1000 kilogramas de diversas substancias.

SUBSTANCIAS.	Peso en un metro cúbico.	Espacio ocupado por 1000 kilogram.
	kilogramas.	decímetros cúbicos.
Plomo (fundido en rieles)	9072	110,23
Hierro (colado en barras ó goas)	5760	156,37
Mármol y piedra caliza (en sillares)	2752	363,37
Granito	2640	378,79
Piedra de Portland	2112	473,48
Arcilla de alfareros	2080	480,77
Tierra de miga	2016	496,04
Piedra de Bath (en sillares)	1976	506,00
Casquijo, (ó cascajo menudo)	1742	574
Ladrillos comunes (secos)	1488	672
Agua de río	1000	1000
Hornaguera	912	1096
Encina seca	832	1201
Trigo	768	1303
Cebada	608	1644
Madera de pino	608	1644
Heno, (añejo, compacto)	128	7810

FIN.

ESPLICACION DE LAS ESTAMPAS.

Figura 1^a Esta da una idea de la naturaleza de un camino de hierro. Se vé en ella una fila doble de carriles, de los que se llaman *estrechos*.

Para que pueda conocerse el modo de colocar las piezas, y cuales su disposición por dentro ó debajo del camino, figuramos que falta un trozo de un lado del carril. Las barras de hierro sobre que caminan las ruedas, estan sentadas sobre unos poyos ó piedras sillares *a a*. El sendero ó andén por donde van las caballerías, se hace con guijo ó con piedra majada.

Figura 2^a Representa el carro de vapor que se usa en el camino de hierro de Hetton. A es la caldera: BB los cilindros de vapor. El hogar está por dentro de la caldera. F, indica la entrada. C, es el cañon de la chimenea. DD, los embolos flotantes que llevan y sostienen la armazon del carro sobre el eje, y hacen las veces de muelles, igualando y suavizando la presion sobre las barras. Como la fuerza motriz no es igual sobre las ruedas de ambos ejes á un mismo tiempo, es necesario sujetar los ejes por medio de una cadena G, que se ajusta y encaja sobre los dientes de unas ruedas que tienen los mismos ejes. El agua que debe servir para surtir la caldera, y el carbon que vá en *b* para calentarla, se llevan en un carrillo que sirve como de *alijo*, y asi se llama. I es el tonel del agua, y *a* un tubo ó manga por donde pasa el agua á la bomba H, que hace andar la máquina. WW son los carretones de hornaguera, cada uno de los cuales lleva 53 quintales (±680 kilóg.) Un solo carro de vapor lleva un tren ó reata de unos 13 á 17 carretones de estos. Van enganchados los unos de los otros por medio de cadenas muy cortas CC. Las cigüeñas ó manijas de combinacion que comunican la fuérza de los émbolos á las ruedas del carro de vapor, están sujetas á las ruedas en tal disposición, que cuando un émbolo está á la mitad de la longitud de su salida, el otro está al principio de la suya.

Figura 3^a Vista de perfil de un camino de carriles estrechos de hierro colado, cuyas barras están sostenidas de poyos ó sillares de piedra DD.

Figura 4^a Plano de la barra que manifiesta las puntas escopleadas de los cabos de las barras, en en el punto donde vienen á ajustarse sobre la pieza de *asiento* que las recibe y sujeta, la cual es de hierro.

Figura 5^a Corte transversal de la barra por C, medio de su longitud.