

conveniente anejo á las máquinas en general, de exigir el empleo de un motor más ó menos dispendioso, cuya acción no puede transmitirse íntegramente. 2.ª Las causas particulares que pueden hacer el empleo de tal máquina elevadora, ventajoso ó desventajoso para el uso de los riegos.

En las localidades en que no hay ningún otro medio de obtener el agua necesaria para regar los huertos sino sacarla de cierta profundidad, es evidente que no es posible detenerse por los inconvenientes de las máquinas en general. Cuando se está en presencia de una necesidad, se debe tratar solamente de hacer uso de la mejor máquina posible.

Pero se concibe que las presentes observaciones se refieren principalmente al caso en que se puedan poner en concurrencia los dos medios de obtener el agua, sea por derivación, sea por medio de las máquinas. Entonces es cuando las ventajas y los inconvenientes de estas últimas deben estudiarse minuciosamente, á fin de evitar grandes errores, admitiendo provisiones que no se realizan. Sin salir, por otra parte, de las consideraciones especiales pueden compararse los dos sistemas. De este modo, el gasto obtenido por derivación resulta el mismo que el empleo de una máquina, pero de una máquina muy sencilla, que es el plano inclinado. Aquí el motor es una fuerza natural que no se paga, la gravedad. Ella arrastra las moléculas fluidas á lo largo de las pendientes y despues el rozamiento ú otras resistencias compensadoras, detienen su movimiento acelerado, produciendo un movimiento más uniforme.

Una derivación con presa está basada en el mismo principio; pero la pendiente ha sido atenuada ó asegurada, y la ganancia de nivel obtenida en un punto determinado recibe inmediatamente su utilización.

En todos casos, si se admite que el gasto obtenido por vía de derivación resulta del empleo de una máquina, deberemos reconocer que esta máquina es sumamente sencilla y que utiliza además un motor natural permanente, que no cuesta nada; en tanto que en los demás sistemas es preciso recurrir á construcciones más ó menos complicadas é imperfectas y con la precisión de consagrarle motores dispendiosos.

VENTAJAS É INCONVENIENTES DE LAS MÁQUINAS.—Generalmente hablando, debe preferirse la derivación á la máquina elevadora; pero en ciertos casos habrá lugar, no obstante, de adoptar esta última, despues de convencerse de la posibilidad de ejecución y de los gastos que han de hacerse en cada sistema, tanto para el establecimiento, como para la conservación.

Respecto á los inconvenientes relativos al empleo de las máquinas por consecuencia de circunstancias particulares relativas á los riegos, se debe poner en primera línea la intermitencia del servicio.

Debe contarse, en efecto, con una interrupción de cerca de seis meses, en la estación ordinaria del riego. En lo que se relaciona con las operaciones de colmatage, del riego invernal de los prados llamados Marcita, en uso solamente en el Milanésado, no siendo todo esto sino excepcional, debe considerarse que el agua destinada al riego propiamente dicho, ó de verano, no es necesario sino durante la mitad próximamente del año.

En cuanto al empleo de ciertos motores, como el vapor, por ejemplo, tal interrupción produciría un aumento enorme en los gastos generales; y esto explica en parte las dificultades que se han hallado constantemente cuando se ha tratado esta importante cuestión: de la aplicación del vapor al acrecentamiento de los grandes riegos en las localidades en que las derivaciones son casi imposibles.

En cuanto á la extensión dada á los diversos detalles sobre el empleo de numerosas máquinas que pueden emplearse para riegos, hubiese sido mucho menor si no atendiéramos al gran progreso de los abonos líquidos, que exigen, segun dijimos (Capítulo VIII), máquinas elevadoras para almacenarlos en el depósito desde el que se han de distribuir. Como este es un grandísimo adelanto que conviene introducir, ó mejor dicho, propagar en España, de aquí nuestra insistencia en el empleo de algunas máquinas.

Hay además en nuestro país otra condición de gran interés, cual es la falta de espíritu de asociación. Los propietarios de la vega de un río pueden concertarse para pedir la concesión de un canal aguas arriba, si no hay razones especiales que á ello se opongan, y derivar una parte de su caudal por dicho canal, regando una zona más ó menos extensa. Pero por mil causas no lo hacen y entonces conviene más al propietario inmediato al río poner una máquina que eleve el agua del mismo, tomando á veces la fuerza motriz de la corriente misma. Los otros propietarios más alejados saben que por efecto de las filtraciones hay agua á poca profundidad y montan una noria ú otra máquina análoga.

Este caso puede sufrir muchas variantes, pero queda el mismo en el fondo, y el ribeño no quiere entenderse con los vecinos, porque cree salir mejor librado con el sistema que se sigue en sus tierras desde muchos años atrás.

Resulta, pues, que cuando la propiedad está dividida, no hay hábitos de asociación, y faltan los capitales para acometer obras, que aunque de utilidad segura, exigen desembolsos al principio, conviene emplear las máquinas elevadoras, y más si se desea regar con abonos líquidos ó aguas cargadas de sustancias fertilizantes.

ELEVACION CON CUBOS Y CUBETAS. El medio más sencillo de elevar el agua consiste en el empleo de cubos manejados cada uno por un solo obrero, ya para regar, ya para desecar un terreno. El mayor efecto útil en este caso se obtiene cuando la altura de elevación no excede de 0^m,6 á 0^m,8. Segun los experimentos de Perronnet puede elevar por este medio un hombre en ocho horas de trabajo 46 metros cúbicos á 1 metro de altura, lo que representa un trabajo útil de 46.000 kilográmetros en 8 horas de faena. Si la altura pasa de 1 metro, conviene establecer depósitos intermedios, subiendo el agua por el mismo medio de uno á otro y cuidando que su diferencia de nivel respectivo no pase de la citada altura.

Este sistema presenta varios defectos, puesto que los cubos ó baldes deben ser vueltos para llenarse y para vaciarse, tienen que descender de vacío, y exigen subir más alto que el punto en que se vierte el líquido. Se disminuyen algunos de estos inconvenientes empleando cubos cuyo fondo tenga una válvula que permita llenar el cubo por su fondo cuando se le meta en el agua, ó bien operando con ayuda de cubetas manejadas por dos hombres, que imprimen á cada una un movimiento de vaiven en arco de círculo.

Este último medio se emplea mucho en los riegos de Egipto. Dos hombres, subidos cada uno en una elevación de tierra y colocados uno en frente de otro, sostienen con cuatro cuerdas y balancean un cesto de mimbre, fabricado en forma de casquete esférico y recubierto de cuero, sacan el agua en este cesto, y la echan á vuelo sobre las tierras por el mismo movimiento. El baldeo no es muy usado en Europa sino para los agotamientos.

Cuando se emplea el cubo para subir el agua de profundidades considerables, lleva una cuerda atada á su asa, de cuya cuerda tira para elevar el cubo. El modo de tirar puede ser inclinándose el obrero y recogiendo la cuerda, como lo hacen los marineros para sacar un balde de agua del mar, cobrando dicha cuerda, ó bien poniendo una polea de retorno, de suerte que el operario no tenga necesidad de colocarse encima del brocal del pozo y vaya

recogiendo la cuerda de arriba hacia abajo. Este segundo medio es, con mucho, preferible al primero, por lo cual debe establecerse la polea siempre que sea posible: en efecto, además de ser menos peligroso para el que saca el agua, tiene la ventaja de que el peso de su cuerpo ayuda á la faena, y que ésta es mucho más cómoda para nuestro organismo muscular. El resultado práctico es que un hombre eleva mucha más cantidad de agua con la polea que sin ella.

Conviene emplear dos cubos en vez de uno, atados uno á cada extremo de la cuerda, con objeto de no tener que elevar inútilmente el peso del cubo, compensado así con el del otro. Para mayor compensación conviene suspender debajo de los cubos un cabo de cuerda, de igual longitud que la altura del pozo. En efecto, cuando el cubo vacío está en el punto más alto, después de haberse vaciado, al tirar de su ramal para subir el lleno habría que elevar todo el ramal de este cubo lleno, sin que nada le equilibrase en el otro, á no que se haya tomado la precaución indicada de colocar bajo éste un cabo de cuerda. Dicho cabo queda sumergido ó flotando en el agua, sin estorbar lo más mínimo, conforme va bajando el cubo para llenarse; puede ser una prolongación del ramal mismo de la cuerda, la cual irá anudada á la asa del cubo. Esta precaución sólo tiene interés para grandes profundidades.

TORNOS Y MALACATES. En vez de una polea suele montarse un torno con dos cigüeñas y una cuerda arrollada con dos cubos en sus extremos. Es el aparato tan conocido en las bocaminas y en Madrid para hacer los pozos de las obras subterráneas de todo género, sustituyéndose en este caso las dos espuelas por dos cubos. Al principio de este capítulo indicábamos el trabajo mecánico que puede obtenerse con este aparato, el cual es tan económico como excelente. Se cuidará de poner también un cabo de cuerda en cada cubo, si el pozo es muy profundo.

Si el volumen de agua que se trata de elevar es muy grande, puede ponerse una rueda de clavijas montada sobre el eje del torno ú otro mecanismo cualquiera, por ejemplo, engranajes que permitan á uno sólo ó dos hombres sacar el agua de profundidades considerables sin gran esfuerzo, aunque como en toda máquina á expensas del tiempo. Recordemos además que una máquina consume tanta menos fuerza en resistencias pasivas, ó en otros términos, en pérdidas inútiles, cuanto más sencilla es, lo cual, unido á la conveniencia de que todo aparato manejado por gentes rudas debe ser lo más fuerte posible, nos lleva á aconsejar el empleo del torno ordinario, entre todos los otros, apelando á una máquina más perfecta de otro género cuando las circunstancias lo permitan.

Conviene en los tornos poner una rueda de trinquete, un freno de presión, ó por lo menos un tope para sujetar el cubo que tendiera á descender en caso de descuido de los operarios, pues dejándolo caer libremente en un pozo de gran altura, ocasionaría desperfectos.

Cuando se trata solamente de una cantidad de agua limitada, y sobre todo de un empleo temporal como para el riego de un cultivo de hortaliza de corta extensión, uno de los medios más sencillos de obtenerla consiste en la elevación con el aparato tan sencillo conocido con el nombre de *malacate de pocero*, que consiste en un tambor montado sobre un árbol vertical, que recibe directamente el movimiento de rotación del manubrio, movido éste por un caballo. La cuerda arrollada á este tambor comunica con la cábría, que con ayuda de una polea sube el cubo lleno al mismo tiempo que el vacío vuelve á bajar. Un pequeño escape, colocado á la altura conveniente, determina, además, el límite del movi-

miento ascendente, después que el cubo lleno se inclina y vácia por sí mismo, sea en un depósito ó sea en un sistema de conductos que van á distribuir el agua en toda la extensión del terreno que se quiere regar. El aparato es tosco y barato.

De esta manera no hay casi interrupción en el trabajo, y se mejora algún tanto el efecto útil de la máquina.

Cuando el agua debe ser extraída de una profundidad de 8 á 10 metros, como sucede frecuentemente en los pozos de las huertas, próximas á las grandes poblaciones, este sistema es uno de los mejores que pueden emplearse, por lo sencillo y no expuesto á descomponerse, lo que es en todas partes una ventaja que debe apreciarse muy especialmente.

No comprendiendo los pozos, que son independientes del modo de elevación del agua, semejante aparato, bien construido, para la fuerza de un caballo de talla ordinaria, provisto de un techado, de cubos y diversos aparejos de que se trata, cuesta unas 600 pesetas, y su duración es casi indefinida. Este aparato se prefiere en Francia á casi todos los del mismo género para elevar las aguas destinadas al riego abundante que reclama el cultivo de hortalizas destinadas al consumo de las ciudades. Los cubos suelen ser grandes, á veces verdaderas barricas, y la tracción se ejecuta con dos caballerías ó dos bueyes.

RIEGO CON PALA. En algunas propiedades atravesadas por corrientes de agua con remansos, cuyas orillas están casi al nivel del suelo, ó en las que se han practicado estanques inmediatos á los cultivos regables, se puede servir con ventaja de una simple pala ó achicador de barco. Consiste en una especie de cuchara grande formada de planchas delgadas, teniendo interiormente 0^m,40 de longitud por 0^m,25 de ancho, de manera que contenga cómodamente 4 ó 5 litros de agua; está provista de un mango ligero y flexible de cerca de 1^m,25 de longitud, algo inclinado hacia adelante. Con ayuda de este sencillo instrumento, un hombre de regular fuerza proyecta el agua del riego sobre una zona de 8 de ancho á partir del sitio. Se mezcla el agua de este modo con cierta cantidad de aire, y es muy favorable para la vegetación.

Cae, es cierto, en gotas grandes, lo que podrá ser perjudicial á ciertas plantas delicadas que exigen un terreno siempre poroso; pero en muchos cultivos, esta forma de riego, allí donde pueda practicarse con facilidad, es ventajosa y económica, sobre todo á consecuencia de la repartición perfectamente igual que puede obtenerse del agua así empleada.

Si se admite que un hombre elevando el agua á 0^m,33 del suelo, proporciona de esta manera cada vez solamente 4 litros de agua proyectados á una distancia media de 4 metros, y se renueva esta proyección cincuenta veces por minuto, producirá un trabajo efectivo bastante ventajoso, si se compara con el efecto útil obtenido del trabajo del hombre con el empleo de otros instrumentos ó máquinas.

No obstante, el riego con achicador ó pala ordinaria no podrá convenir sino en circunstancias muy limitadas, y para la horticultura solamente; no debe ser indicado como un medio susceptible de generalizarse.

No sucede así con el empleo del *achicador holandés*, del que se puede, por el contrario, sacar un partido ventajoso, cuando no se trata sino de elevar el agua de un depósito á una pequeña altura sobre el nivel del suelo.

ACHICADOR HOLANDES. Este aparato no es otra cosa que una caja de madera en el fondo de la cual hay tres paredes verticales, de manera que si esta caja está dispuesta en un quicio colocado en su parte anterior, de forma que se sumerja en el agua solamente por su

parte posterior, el levantamiento de esta última, con un mecanismo de fuerza conveniente, hace verter el agua extraída, de un modo tan sencillo como fácil.

La figura 33 indica la forma ordinaria de esta máquina. En ella *n* es el depósito de donde se va á sacar el agua; *a* es la verdadera cubeta ó achicador, el balancin es *l b*; *o* es el eje en que se apoya el balancin sobre el soporte *e*; *c* son varios ramales destinados á ser cerrados por varios operarios para bajar el balancin por *b*, elevarlo por *l* y con él el achicador *a*, el cual verterá el agua que en la posición de la figura está en su izquierda por la derecha de suerte que caiga al nivel superior.

Los brazos de palanca del balancin pueden ser iguales ó desiguales. El motor de esta clase de máquinas es muy variable; desde la fuerza de un hombre obrando sobre un manubrio hasta la de una máquina de vapor de cincuenta á sesenta caballos de fuerza, como se ven en Inglaterra y Holanda. Se concibe que en este caso los órganos de trasmision y la máquina misma necesitan tener grandes dimensiones y mucha solidez.

Debe notarse solamente que estando este mecanismo limitado al simple derrame del agua sobre el suelo, al borde del depósito, esto supone que la superficie del suelo ha sido dispuesto en pendiente á partir de este punto y provisto de regueras de distribución segun los principios ya indicados anteriormente.

Para apresurar su llenado, el fondo del achicador puede estar provisto de una ó muchas válvulas pequeñas; pero se concibe que el principal esfuerzo que hay que vencer es el de levantamiento de la caja llena por encima del plano de sumersion. Por lo tanto debe emplearse en esta operacion una fuerza proporcionada al trabajo producido. Este trabajo consiste en levantar con una polea, una cabria etc., en una palabra, con un brazo de palanca conveniente, el número de litros de agua que puede contener la caja. El centro de gravedad de la masa describe al rededor del quicio un arco de círculo suficiente para verificar el derrame total.

Para pequeñas dimensiones, que corresponden á la capacidad de cerca de 1 hectólitro, el trabajo de un solo hombre basta para maniobrar un achicador de este sistema y esparcir en el suelo, por minuto, 1,2 metro cúbico de agua elevada por término medio á 0^m, 35.

Pero las ventajas del procedimiento de que se trata no están limitadas á estas pequeñas dimensiones; porque con el empleo de un motor suficiente, el achicador holandés, manejado, sea por uno ó dos caballos, por un salto de agua ó lo que es mejor, por una máquina de vapor, puede elevar cada vez que se llena más de un metro cúbico de líquido, ó sea próximamente 20 metros cúbicos por minuto, ó 1.200 metros cúbicos por hora; lo que representa un poderoso recurso que puede aplicarse, segun las circunstancias, sea al riego ó á los agotamientos y desecamientos.

También se ven, tanto en Holanda como en Inglaterra, operaciones de esta especie ejecutadas en grande escala con el empleo de este sistema, que debe mirarse como uno de los más ventajosos, cuando se trata de elevar una gran masa de agua á poca altura.

Cuando el achicador holandés desciende á dimensiones mínimas, como para contener unos 50 á 60 litros en cada llenado, se reduce á una simple pala, semejante á la que en otro tiempo servia para la separacion del grano del tamo. Esta pala, suspendida por sus dos extremidades laterales, no necesita, como el achicador holandés, de un quicio fijo para su manejo. Este se ejecuta por medio del sólo movimiento oscilatorio, con un ligero levantamiento de su parte posterior para el derrame. Dos hombres pueden con este procedimien-

to, el más sencillo de todos, verter en un día, para el riego de un terreno en pendiente, una cantidad muy grande de agua. Estos sistemas son, pues, muy usados en el cultivo de hortalizas y otros análogos. Se debe notar solamente que para el empleo de la pala, como para el del achicador holandés, hay una sujecion que consiste en la necesidad de emplear un depósito á un nivel casi constante; porque, segun la pequeña altura de la elevacion posible con estos instrumentos, esta condicion es absolutamente necesaria.

CHADUF EGIPCIO. Una máquina comunmente empleada para los riegos sobre todo en el alto Egipto, bajo el nombre de chaduf ó *delon*, se parece algo al achicador holandés. Se compone de una palanca suspendida hácia el tercio de su longitud sobre una travesa horizontal, sostenida por dos montantes verticales colocados en lo alto de las orillas del Nilo ó del canal de donde se saca el agua. El brazo más corto de la palanca lleva un contrapeso de tierra endurecida y su brazo más largo u na vara unida por una atadura flexible, de manera que durante el movimiento de rotacion de la palanca sobre su eje de suspension, esta vara quede siempre vertical; en la extremidad inferior está suspendido un cesto de mimbreres cubierto de cuero. Un hombre colocado sobre un saliente del terreno, obliga al cubo á llenarse de agua, despues le eleva hasta la altura del pecho y la vacia, sea en un pequeño canal que conduce el agua á los terrenos que se van á regar, sea en una charca de donde vuelve á tomarse por una máquina semejante.

A veces se ven cinco ó seis picos de chadufs colocados uno sobre otro para hacer llegar el agua á las tierras muy elevadas. Cada palanca tiene 3 metros de longitud y está suspendida á 1 metro de la extremidad que lleva el contrapeso de tierra á 1^m, 20 del suelo. A la extremidad, de 2 metros de larga, está colocada la vara que tiene 2^m, 65 de altura, de tal suerte que la extension de la carrera del cubo lleno de agua es de unos 3 metros. Cada cubo tiene 0^m, 40 de diámetro por 0^m, 65 de profundidad, y contiene 10 litros de agua. Un felah, ó sea un aldeano indígena, eleva por término medio cerca de 50 litros á 3 metros de altura en un minuto. Todos los viajeros que recorren el Nilo durante las aguas bajas quedan admirados del espectáculo de numerosos chadufs que bordan las riberas del rio, puestos, sin cesar, en movimiento por hombres casi desnudos, que, para regularizar el movimiento impreso á sus largas perchas, acompañan la maniobra repitiendo un ritmo de cántico uniforme y monótono.

EL CUBO DE BÁSCULA. Usado en Europa, no difiere mucho del aparato anterior; sirve para elevar el agua á 5 ó 6 metros de profundidad; el balancin lleva en un extremo el cubo y en el otro un contrapeso de piedra; el rendimiento de esta máquina es bastante considerable. El obrero actúa sobre la vara de la que cuelga el cubo hasta meter éste en el agua, levantando con esto el contrapeso; con esta misma vara ó pértiga, y sin moverse de su sitio, eleva el cubo lleno y hace girar el balancin al rededor de su punto de apoyo una cantidad generalmente pequeña, para verter el cubo en la alberca. El valor del contrapeso se calcula fácilmente por la relacion de los brazos de palanca del mismo y del cubo en el balancin. Es un aparato tosco, pero aceptable en las orillas de los rios.

Todos los aparatos de elevar aguas hasta aquí descritos tienen el grave defecto de ser irregulares, lo cual produce alternativas en el movimiento perjudiciales siempre en Mecánica, conforme vamos á indicar.

CONDICIONES MECÁNICAS DE LOS APARATOS. En todo choque ó cambio de velocidad las materias que están animadas de ésta y que conservan cierta energía, tienen que perderla en un momento dado, sin que la aproveche ni el motor ni el efecto útil de la máquina. Hay en