

CAPITULO VIII

Aparatos de transporte empleados en agricultura.

OBJETO DEL CAPÍTULO. Los transportes se comprenden en general entre los trabajos agrícolas. Los gastos que necesitan figuran por una parte muy subida, sea en el precio de producción, sea en el de venta, de todos los artículos agrícolas. Los trigos, vinos, raíces, forrajes, materias textiles, maderas para obra ó para quemar, están gravados á su llegada al mercado, con gastos de transportes que aumentan siempre su precio de venta y exceden algunas veces con mucho al valor de la materia misma en el lugar de su producción.

El trigo que llega de la Rusia meridional, para no citar sino un ejemplo, sufre para llegar al mercado de Paris gastos de transporte que cuadruplican lo ménos su valor primitivo.

Los transportes á gran distancia de los géneros agrícolas han recibido, hace algunos años, admirables perfeccionamientos, y se efectúan hoy con una economía que no se hubiera podido esperar nunca. Los caminos de hierro han prestado, bajo este punto de vista, servicios incalculables. Transportan trigos de Madrid á Santander en 20 horas, por una suma muy inferior á la que era necesario gastar ántes para efectuar el mismo transporte en 15 ó 20 días.

Pero si los transportes á gran distancia ejercen una influencia considerable sobre el comercio de los géneros agrícolas, el acarreo á pequeña distancia que necesita el cultivo en el interior de cada hacienda, figuran en el precio de producción de las cosechas por una parte muy grande, de que no se tiene siempre la debida cuenta.

El cultivador no cesa, por decirlo así, de estar ocupado en transportes. Desde la mañana, ántes del día, va á buscar, al pajar y graneros, las camas y forrajes para distribuir á los animales. Despues necesita quitar los estiércoles de los establos y caballerizas, y transportarlos al pudridero.

Estos transportes no tienen lugar sino á pequeñas distancias, es verdad, pero se aplican pesos considerables, se repiten cada día, y no dejan de representar al fin del año un trabajo importante. Pero bien pronto llega el tiempo de los trabajos de cultivo; los arados, rastillos, rodillos, deben ser transportados cuasi cada día de la granja á los campos, y de los campos á la granja. Los estiércoles, los abonos, deben ser acarreados muchas veces bastante lejos, por caminos casi siempre en mal estado, y á través de campos labrados, donde los carros no avanzan sino con suma lentitud y un trabajo excesivo. En seguida es necesario llevar á la granja las recolecciones de la tierra, cuyo peso para raíces, por ejemplo, puede elevarse á 50 ó 60.000 kilogramos por hectárea y año. A estos diferentes transportes vienen despues á aumentarse el de la madera necesaria para el servicio de la casa, el de las piedras

y materiales de todas clases empleados en el entretenimiento de los edificios, cerrados, caminos de explotación, etc. En las condiciones ordinarias de nuestras explotaciones, los gastos de los transportes entran por 10 ó 20 por 100 en el precio de coste de la mayor parte de los productos del cultivo.

El peso total de los objetos transportables por año y por hectárea, y el gasto de este transporte, varían necesariamente mucho con las localidades y con el sistema de cultivo adoptado. Se evalúa en 100.000 kilogramos lo ménos, el peso total de las materias de acarreo, por año y por hectárea de tierra sometida á un cultivo activo. En el de los pastos, al contrario, los transportes se reducen cuasi á nada. El animal cebado va el mismo, por poco gasto, hasta el mercado. Entre estos dos extremos hay una porción de condiciones intermedias, que no vamos á discutir en detalle por el momento. Estas observaciones preliminares tienen solamente por objeto indicar cómo intervienen los transportes en los gastos de producción agrícola, y mostrar la necesidad de estudiar en detalle los procedimientos empleados para ejecutarlos, á fin de tratar de perfeccionar los métodos ordinarios, ó utilizar de la manera más prudente los recursos de que se dispone.

Cualquiera que sea el modo de transporte que se considere, ya se trate de transporte por agua, tierra ó por camino de hierro, se deben siempre estudiar separadamente los tres elementos que concurren á la operación, á saber: el vehículo, la vía de comunicación sobre la que se coloca, y por fin el motor que le pone en movimiento. No hablaremos aquí de las carreteras ni de las vías de agua, cuyo estudio, bajo el punto de vista agrícola, tendrá su lugar en otro sitio.

No repetiremos lo dicho sobre transportes á la espalda, ni sobre el empleo de motores animados, que se han estudiado con detalle en los capítulos anteriores. No vamos, pues, á hablar sino de los vehículos empleados sobre los caminos ordinarios por los cultivadores, y de los pequeños caminos de hierro ú otros mecanismos empleados en la explotación de las granjas. Terminaremos con algunas palabras sobre el estado actual de las locomotoras para carreteras.

RASTRAS. Se emplean algunas veces, sobre todo en las provincias vascoas, donde se llaman *narrias*, para transportar fardos, vehículos sin ruedas, que se arrastran directamente sobre el suelo. Los cervecedores, por ejemplo, acarrear algunas veces pequeños toneles sobre una rastra tirada por un caballo.

En algunas partes se bajan desde la cumbre de las montañas á los valles pesadas cargas de madera sobre rastras. Están formadas de dos largueros de madera unidos por travesaños, y terminadas por piezas de madera curvas que sirven de litera al obrero que dirige el aparato. Los largueros están guarnecidos inferiormente de tablas de 0^m,05 á 0^m,06 de cuadro, fáciles de reemplazar cuando están usadas por el frotamiento. Tienen 2 metros próximamente de longitud total, de los que 1^m,5 están ocupados por la carga; su ancho total es de 0^m,70, de ellos 0^m,60 entre los montantes laterales: pesa una trientena de kilogramos, no comprendiendo 5 á 6 kilogramos de cuerdas ó cadenas que sirven para fijar el cargamento.

Estas rastras bajan las fuertes pendientes sobre el suelo mismo de las sendas de la montaña, y pueden áun recorrer cuando hay nieve, caminos de pendiente bastante dulce. Pero en general para las explotaciones regulares, se construyen caminos especiales para ellas. Estos caminos presentan una inclinación de 9° á 13° sobre el horizonte. Están formados con palos gordos ó cuartales de madera colocados en el suelo, perpendicularmente á la direc-

cion del sendero. Estos tienen 1^m,60 de longitud en líneas rectas, y 2 metros en las curvas: están sujetos por dos piquetes metidos en tierra, de 0^m,25 á 0^m,30 próximamente por una de sus puntas. La distancia de estas piezas de madera es de 0^m,40 en líneas rectas, y puede reducirse á 0^m,20 en las curvas de pequeño radio.

En los Altos-Alpes, se emplea muchas veces para bajar el heno de los pastos elevados á las poblaciones, ó para efectuar sobre la nieve durante los largos meses de invierno transportes de toda clase, pequeñas rastras, que se llaman schlittes de los Vosgos, aunque sus dimensiones sean ménos considerables y su construcción más sencilla aún. Estas pequeñas rastras pesan apenas una veintena de kilogramos. Los patines de madera indicados, que se usan mucho, son algunas veces reemplazados por dos pequeñas bandas de hierro delgadas. El larguero y armazon están formados de una sola pieza de madera, encorvada poco después de cortada. En los países del Norte, los transportes más pesados se hacen durante el invierno con ayuda de rastras ó trineos. La nieve endurecida ó sábanas de agua helada, forman entónces caminos sin límites, abiertos en todas direcciones, cuya superficie, unida y resbaladiza, ofrece poca resistencia al movimiento de los vehículos. Pero en nuestros climas templados, las rastras no tienen lugar sino á aplicaciones muy raras y enteramente particulares; no debemos, pues, detenernos más tiempo en su estudio. En las ya citadas narrias de las Provincias Vascongadas, tiradas por bueyes, dentro de las calles de las poblaciones, llevan un barril con agua en la parte delantera, la cual se vierte poco á poco, y sirve para lubricar los largueros y disminuir así el frotamiento contra el suelo.

RESISTENCIA AL MOVIMIENTO DE LOS CARRUAJES. Los carruajes arrastrados sobre ruedas, son el vehículo más empleado en las granjas. Conviene, ántes de abordar la descripción detallada de estos aparatos, cuyas disposiciones generales son bien conocidas, estudiar con cuidado las circunstancias que influyen en el esfuerzo necesario para ponerles en movimiento.

Si se considera un vehículo cualquiera de ruedas, carretoncillo, carreta ú otro, se reconoce que la resistencia que opone al movimiento, se compone del frotamiento de la caja del cubo sobre el muñon del eje, y del frotamiento de rotacion de la llanta sobre la superficie más ó ménos áspera del camino.

FROTAMIENTO DEL EJE EN LA CAJA. El frotamiento de la caja de la rueda sobre el muñon del eje es relativamente poco considerable en los vehículos bien contruidos. Cuando el carruaje está en reposo, el centro del muñon del eje se halla sobre el diámetro vertical de la caja que guarnece el cubo, y la presión ejercida sobre la arista de contacto es igual al peso total del carruaje y su cargamento. Pero tan pronto como principia á producirse la tracción, este muñon se mueve, tiende á subir sobre el plano inclinado formado por la superficie interior de la caja, y por efecto de este movimiento principia la rueda á girar. El movimiento llega á ser periódicamente regular, el muñon oscila entre diversas posiciones cercanas colocadas un poco más adelante del diámetro vertical. Se produce, á cada instante, en el punto de contacto, un frotamiento que mantiene el eje en equilibrio sobre el plano inclinado correspondiente al plano tangente comun al muñon y á la caja, segun su línea de contacto.

Las dos fuerzas que solicitan al eje son, por un lado, el peso del carruaje y de su contenido, y por otro, el esfuerzo total de tracción; la resultante de estas dos fuerzas se obtiene fácilmente, trazando la diagonal del paralelogramo cuyos dos lados forman aquéllas. Esta diagonal representa en magnitud y dirección la presión ejercida sobre las superficies

frotantes: basta multiplicarla por el coeficiente del frotamiento que corresponde al estado de engrase del eje para tener el valor del frotamiento. En fin, se obtiene el trabajo consumido por vuelta de rueda multiplicando el frotamiento por la circunferencia interior de la caja del cubo. Para obtener el trabajo por metro recorrido, basta dividir el producto precedente por la circunferencia exterior de la rueda. Si se considera, por ejemplo, un carruaje de dos ruedas de 1^m,60 de diámetro con cajas de 0^m,035 de diámetro, y pesando en todo 1.500 kilogramos, se halla que la componente del peso y de la tracción sobre un camino ordinario, será igual á 1.500^{kg}. próximamente. La resistencia creada por el frotamiento será, pues, con un engrase ordinario, de $1.500^{\text{kg}} \cdot 7 \times 0,08 = 120$ kilogramos, y el trabajo por vuelta de rueda de $120 \text{ kilogramos} \times 0,314 \times 0^{\text{m}},035 = 120 \times 0^{\text{m}},110 = 13^{\text{kg}} \cdot 20$ ó, en fin, de $2^{\text{kg}} \cdot 6$ próximamente por metro recorrido por el carruaje, cifra poco elevada comparativamente al esfuerzo de tracción, como se verá dentro de un momento. El coeficiente del frotamiento del muñon del eje sobre la caja de fundición ó de bronce del cubo, puede variar, segun el estado más ó ménos perfecto de engrase, de 0,054 á 0,08, ó aún 0,09 en carruajes mal gobernados.

FROTAMIENTO DE LA RUEDA CONTRA EL SUELO. El frotamiento de rotación que la rueda sufre moviéndose sobre el suelo, constituye, cuando el terreno es horizontal, la mayor parte del esfuerzo de tracción. Importa dar cuenta, hasta donde es posible, del origen de esta resistencia.

La influencia que el estado del suelo ejerce sobre la tracción depende de dos circunstancias principales: las asperezas de la superficie y la flexibilidad del terreno.

Si se supone primero que la rueda que se mueve sobre una superficie perfectamente inflexible, encuentra un obstáculo, es fácil evaluar el esfuerzo de tracción horizontal necesario para vencer esta aspereza, sirviéndose de los medios de la Mecánica industrial. Se reconoce, apelando á ella, que para asperezas poco considerables relativamente al diámetro de la rueda, la porción del tiro que nos ocupa es proporcional á la carga total, é inversamente proporcional á la raíz cuadrada del diámetro de las ruedas. Si fuera necesario, por ejemplo, ejercer un esfuerzo de 200 kilogramos para vencer un obstáculo con una rueda de 0^m,60 de radio, no sería necesario sino uno de 163 kilogramos con una rueda de 0^m,90 de radio, por estar los números 200 y 163 en razón inversa de las raíces cuadradas de los radios considerados.

Si se examina, en segundo lugar, el movimiento de una rueda sobre un suelo perfectamente unido, pero de una dureza y elasticidad imperfectas, se ve producirse una depresión bajo la rueda y un pequeño plano inclinado que crea un obstáculo á su marcha, mantenerse constantemente delante de esta rueda. En esta situación, es claro que la resultante de las reacciones que el terreno ejerce sobre la rueda obra de abajo hácia arriba en una dirección ligeramente inclinada sobre la vertical, y que es igual y contraria á la presión ejercida sobre el suelo por la resultante del peso de la rueda cargada y del esfuerzo del tiro. La componente vertical es igual y contraria al peso de la carga bruta.

El esfuerzo de tracción es, en este caso, en razón inversa del radio de la rueda. Se ha considerado sucesivamente, en lo que precede, para hacer las explicaciones más sencillas, una superficie de rotación perfectamente rígida y con asperezas; después una superficie perfectamente unida, pero presentando un cierto grado de blandura y hundiéndose bajo la presión de la rueda. En realidad, las superficies naturales están siempre á la vez más ó ménos cubiertas de asperezas y más ó ménos flexibles. No se han hecho experimentos es-

pecialmente destinados á medir separadamente la influencia de la flexibilidad del suelo sobre el esfuerzo de traccion. Sobre buenos caminos, en efecto, este elemento de la cuestion es el ménos importante, pero en los trasportes de pequeña velocidad que se hacen en los campos, sobre tierras blandas, tiene una influencia considerable, y sería de desear, bajo el punto de vista de las aplicaciones agrícolas, que se hubiese hecho de ello un estudio serio.

RELACION DE LA TRACCION Á LA CARGA EN LLANO. Los autores se han limitado hasta el presente, á medir el esfuerzo total del tiro y á compararle á la carga, al modo de construir el vehículo y al estado de la superficie de rodamiento.

Los experimentos sobre la resistencia al movimiento de los carruajes, hechos por el general Morin, con su excelente dinamómetro contador, han conducido á las conclusiones siguientes en lo que concierne á las aplicaciones que nos ocupan:

La resistencia es sensiblemente proporcional á la carga. Sobre un camino empedrado ó sobre un empedrado sólido, la resistencia al movimiento de los carruajes referida al eje en una direccion paralela al terreno, es independiente del número de vueltas del vehículo, y sin gran error, independiente tambien del ancho de las llantas, con tal que pase de 0^m,08 á 0^m,10.

Sobre terrenos blandos ó compresibles, tales como la tierra natural, la arena, los empedrados nuevos, etc., la resistencia disminuye, al contrario, cuando el ancho de las llantas aumenta; sobre terrenos blandos, el esfuerzo de traccion es casi independiente de la velocidad.

Al paso, á una velocidad de 1 metro por 1", la resistencia es la misma para carruajes suspendidos y no suspendidos. Sobre caminos duros, la resistencia aumenta proporcionalmente con la velocidad, pero este aumento es tanto ménos rápido, cuanto mejor suspendido está el carruaje y el camino más unido. Así, la resistencia al trote no es mucho más fuerte que al paso, para una diligencia bien construida.

La relacion de la traccion á la carga varía, pues, con el radio de las ruedas, con la velocidad y con el estado de la superficie del camino. El cuadro siguiente, extractado de los experimentos del general Morin, contiene los datos numéricos obtenidos con vehículos provistos de ruedas semejantes á las que se emplean ordinariamente en agricultura.

RELACIONES DE LA FUERZA DE TRACCION A LA CARGA TOTAL ARRASTRADA.

DESIGNACION del camino recorrido.	VALORES de	CARRETAS.		CARROS.	
		0, m 10 á 0, m 12	0, m 10 á 0, m 12	0, m 10 á 0, m 12	0, m 10 á 0, m 12
Ancho de la llanta.....		0, m 0,32	0, m 0,32	0, m 0,32	0, m 0,32
Radio del eje.....		0, m 800	1, m 000	0, m 410	0, m 550
Id. de las pequeñas ruedas..				0, m 750	0, m 850
Id. de las grandes ruedas..					
Suelo de tierra en muy buen estado, casi seco.....		0,028	0,022	0,037	0,031
Id. sólido, recubierto de una capa de cascajo de 0, m 03 á 0, m 04 de espesor.....		0,071	0,057	0,095	0,081
Id., id., de 0, m 05 á 0, m 06, id.....		0,084	0,067	0,112	0,096
Id. de tierra firme, recubierto de 0, m 10 á 0, m 15 de cascajo, camino nuevo.....		0,090	0,071	0,120	0,103
Id. en tierra firme, recubierto de una capa de arena fina mezclada de cascajo de 0, m 10 á 0, m 15 de espesor.....		0,095	0,076	0,127	0,109
Camino empedrado en muy buen estado, muy seco y muy unido.....		0,015	0,012	0,020	0,017
Id., id., un poco húmedo, ó cubierto de polvo, con algunos guijarros á flor de tierra.		0,021	0,017	0,028	0,024
Id., id., muy sólido, con gruesos guijarros á flor del suelo.....		0,018	0,014	0,023	0,020
Id., id., sólido, con poco uso y lodo blando.		0,028	0,022	0,037	0,031
Id., id., sólido, con hendiduras de carril y lodo.....		0,034	0,027	0,045	0,039
Id., id., estropeado y con lodo espeso.....		0,040	0,032	0,053	0,046
Id., id., muy deteriorado, con hendiduras de 0, m 10 á 0, m 12, lodo espeso.....		0,053	0,042	0,070	0,060
Id., id., id., y además fondo duro y desigual.....		0,059	0,047	0,079	0,067
Id. con pavimento de adoquines duros....		0,012	0,009	0,016	0,013
Id., id., id., de ordinarios y seco.....		0,012	0,010	0,017	0,014
Id., id., id., id., mojado y con barro.....		0,016	0,013	0,022	0,019
Id. cubierto de nieve no pisada.....		0,053	0,042	0,070	0,060

El coeficiente de frotamiento de la caja sobre el eje era por término medio en estos experimentos de 0,065.

Segun los de otros autores, se admite que la relacion de la traccion á la carga total se eleva: á 0,25 sobre el terreno natural, no trillado, arcilloso seco; á 0,17 sobre terreno natural, no batido, silíceo ó gredoso; y á 0,08 sobre un camino en un estado medio de conservacion.

Para hacer comprender bien la significacion y el empleo práctico de estas cifras, apliquémoslas á algunos casos particulares.

Sea una carreta de dos ruedas del peso de 500 kilogramos, cargada con 1.000, pesando en total 1.500, y que tenga ruedas de 1^m,6 de diámetro. Adoptando las cifras del cuadro anterior, el esfuerzo de traccion necesario para hacerla avanzar en terreno perfectamente horizontal, sobre un camino en excelente estado, será de 1.500 kilogramos \times 0,015 = 22 kg,5. Si el camino está en mal estado, el esfuerzo de traccion será lo ménos de 1.500 ki-