

La rotura de las piedras no debe hacerse al borde de las zanjas, sino en canteras especiales, de donde se traen las piedras en carretillas, ó mejor en camiones de mano, cuando la distancia no es muy considerable.

En los trabajos ejecutados con detencion no se debe sino limitar á echar á granel las piedras en la zanja. Se les hace experimentar un escogido y una última limpia por medio de una criba de una forma particular. Esta criba está sostenida por cuatro montantes verticales de 1^m,50 de altura, fijos al lado de una carretilla ordinaria. Se puede cambiar la inclinacion de la criba por medio de los tornillos que la fijan á los montantes. El plano de la criba superior se prolonga por el fondo de un cajon de planchas bastante largo para llegar un poco más allá del borde de la zanja que se va á llenar. La plancha vertical fija á los lados prolongados de la criba tiene por objeto obligar á las piedras que ruedan sobre el plano inclinado del aparato á caer verticalmente al fondo de la zanja sin chocar ni descomponer su cara lateral. Esta plancha debe venir á aplicarse contra el borde de la zanja opuesto al en que esté la carretilla. Debajo de la criba de que acabamos de hablar existe otra más fina que desemboca en la carretilla. Esta detiene las piedras pequeñas que han atravesado la primera criba, las echa en la carretilla y deja pasar la tierra y el polvo mezclados con las piedras. Estas impurezas caen al suelo.

La longitud de las cribas es de 0^m,80; la separacion de los alambres de la criba superior varía de 0^m,04 á 0^m,05, y la de los de la criba inferior de 0^m,10 á 0^m,15.

El empleo del instrumento expresado es extremadamente sencillo. Las piedras se echan con una pala en la parte superior del aparato, que se guarnece de palastro para evitar su pronto desgaste con el choque de la pala de hierro. Las piedras mayores caen al fondo de la zanja, y las más pequeñas á la carretilla. Cuando las piedras llegan en la zanja á la altura deseada, se aparta un poco la carretilla y se continúa llenando. Se regulariza entónces en una longitud pequeña, con un rastrillo, la superficie del empedrado y se echan encima las piedras más pequeñas recogidas en la carretilla, continuando de este modo en cierta longitud. Se apisonan las piedras con una especie de pison de madera, para apretar y poner la superficie tan compacta como sea posible. Por último, si hay arena fina se recubre el empedrado y se acaba de llenar la zanja con la tierra que ha sido extraída de ella, apretándola fuertemente en capas sucesivas.

Considerados en sí mismos, los caños con piedra son por muchos conceptos inferiores á los con tubos. Son, en general, más costosos que estos últimos, su pendiente debe ser mucho mayor, exigen más trabajo y precauciones de ejecucion más minuciosas. Deben ser menos duraderos, y finalmente, causan muchos más perjuicios á la tierra durante su ejecucion. á causa de los trasportes considerables que exigen y de la mayor seccion de las zanjas.

Los caños con piedras no parece que deban adoptarse al presente sino en un terreno que es necesario limpiar de piedras. Se evitan gastos de transporte, algunas veces considerables, y pérdidas de terreno echando en las zanjas los productos de la operacion. Estas ventajas pueden compensar lo que el método en sí mismo ofrece de poco satisfactorio.

Un caño á piedra perdida colocado entre un árbol de madera blanca y un caño de tubos, preserva completamente á éste de la invasion de las raíces. Es útil señalar esta aplicacion de esta clase de caños, porque se tiene lugar de emplearla muchas veces.

REGISTROS Y BOCAS. No hablaremos aquí sino de algunas obras accesorias pequeñas que se encuentran en casi todos los drenajes, y cuya ejecucion merece más cuidado del que se tiene generalmente.

Se ha dicho que es preciso establecer registros ó miras en los puntos de interseccion de los colectores y en los sitios en que su pendiente disminuye. Estas miras se construyen de dos maneras.

La primera consiste en establecerlas con dos ó tres tubos grandes colocados sobre una piedra plana ó sobre una teja larga, y cubiertos de la misma manera (*fig. 10*). Un pequeño macizo, con mortero en caso necesario, se coloca en la base de estas miras. Los tubos que en ellas desembocan, en más ó ménos número, están sólidamente adaptados y algunas veces rodeados de mortero, en una pequeña longitud, para evitar que cambien de colocacion.

El tubo de descarga se coloca á algunos centímetros debajo de los tubos de conduccion. Estos deben sobresalir algo sobre la pared interior del registro para que el agua que conducen caiga en éste, produciendo un sonido que indica desde fuera la marcha regular del drenaje.

Quando se quieren establecer registros más importantes se los construye con piedras secas ó de mampostería. Se les da 0^m,60 próximamente de anchura en obra. Ordinariamente se elevan al nivel del suelo y se cierran con una losa ó con una baldosa.

Para evitar las obstrucciones calcáreas en los tubos destinados á arrastrar aguas incrustantes, ú obstrucciones ferruginosas, se colocan á unos 10 metros aguas arriba de la boca de descarga y en todos los puntos de union entre los tubos maestros, registros análogos á los precedentes, pero en los que el tubo de gasto está colocado á 0^m,02 ó 0^m,03 sobre el tubo de llegada. Por este medio tan sencillo, el desprendimiento del ácido carbónico y la accion del oxígeno del aire, son bastante lentos para que el depósito no se forme en los tubos.

Las bocas de los tubos, es decir, los puntos en que llegan á los canales de descarga, deben estar construidas con ladrillos ó con piedras, en los drenajes bien hechos y preservados por una reja de bronce ó de hierro.

Su construccion no necesita más que algunos ladrillos. Este ligero gasto se compensa con exceso por la seguridad que resulta del establecimiento de estas pequeñas obras para la conservacion de las desembocaduras y el mantenimiento del perfil de los fosos de descarga.

El tubo de drenaje debe estar envuelto, en cierta longitud cerca de la boca, en un pequeño macizo de mampostería hidráulica ó en un buen mortero gredoso, para evitar toda filtracion. Cuando no importa aumentar algo los gastos, se reemplaza 1 metro próximamente del tubo de tierra, junto á la boca, por uno de bronce ó de palastro embetunado.

La reja de bronce ó de hierro que cierra la boca de los tubos debe ser bastante espesa para que se oponga á la introduccion de pequeños animales y cuerpos extraños que la mala intencion podria tratar de introducir en el tubo.

La mejor manera de fijar esta reja consiste en sostenerla con dos pernos que atraviesan la mampostería y mantenidos por chavetas cuyas cabezas se hallan bajo el césped ó el talud, de manera que sea fácil quitarlos si la reja necesita limpieza.

CONCLUSION. Muchas veces es necesario transformar un tubo de drenaje en un verdadero tubo de conduccion, incomunicándole con su superficie.

Hay muchos medios de conseguir este objeto; el más sencillo consiste en llenar el fondo de la zanja, convenientemente ensanchada y ahondada con este objeto, con una capa de 0^m,10 de espesor de mortero de greda y arena rociado con una lechada de cal. Se deposita sobre esta mezcla un conducto formado por la introduccion, en juntas cruzadas, de un pe-

queño tubo de un grueso y se le recubre con la misma mezcla apisonada. Para hacer la in-comunicación más perfecta aún, se dá una mano de cal, ántes de colocar el conducto, á las juntas y al pequeño espacio anular que existe entre los tubos, del mismo mortero, aunque algo más blando.

Finalmente, conviene indicar la posición y dirección de los tubos principales con una pequeña señal de piedra colocada en su origen y sobre la cara superior, en la que se graba una flecha que indique la dirección del canal. Esta operación hace fácil para más adelante la rebusca de los tubos, si se hacen necesarias algunas reparaciones.

Para concluir, diremos que el drenaje cuesta en circunstancias ordinarias 250 pesetas la hectárea en Francia. Este gasto, en los terrenos bien escogidos, es de los más lucrativos. Se calcula que el capital empleado en trabajos de drenaje da por término medio el 10 por 100 de interés. Pero esta evaluación se aumenta siempre cuando se obra con discernimiento y solamente en tierras que reclaman verdaderamente la ejecución de trabajos de esta especie.

Los tubos para el drenaje se hacen hoy á máquina y sumamente baratos. En España los hay también, pero no se han generalizado tanto como en otras naciones. Conviene fabricarlos cerca de la localidad para evitar los gastos de transportes, que valen á veces tanto como ellos. De no ser esto posible, conviene echar mano de las tejas que se fabrican en todos los rincones de la Península.

EJEMPLOS. Vamos á dar varios de drenaje con objeto de que sirvan de término de comparación para los que puedan emprenderse en España y los tomamos de Francia por la semejanza que hay entre las diversas condiciones de esta nación y la nuestra, con preferencia á los de Inglaterra, á pesar de ser este el país clásico del drenaje.

Empezaremos por una gran propiedad situada cerca de Chateau-Thierry.

SITUACION DE LA PROPIEDAD ANTES DEL DRENAJE. Esta tierra, que con sus anejas, tiene una extensión de cerca de 400 hectáreas, fué adquirida hace pocos años por su propietario actual en malas condiciones, debidas en gran parte á la naturaleza demasiado compacta del suelo.

Como sucede siempre en este caso, estas tierras, reposando sobre un sub-suelo arcilloso, estaban durante una gran parte del año generalmente saturadas de agua, duras y áridas durante el resto de la estación, lo que hacia muy difíciles y hasta inciertas las cosechas.

En efecto, bajo esta perniciosa influencia, los cereales de invierno se pudrían en el campo, ó no llegaban á su madurez sino infestados de malas yerbas, cuya naturaleza más rústica hace predominar siempre en este caso.

Así, en los mejores trozos de esta propiedad se miraba como muy ventajoso el mediano rendimiento de 9 á 10 hectólitros de trigo por hectárea, cuando se podía obtener.

La alfalfa era imposible y los demás forrajes artificiales, recurso tan precioso para el cultivador, no se obtenían sino de malas condiciones.

Se ve, por ésto, cuán desfavorable era la situación anterior de la propiedad de que se trata, puesto que ni aún con los abonos empleados en abundancia, se podía hallar remedio, en atención á que por este costoso auxiliar no se hubiese compensado de ninguna manera el efecto pernicioso del excedente de humedad en la región de las raíces. Exactamente lo mismo sucedía con las enmiendas de margas y otros mejoramientos calcáreos que habían sido ensayados también, pero sin resultado; porque, nunca se repetirá bastante, todos los buenos resultados que se podrían obtener con estos procedimientos son incompatibles

con la presencia de un exceso de humedad en el suelo, y aún en el sub-suelo. Esta humedad destruye ó desnaturaliza también el humus lo mismo que los mejores principios de vegetación.

En fin, cuando á fuerza de cuidados y de gastos se llegaba á obtener una buena cosecha de trigo, el inconveniente de la humedad, unido al predominio del abono, producía más gastos que provechosos.

El señor conde de Rougé, dueño de esta propiedad, se hallaba, pues, en la absoluta precisión de recurrir á otros medios. Como la necesidad del saneamiento se manifestaba de una manera evidente, entró resueltamente en esta vía, y bien pronto, como veremos, sus esfuerzos fueron coronados por el más feliz resultado.

FÁBRICA DE TUBOS. Durante el primer año, el dueño se vió en la necesidad de hacer venir sus útiles y los tubos de Inglaterra. Se comprende que á causa de los gastos de transporte, estos últimos debían resultar á un precio excesivo. Así, pues, desde la campaña de 1852, este propietario juzgó preferible organizar en su propiedad una fábrica de tubos.

Esta fábrica se compone de un amasador de eje vertical movido por un malacate, además de una máquina horizontal para estirar los tubos, puesta en movimiento por el mismo motor, de un horno y secadores.

Desde el principio de esta fabricación, nueva por completo en el país, los obreros locales se pusieron á ella sin ninguna dificultad, y el precio de la mano de obra de los primeros millares de tubos no era muy elevado, pues que diez hombres, á 2 pesetas diarias, podrían hacer, en ocho horas, cerca de cinco mil tubos, lo que hacia salir la hechura del millar á 4 pesetas. Pero desde aquella época, habiendo podido hacerse el mismo trabajo á destajo, ha disminuido su precio.

En la fabricación no se adoptó el uso de los tubos de collar, que son preferidos en otras localidades. No se hacen más que tubos rectos, cuya colocación tiene lugar sin manguitos. Este es, en efecto, el que debe preferirse cuando las zanjás están abiertas en un fondo de tierra compacta en que las partes voladas producen inevitablemente la ruptura de los tubos.

El doble horno de hulla que Mr. de Rougé había hecho establecer en 1852, presentaba en primer lugar dos divisiones, teniendo cada una 3^m,66 de longitud por 2^m,06 de anchura y 3^m,10 de alto. Pero bien pronto se reconoció que estas dimensiones eran demasiado grandes para la cocción más regular de los tubos, y exigían por otra parte demasiado combustible. Se tomó el partido de reconstruir este horno con dimensiones más reducidas, que son las siguientes: longitud 3 metros; ancho 2^m,33; altura 2^m,66.

Con el horno antiguo, eran necesarios seis días para introducir, cocer y sacar 15.000 tubos del modelo más pequeño (0^m,03) y el número correspondiente de tubos de mayor calibre. Con el nuevo se ha economizado tiempo y combustible.

Los tubos de esta fábrica son de muy buena calidad. Como las tierras empleadas no habían servido jamás para este uso, muchas líneas de canales puestas en 1851 y descubiertas en 1855 se han encontrado intactas, tanto por la conservación de la tubería como por la regularidad de su colocación. La mayor parte de los tubos colectores de la granja arrojan, además, durante muchos meses del año una gran cantidad de agua. Se puede considerar la calidad de estos tubos como garantizada por la experiencia.

EJECUCION DE LOS TRABAJOS. Mr. de Rougé había comenzado por ejecutar, en sus peores campos, regueras empedradas, las que produjeron muy buenos resultados. Pero bien pronto

to pudo apercibirse que este sistema primitivo, bueno para las propiedades pequeñas, no está en relacion con el mejoramiento de un gran terreno, sobre todo si hay necesidad de verificarlo pronto.

Sin embargo, los buenos resultados obtenidos por las regueras empedradas, han decidido principalmente al propietario á entrar tan completamente como lo ha hecho, en la aplicacion en grande de los procedimientos del drenaje propiamente dicho.

En la carencia de recursos de este género en el país, Mr. de Rougé se encomendó á la experiencia de un ingeniero inglés.

El célebre ingeniero de la Sociedad Real de Lóndres, Mr. Josiah Parkes, fué llamado á Francia en 1851 por el Ministro de Agricultura, para dar su opinion acerca de la aplicacion del drenaje en varias comarcas; y Mr. de Rougé se apresuró á hacer uso de sus conocimientos, que, por lo demas, confirmaron enteramente sus propias convicciones.

Despues de su visita, el proyecto de los trabajos de drenaje de la granja citada, fué definitivamente acordado.

Habiéndose celebrado un contrato con una compañía inglesa de drenaje, Parkes envió poco tiempo despues, un capataz y siete obreros drenadores, provistos de todos sus utensilios. Este capataz con ayuda de las notas recogidas por el ingeniero mismo, ejecutó bien pronto los trazados y nivelaciones necesarias, y desde el mes de Julio de 1852, los trabajos verificados desde luego en las tierras que más los necesitaban, se continuaron sin interrupcion hasta el fin de la campaña.

Desde entonces no ha cesado el dueño de extender y perfeccionar la aplicacion de este poderoso medio de mejoramiento en las tierras húmedas.

Secundado por un director activo é inteligente ha podido, aprovechando la presencia de los operarios ingleses, formar obreros del país, que en algunos meses han llegado á ser tan hábiles en la abertura de las zanjas, que habiendo tenido ocasion el ingeniero Parkes de volver un año despues á estos sitios, declaró que no habia ninguna diferencia entre su trabajo y el de los hombres escogidos que él habia traído para presentar verdaderos modelos.

Se considera generalmente como bien ejecutado un drenaje cuyas zanjas, teniendo de profundidad normal de 1^m,20 á 1^m,30 por una distancia de 7 á 10 metros, segun la naturaleza de los terrenos, no tienen en el fondo sino un ancho casi igual al diámetro exterior de los tubos y al nivel del suelo un ancho mínimo de 0^m,40 á 0^m,45, lo que corresponde á una anchura media de cerca de 0^m,33.

Estas dimensiones *mínimas* serian muy difíciles de obtener con obreros inexpertos en esta clase de trabajos y desprovistos de las herramientas que se emplean en ellos.

Ahora bien; las zanjas hechas por los obreros formados en los trabajos de drenaje de Mr. de Rougé no exceden nunca de estas buenas dimensiones. Son perfectamente regulares, de modo que la colocacion y recubrimiento de los tubos se efectúan con celeridad y en las mejores condiciones.

Contando de los gastos de todas clases, el precio de coste de drenaje de una hectárea en las tierras citadas, es, por término medio, 240 pesetas.

VENTAJAS OBTENIDAS. La finca, que estaba en muy malas condiciones ántes de la ejecucion del drenaje, es una de las que deben obtener mayor ventaja de esta operacion.

Conforme se ha dicho más arriba, la produccion ordinaria de trigo en la antigua granja llegaba con dificultad á 10 ó 12 hectólitros por hectárea: hoy son casi siempre de 15 á 17 hectólitros.

Pero no es solamente en esta forma como se pueden apreciar los beneficios generales del drenaje de las tierras arables, porque éstos se manifiestan de muy distintas maneras.

Así, el trigo, que bajo la influencia de un abono fuerte se estropeaba casi con seguridad en las tierras húmedas, no está sujeto hoy á este grave inconveniente.

La produccion tan útil de alfalfa y de raíces forrajeras, que es de las más desventajosas en los terrenos compactos, se hace, por el contrario, excelente en estos mismos terrenos saneados.

Pero se ha probado sobre todo, de una manera muy notable, el beneficio que resulta en los gastos de cultivo, en la facultad de poder labrar, rastrillar y desterronar las tierras casi en toda estacion y con menor tiro de los instrumentos aratorios, etc.

Las labores planas sustituidas á las labores en camellones con regueras de agotamiento, aumentan realmente la superficie cultivada y concurren de este modo á las producciones de más valor.

Finalmente, el saneamiento de las partes más húmedas de esta gran explotacion ha permitido establecer en ella con seguridad y provecho un rebaño de carneros de unas 600 cabezas, mientras que ántes la conservacion de estos preciosos animales era de todo punto imposible.

La reunion de estas diversas ventajas en la finca citada le da un mayor valor considerable, debido exclusivamente á los trabajos de drenaje que en ella se han verificado.

No es, por otra parte, bajo este solo punto de vista como debe mirarse la cuestion; porque segun la manera de proceder de Mr. Rougé, ha querido que sus trabajos no le aprovechasen á él sólo, sino que fuesen igualmente útiles á sus vecinos y á su país.

El notable éxito obtenido desde 1852 por la ejecucion de los primeros trabajos hechos con los operarios ingleses en la finca habiendo tenido por efecto llamar la atencion sobre este punto de muchas personas interesadas en el mismo género de progreso, Mr. de Rougé no se ha limitado á transmitirles las noticias pedidas, sino que le ha proporcionado obreros, herramientas é instrucciones prácticas. Desde 1853, estos preciosos datos de un experimento, reciente en Francia, se extendian á ocho ó diez departamentos.

Desde 1852 á 1855 Mr. de Rougé ha cedido, en un rádio de 30 á 40 kilómetros de su establecimiento, más de seiscientos millares de tubos á un precio casi igual á su costo. Llegó hasta á darlos gratuitamente á cultivadores pequeños, á fin de iniciarlos en las ventajas del nuevo procedimiento.

La fábrica de herramientas, creada asimismo en las cercanías del establecimiento, continúa proporcionando numerosas colecciones á los propietarios, comitentes ó asociados que desean propagar la aplicacion del drenaje en diversos puntos de Francia. Los numerosos obreros drenadores formados desde el principio en esta explotacion, ha hecho discípulos en las diferentes regiones á que han sido enviados. Solamente en el distrito de Chateau-Thierry, el saneamiento de más de 200 hectáreas de terreno, ántes improductivas, es debido á esta feliz propaganda hecha tan generosamente por el conde de Rougé, que ha puesto además su experiencia personal y la de su hábil director al servicio de todos sus vecinos.

Se ve, pues, que este propietario no solamente ha sido uno de los primeros que ha drenado en tan grande escala en Francia, sino que ha puesto el mayor celo para asegurar su propaganda, no habiéndose detenido, en esta noble empresa por sacrificios personales.

FINCA DE EGRENAY. En el pueblo de Brie, célebre por sus quesos y no lejano de Paris,