

mento expuesto necesariamente en la práctica. Este doble objeto se adquiere colando las rejas en moldes cuya parte correspondiente á la cara superior de la reja sea de hierro, y el resto de arena. Es, pues, un moldeo hecho parte en arena y parte en metal. Tan pronto como la fundicion se ha vertido en el molde, en el momento sin duda en que comienza apenas á solidificarse, se dirige sobre la placa metálica que toca la parte superior de la reja, por medio de una regadera de grandes agujeros, que comunique con un depósito elevado, una lluvia, ó mejor una serie de pequeños chorros, que enfrien esta placa de metal y desagreguen la arena del molde. Se evita, por este medio, la especie de recocado que sufre una superficie moldeada en metal por el contacto con el metal próximo, aún incandescente, y se obtienen productos de fundicion ordinaria, no quebradiza, pero que se halla recubierta de una capa de extrema dureza en un espesor muy pequeño. Las ventajas de las piezas así obtenidas, para la construccion de un gran número de máquinas agrícolas, nos obligan á dar algunos detalles sobre su fabricacion.

Las rejas de los arados, como todas las piezas de cambio de las máquinas agrícolas, deben fundirse con una precision extrema, porque el bajo precio á que se debe darlas no permite retocarlas con herramientas; y sin embargo, es necesario que sean perfectamente parecidas para reemplazarse sin la menor dificultad, y que el parroquiano, por una simple indicacion del número, esté siempre seguro de poder obtener del fundidor piezas idénticas á las que le faltan. Los modelos deben, pues, ser de bronce, perfectamente pulimentados y ajustados, pero ésta precaucion no bastaria siempre; el moldeo á la mano, cuando se aplica á piezas pequeñas que es necesario hacer pronto y á bajo precio, no da resultados bastante precisos, piezas bastante idénticas unas á otras. Así se encuentran rejas salidas de la misma fundicion, cuyos canutos difieren en uno ó dos milímetros, el uno es demasiado grande y huelga sobre el dental, el otro es demasiado pequeño y no puede entrar. Estas dificultades que un golpe de lima hace desaparecer, no son nada en un taller, pero en casa de un labrador constituyen verdaderos embarazos que bastan para disgustarle por mucho tiempo de un instrumento quizás excelente en un principio.

No se insistirá pues, bastante cerca de los fabricantes, en interés mismo del porvenir de su industria, como tambien en interés del desarrollo de las aplicaciones de las máquinas á la labranza, para que aquellos empleen el moldeo *mecánico* para todas las pequeñas piezas de cambio de los aparatos que fabrican.

El moldeo *mecánico*, empleado por los grandes fundidores, no es aún conocido en todos los talleres de construccion de máquinas; creémos, pues, útil mencionar éste excelente método de trabajo. Los procedimientos pueden variar con los objetos que hay que moldear, y cada fundidor imaginará sin trabajo los mejores medios que debe emplear. Bastará aquí decir que el modelo debe estar descompuesto de manera que cada pedazo no tenga que producir sino una impresion poco profunda, en su bastidor, y que el relieve de éste pedazo de modelo, debe desprenderse sobre una superficie perfectamente plana y de metal como él. Cada elemento del modelo está fijo á la corredera de una prensa pequeña, montada sobre la mesa del moldeo, el bastidor, colocado entre señales muy exactas, es llevado bajo la prensa, y por algunas vueltas de rosca recibe la impresion que debe obtener y la pression del plano que le rodea; los otros bastidores que deben formar el molde, reciben del mismo modo las impresiones necesarias y no queda sino reunirlos. Para huecos, se obtienen los moldes por medios semejantes. Se comprende que las piezas moldeadas así obtenidas son necesariamente idénticas. Los gastos, por otra parte muy moderados, de éstas her-

ramientas; son bien pronto reembolsadas por la rapidez de la ejecucion y por la economía que se encuentra en dar á aprendices ú obreros medianos piezas de pequeño volúmen, muchas veces difíciles, y que no se podrian confiar sino á obreros modeladores muy buenos. No nos cansaremos de repetirlo; la industria de las máquinas agrícolas, hallará gran mercado con la condicion de que las fabriquen bien. Para acertar, es necesario principiarse por proveerse de buenas herramientas y tratar á la maquinaria agrícola, si no con tanto lujo, al ménos con tantos cuidados y precision como á la maquinaria industrial.

Las rejas fabricadas como se acaba de explicar, resisten á las tierras más pedregosas y conservan siempre un excelente córte, afilándose por el uso. La fundicion más tierna, en efecto, que se halla en la parte baja de la reja se gastá antes y forma siempre una lámina inclinada prolongada, terminada por la delgada capa de materia extremadamente dura de la superficie. Cuando la reja, al cabo de mucho tiempo, se gasta y pasa á ser un desecho, la pérdida es menor evidentemente que con las rejas de hierro dulce, pues que la diferencia de los precios de fundicion vieja y nueva es menor que la de los hierros nuevo y viejo, y sobre todo acerados. Es, pues, de desear, en interés de la economía del labrador, que se generalice más y más el uso de las rejas de fundicion. Pero no se podrá recomendar bastante á los fabricantes no den sino buenos productos de éste género, porque los menores contratiempos al principio comprometerian para siempre su marca y aplazarian por largo tiempo la adopcion de nuevos aparatos en las comarcas en que dieron mal resultado, observacion que deben tener muy presente, sobre todo, los fabricantes españoles.

En ciertos suelos muy ricos en cantos silíceos, las puntas de las rejas más duras se gastan rápidamente, y bien pronto están fuera de servicio. Para remediar este inconveniente, se emplea una disposicion muy sencilla. Una barra de hierro cuadrado ó de acero terminada en punta, está encajada en toda la longitud de la cepa, y forma un saliente de algunos centímetros delante de la reja horizontal; á quien remplace alguna vez en suelos muy arenosos y pedregosos. La mayor parte de uso se efectúa sobre el extremo de esta barra metálica, que basta de tiempo en tiempo poner un poco más adelante para restablecer el arado en su estado primitivo, sin necesidad del forjador.

Hemos supuesto en todo lo que precede, que la reja estaba absolutamente fija, y que su posicion, una vez determinada, no debia variar. Pero se concibe que pudiera tener gran ventaja, que tuviese igualmente medios de regularizacion, á fin de que el labrador pudiese levantar ó bajar un poco la punta, llevarla un poco á derecha ó izquierda, segun la naturaleza del suelo, segun la profundidad de la labor y aún segun el estado de uso de su punta y de su corte. En los arados de hierro de la mayor parte de los constructores ingleses, la reja está, en efecto, dispuesta de manera que se pueda obtener este resultado.

Esta disposicion debe evidentemente producir buenos resultados: si la reja está bien puesta, nada la obliga á moverse, y si se halla en las condiciones de un arado ordinario, pero de tiempo en tiempo se cambia la naturaleza del trabajo, ó cuando á la larga el uso ha modificado la forma de la punta ó del corte, es muy ventajoso poder restablecer la herramienta en las condiciones que responden á su máximo de efecto. Más adelante se hallará la descripcion de algunos de los medios empleados para regular la reja.

VERTEDERA. Tiene por objeto, como se ha dicho al principio, levantar y volver sobre sí misma la faja de tierra, separada por la accion combinada de la cuchilla y de la reja. Este movimiento de vuelco, debiendo ser completo en la longitud de la vertedera, se debe que la arista inferior de esta faja de tierra, siendo casi horizontal, en el momento en

que la reja acaba de separarla, y donde comienza á ser empujada por la superficie de la vertedera, su inclinacion debe ir en aumento y tener su límite en el momento en que la vertedera la abandona. Supongamos, para simplificar cuanto es posible, que se trata de una tierra un poco cubierta de yerbas y suficientemente fresca y compacta, para que la faja de terreno se deje volcar sin romperse: el pedazo de tierra debe girar al rededor de su arista desde el origen del movimiento; la superficie de la vertedera debe en seguida cogerle para hacerle girar al rededor de la otra arista, hasta que la vertical que pasa por su centro de gravedad, viniendo á caer á la derecha de este punto, se termine la inversion, y que el pedazo de tierra venga á apoyarse sobre el que le precede. El movimiento que se acaba de describir se producirá poco más ó menos, si la superficie de la vertedera está engendrada por una línea recta, cuya inclinacion sobre la horizontal, nula en el origen, vaya aumentando proporcionalmente á su distancia de este origen.

Volverémos á hablar en detalle sobre el modo de generacion de la vertedera. Esta primera indicacion aproximada, tiene solamente por objeto hacer concebir, de una manera general, cómo puede efectuarse el movimiento de rotacion del suelo por la accion continua de la superficie de la vertedera. En las cátedras, para hacer comprender á los discípulos que no hayan observado un arado trabajando, el modo de accion de este admirable instrumento, se puede emplear un modelo, cuyo funcionamiento basta para dar una primera idea del modo de accion de la vertedera. Una serie de pequeñas láminas delgadas, de 0^m.04 sobre 0^m.06, se colocan unas al lado de otras, forman por su reunion un prisma de una longitud cualquiera, y tienen para seccion la superficie de estas láminas. Para que todas ellas queden yuxtapuestas, están agujereadas cerca de su centro con agujeros que se corresponden, por los que pasa un hilo de goma, terminando en cada extremidad por un nudo mayor que los agujeros. Muchos rosarios parecidos, puestos unos al lado de otros sobre una superficie plana, figuran el suelo que hay que labrar. Poniendo un pequeño modelo de arado entre el primero y segundo prisma y tirando hácia adelante, el primer prisma se levanta, es volcado por la accion de la vertedera, y viene á caer sobre el surco de la derecha; se repite la misma experiencia sobre el segundo prisma, que se vuelca sobre el primero, y así sucesivamente. Este modelo no da seguramente una idea perfectamente exacta, porque no se podría asimilar un prisma de tierra á uno de madera, compuesto de láminas independientes, como se acaba de hablar; pero es, sin embargo, muy cómodo, como medio material de explicacion, lo que nos ha decidido á mencionarle aquí.

La forma geométrica de la vertedera del arado ha preocupado mucho á geómetras y sabios. El célebre Jefferson, presidente de los Estados-Unidos de América, es uno de los primeros autores que han dado reglas seguras y precisas para el trazado de la vertedera. Las investigaciones de este hombre eminente han ejercido una influencia muy benéfica sobre el perfeccionamiento de los arados americanos. Una coleccion de estos instrumentos, enviada por el juez Peters, presidente de la Sociedad de Agricultura de Filadelfia, al gran concurso abierto en Noviembre de 1815 en Inglaterra, fué extremadamente notable en Europa, y provocó ciertamente una parte de las investigaciones emprendidas desde esa época sobre el problema de la construccion de las vertederas. Indicarémos desde luego, en pocas palabras, la naturaleza de algunas de las superficies geométricas que han sido propuestas para asegurar el vuelco fácil y regular de la faja de tierra cortada por la reja. Jefferson proponia dar á la vertedera una superficie engendrada por el movimiento de una recta móvil sobre otras dos rectas, quedando perpendicular á una de ellas, puesta en el fondo del surco del lado

opuesto á la reja. Esta superficie es lo que se llama el parabolóide hiperbólico. Lambruschini, Ridolfi, Gasparin y otras muchas personas, prefieren la forma de un helizóide (alabeado y de plano directo), teniendo por directriz la línea recta horizontal indicada por Jefferson, y para segunda directriz, el cuarto de una espira de hélice, cuyo eje será esta línea. Valcourt adopta para generatriz de su vertedera una recta constantemente horizontal, que se apoya sobre un cuarto de círculo que va desde la pieza principal á la punta de la reja, y sobre la diagonal de un cubo, cuyos lados son horizontales y verticales, y cuyo vértice está colocado en la punta de la reja.

Las secciones de ésta superficie, por planos verticales perpendiculares al surco, no son líneas rectas, sino curvas cóncavas del lado de la faja de tierra. Moll, Bella y otros muchos agrónomos extranjeros, han propuesto otras reglas para trazar las vertederas de los arados, á las que han dado su nombre. Estas, excelentes sin duda para las condiciones en cuya vista han sido combinadas por estos hábiles agrónomos, no han sido adoptadas de una manera general, como tampoco las de que hemos hablado primero.

La cuestion de la forma de la vertedera es bastante sencilla cuando se limita á considerarla de una manera abstracta, como lo han hecho los geómetras, admitiendo que la faja de tierra no se rompe durante su volcamiento, y que sólo sufre las deformaciones que se suponen *a priori*, sin consultar la experiencia. Pero el problema llega á ser mucho más complicado, y aun no parece abordable por el cálculo sólo, á falta de datos experimentales suficientes sobre ciertas propiedades mecánicas de las tierras, cuando se quiere aplicarlas en las condiciones de la práctica y tener en cuenta los diferentes elementos de la cuestion. Creemos, pues, inútil reproducir aquí los desarrollos que se encuentran en muchas obras sobre el trazado de las superficies geométricas puras, propuestas para las vertederas. En el estado actual de nuestros conocimientos, las investigaciones experimentales, traducidas é interpretadas por consideraciones de geometría descriptiva, parecen el mejor medio de tratar el problema del trazado de la vertedera en cada caso particular, segun la naturaleza del suelo y segun el fin que el labrador se propone sacar.

No se pueden, pues, dar reglas generales para trazar *a priori* una vertedera destinada á llenar de la manera mejor posible un fin determinado: es necesario resolverse á proceder por tanteos sucesivos, limitándose á perfeccionar las formas adoptadas en condiciones análogas á las en que se debe operar, ó bien rectificar poco á poco un primer proyecto, dirigido, segun las condiciones simplificadas que se imponen, como punto de partida de un primer ensayo. Con este motivo, son necesarias algunas explicaciones.

Cuando se estudia superficialmente el movimiento de volcamiento de una faja de tierra por la accion de la vertedera, se admite implícitamente, como hemos dicho, para simplificar, que cada corte de esta faja de tierra gire sucesivamente al rededor de dos de sus aristas, para pasar de su posicion primitiva á su posicion definitiva. En realidad, las cosas no pasan así. La faja de tierra debe torcerse sobre sí misma y despues destorcerse para pasar de su posicion en el barbecho á su posicion en la labor. Este movimiento de torsion entraña necesariamente un alargamiento desigual de los diferentes filetes paralelos que se pueden considerar en la faja, alargamiento que desaparece cuando el volcamiento es completo. Las moléculas de la tierra están, pues, obligadas á alejarse primero unas de otras, para aproximarse despues. Además, deben resbalar las unas con relacion á las otras, en dos pedazos consecutivos para asegurar el movimiento de torsion. La forma de la seccion debe, pues, modificarse notablemente en estos movimientos complicados. Si el movimiento de torsion

se produce sobre una longitud bastante grande, y la tierra es bastante unida, se puede admitir, sin error sensible, que el volumen de la faja es constante, que la superficie de cada seccion está en razon inversa del alargamiento de la porcion correspondiente, y que estas secciones quedan semejantes á sí mismas. El problema está entónces completamente determinado, y es fácil dibujar las proyecciones de la faja en toda la longitud de la parte torcida, desde el nacimiento de la reja, hasta la extremidad de la vertedera. Para hacer este trazado en estas hipótesis, se determinarán las proyecciones de la línea central de la faja por la doble condicion que esta línea esté, sobre todo, á una distancia de la vertedera igual al semi-espesor de la faja, y que los puntos conocidos de las dos aristas sucesivamente en contacto con el fondo del surco, y al rededor de las que se opera la rotacion, se hallen constantemente á una distancia de esta misma línea igual á la semi-diagonal de la faja. Se referirán á la línea curva, así determinada, una serie de planos perpendiculares, en los que se trazará, rebatiéndolas, las secciones cuadrangulares de la banda, lo que dará, pasando de los rebatimientos á las proyecciones, la continuacion de los puntos de las cuatro aristas de la faja inflexible y torcida.

Es verdad que esta construccion geométrica es exacta en las hipótesis en que se aplica; pero ¿en qué límites son verdaderas estas hipótesis? La Geometría no podria decirlo, y la experiencia sólo puede dar con este motivo noticias útiles. Si el movimiento de torsion ó de destorsion de la faja es muy brusco para el grado de consistencia de la tierra considerada, la faja se rompe y se reduce á fragmentos más ó ménos gordos. Si la presion llega á ser en ciertos puntos superior á la resistencia del suelo á romperse, se produce el mismo efecto.

Si la union de la reja y la vertedera, y la forma de estas dos piezas son tales que una parte del peso de la faja carga sobre el ángulo, al rededor del cual debe producirse la rotacion, este ángulo se rompe, se redondea y la seccion de la faja cesa de ser rectangular.

La experiencia sólo puede enseñar, para cada tierra y para cada estado de humedad de esta tierra, el momento en que estas diversas acciones comienzan á producirse. Estos experimentos deben hacerse sobre el campo mismo, midiendo sobre las fajas de tierra, con las convenientes precauciones, su resistencia á la torsion, como se haria casi para un prisma de madera, el límite del ángulo de torsion por unidad de longitud donde comienza la rotura, la resistencia al alargamiento y el límite en que principia la rotura, y, en fin, la resistencia á la pulverizacion y el punto en que comienza. Se pueden obtener los mismos datos, haciendo trabajar arados de diversas formas, y observando los que operan el vuelco del suelo, los que comienzan á romper la faja y pulverizan el suelo. Los dibujos de las vertederas, unidos á la forma observada de la faja de terreno durante el trabajo, darán los mismos datos que los experimentos descritos é indicados en primer lugar.

Cuando se tenga averiguado, como acabamos de decir, cuál es el ángulo de torsion máximo que puede sufrir la faja de tierra sin romperse, sobre una longitud de 0^m.05, por ejemplo, es claro que dos secciones hechas en la vertedera en este intervalo, deberán hacer entre sí un ángulo más pequeño que este límite. Si el ángulo de las dos secciones consecutivas de la vertedera es mayor que aquél, es evidente que la tierra será rota y no simplemente volcada. La forma de la vertedera, las propiedades del suelo que debe cultivar y la naturaleza del trabajo que hay que obtener, están, pues, íntimamente ligadas entre sí; tal arado, excelente aquí, es detestable allá; tal arado, muy bien dispuesto para un sistema de cultivo, es malo para otro sistema en el mismo terreno. Es en vano que se quiera construir

una vertedera universal; el problema comprende muchos elementos, en general inconciliables, como tendremos ocasion de explicar.

Para discutir el efecto de una vertedera, como para modificar su trazado de manera que se obtenga un efecto dado en una tierra determinada; para hacer, en una palabra, proyectos de vertederas, es necesario precisamente, como se ha podido comprender por lo que precede, tener un método fácil y exacto de dibujar estos aparatos bastante complicados, y poder seguir sobre las superficies así representadas las variaciones de las formas de la tierra del surco.

El dibujo geométrico de una vertedera se obtiene, de la manera más sencilla, proyectando secciones equidistantes y suficientemente próximas, hechas por una serie de planos paralelos al plano de proyeccion.

Dibujando, por este método, sobre algunas de las vertederas las posiciones que la faja de tierra ocupa para pasar de una seccion de la vertedera á las siguientes, se reconocerá fácilmente que la mayor parte de estos instrumentos están destinados á remover y romper la tierra, y no á volcarla por prismas regulares. La fuerza necesaria para ejecutar la division del suelo se añade naturalmente á la que es necesaria para efectuar el volcamiento, y varía enormemente segun la manera como obren las fuerzas puestas en juego, segun que se ejecute solamente el trabajo estrictamente necesario, ó que se ejerza sin utilidad de los esfuerzos de compresion ó de abatanamiento más ó ménos considerables.

Cuando se ha dibujado el proyecto de una vertedera que parece responder lo mejor posible á la naturaleza del suelo y á la especie de trabajo á que se la destina, es prudente someterla á la prueba de la experiencia y corregirla, si hay necesidad, ántes de construirla de metal. Para conseguir este objeto, se construye de madera una vertedera semejante al dibujo, se la recubre de una capa espesa de una buena pintura de aceite y barniz, que se deja secar bien, se la fija á una montura de arado y se la ensaya en el terreno para que está destinada. Se notan con cuidado los puntos en que ha sufrido más la pintura y los en que ménos. Se añade un poco de madera en los segundos y se quita con la garlopa en los primeros. Se vuelve á pintar la vertedera, y se procede á un segundo ensayo. Despues de algunos tanteos ejecutados así, se llega á la forma de la vertedera que mejor responde á la naturaleza del suelo y al género de trabajo á que la destina el labrador, sea que trate de arrancar tierra, sobre todo, y revolver el suelo, conservando la forma de las fajas enteras, sea que busque lo contrario, labrar pulverizando la tierra de una manera completa. La vertedera así construida sirve de modelo, sea para construirla de fundicion, sea para construir el modelo necesario al forjador de vertederas de chapa: este método de ensayo de las vertederas es muchas veces empleado por los constructores, y permite corregir rápidamente ligeras imperfecciones que los dibujos no permitieran apercibir. Este es el método que aconsejamos especialmente á los labradores españoles, que no deben adoptar ciegamente los arados que les venden los almacenistas, contruidos frecuentemente en el extranjero para terrenos diversos y labores distintas.

La mayor parte de las personas que han escrito sobre construccion de arados, y en particular sobre la forma de las vertederas, se han preocupado sobre todo del medio de volcar la banda de tierra sin romperla, y han tenido poca cuenta de la accion de desmenuzamiento del suelo que producen siempre ciertos arados en terrenos de determinada naturaleza. Esta cuestion exige algunas observaciones harto olvidadas frecuentemente.

Cuándo se quiere comparar dos arados, es indispensable precisar, anté todo, la natu-