

En cuanto á la forma del dique, su altura y su fuerza deben siempre hallarse en relacion con la profundidad y la presión del agua que tenga que resistir; á fin de aumentar la resistencia, es bueno que su cara posterior tenga la forma de un estribo ó machon, cuando se puede temer una gran presión. De la cara anterior depende sobre todo la fuerza y duración del dique: debe formar una escarpa aplanada, á fin de resistir mejor al peso y á la acción destructora del agua.

Los materiales, tanto para el cuerpo del dique y su superficie posterior, como para la anterior, cuando las aguas son casi paradas y el fondo es sólido, son generalmente la tierra misma de aquel lugar, pero cuando la corriente del agua ó las olas deben venir á chocar en el dique, es indispensable que este punto se halle revestido muy sólidamente. En cuanto á la base debe hallarse bien fortificada, porque es difícil repararla: por esto se obra muy prudentemente cubriendo de césped los diques que son de tierra ordinaria, lo cual es suficiente para resistir á las aguas estancadas ó á las inundaciones accidentales; toda la cuarpa del dique se hallará de este modo cubierta de yerbas, cuando esto sea posible. Pero cuando la frecuencia ó la naturaleza de la corriente no la permita, es indispensable un revestimiento; se puede hacer de piedras, cantos, guijarros, pajas, haces ó fajinas que se aseguran por medio de grapas ó estacas.

**Procedimientos generales de construcción de diques.** Los medios de preservar del estrago de las aguas las orillas de los ríos y de los torrentes, son de gran interés para los propietarios de tierras situadas en las comarcas montañosas y en las llanuras mas bajas donde las inundaciones causan grandes daños en las orillas, y aun algunas veces cambian el lecho natural de la corriente. No solo estos estragos suelen ser muy considerables, sino que ocasionan frecuentes querrelas entre los propietarios vecinos; de manera que una corriente de agua, que debe ser el límite mas ventajoso de una propiedad, se hace en este caso el mas perjudicial. Los propietarios tienen, pues, un doble interés, siempre que las circunstancias lo permiten, en hacer los trabajos necesarios para fijar de una manera invariable el lecho y los límites de las corrientes de agua.

Las operaciones para este género de mejora tienen por objeto: impedir que las corrientes de agua ataquen sus orillas, acelerar la velocidad del curso de las aguas, disminuir el espacio de terreno que ocupan y en fin cambiar ó modificar su lecho. Se obtienen estos resultados por diferentes trabajos de arte, tales como las construcciones de espolones, muelles, defensas, etc., que cambian, enderezan ó profundizan el lecho de la corriente de agua.

La destrucción de las orillas de los ríos es por lo general consecuencia de las inundaciones, y proviene con frecuencia de que un árbol ó una rama gruesa arrastrados por la corriente y depositados ó detenidos en una orilla, llegan á formar un obstáculo que impide al agua al otro lado cambiando su curso natural. El efecto continuo, aun despues de quitado el obstáculo, sino se remedia, es profundizar y minar poco á poco el sitio donde viene á chocar la corriente, y llevar la arena á la otra orilla, la cual aumenta aun el efecto producido. Estos estragos se evitan colocando espolones ó defensas destinadas á recibir el impulso de la corriente; pero es necesario tener gran cuidado de que no hagan mas que enviar la corriente al medio del río, pues de otro modo podrian tener por resultado el ocasionar una contra corriente que causaria en la otra orilla estragos análogos á los que se querian prevenir. Se pueden aun remediar los estragos fuertes de las aguas, cargando los puntos atacados de las orillas, de materias capaces de resistir á la corriente. Este último procedimiento es comunmente difícil, costoso y sin gran resultado cuando la corriente tiene

empuje, mientras que el cambio de dirección que resulta de un espolon, se obtiene ordinariamente con menos gastos, y es mas eficaz y duradero.

En el establecimiento de estos espolones se debe tener mucho cuidado de construir sólidamente los fundamentos, ya sea comprimiendo sus primeras hileras de piedras grandes, ya sea guarneciéndolas todo el lado donde debe chocar la corriente del río, de estacas colocadas á distancia en distancia, en una ó dos filas.

En los casos importantes, y cuando las crecidas de aguas son frecuentes, se construyen espolones de piedras que se reúnen con regularidad y solidez, segun los mejores procedimientos de construcción.

Pero en muchas circunstancias basta un cesto de mimbre, de forma y tamaño conveniente, que se fija y se llena de piedras desprendidas, de tierra y de raíces cabelludas á fin de retener la tierra. De esta manera se forman barreras muy sólidas para algunos años; y aun es probable que su utilidad no es límite á la duración de los cestos, y que cuando lleguen á destruirse, los materiales contenidos dentro se hayan solidificado lo suficiente para llenar su objeto sin necesidad de nuevos cuidados, sobre todo porque la corriente del agua se ha modificado ya en razon del obstáculo que ha encontrado, y ha formado depósitos que eran la consecuencia de esta nueva dirección.

Los ríos y torrentes cuyo curso sigue la línea recta poco mas ó menos, no obran de una manera destructiva en sus orillas, excepto en las grandes crecidas. Hay pues en general muchas ventajas en enderezar el lecho de una corriente de agua, á no ser cuando se quiere que humedezca el terreno por infiltración, y aun abrirle uno nuevo. De estos trabajos se hablará mas extensamente en el artículo *Desecamientos*, así como de los medios de elevar el agua sobre el nivel de su curso natural.

## II. De los mejores medios de formar diques en los arroyos, torrentes, ríos y orillas del mar.

**De los zarzos que se construyen á la orilla de los arroyos.** Hay en diferentes países arroyos llamados acéquias, que escasos una parte del año, salen de su lecho por efecto de las lluvias ó las nieves, y minan, devastan y arrastran sus orillas. Para proteger estas orillas, hay que empezar por hacer una zanja junto á la acéquia; examinar si no es demasiado sinuosa, si no es ventajoso rectificar en algunos puntos su lecho, que debe estar en lo posible en línea recta, á fin de que las aguas corran fácilmente con lo que han arrebatado, saltan la valla y socaven el suelo debajo y detrás de ella. Si el terreno que se ha de asegurar, presenta ángulos, se ha de tratar de suavizarlos; el menor descuido haria inútil todo el trabajo.

Para estos zarzos ó vallas se debe elegir el sauce y el mimbre, que se pueden ademas fortificar con el chopo. Si falta el mimbre, puede emplearse el aliso, pero no deben entremezclarse, porque el primero al crecer, ahogaria á su rival. El sauce rojo es preferible, porque su madera es mas dura, y se pueden pender sus retoños con los del mimbre; de este debe preferirse el rojo, y sobre todo, el que se conoce vulgarmente con el nombre de mimbre de cestos. El sauce debe tener cinco ó seis años; se tomará bastante largo para que pueda entrar de 18 pulgadas á 2 pies en la tierra, y las estacas sobresalgan del zarzo como cosa de un pie; su contorno será de 10 á 12 pulgadas. Finalmente, se cortan en un soto de 15 á 18 años, y se llevan al lugar de la obra vareales de seis pulgadas de circunferencia, y que lo mejor es que sean de sauce que prende, ó sino de encina que es dura, ó de avellano que es flexible. El carpino y el fresno, no son á propósito, porque pasan rápidamente y no dan tiempo para que les reemplacen los retoños del zarzo.

Acabadas estas disposiciones, se hace con una estaca ferrada, y á 2 ó 3 pies de distancia segun la extensión y disposición de las orillas que hay que proteger, agujeros para recibir las estacas de sauce que deben introducirse en seguida, á fin de que no se vuelvan á cerrar los agujeros con la arena ó el guijo. Se toman despues las ramas de sauce, y se clavan en el declive del terreno al sesgo, dirigiéndolas y tejiéndolas como las cercas de un jardín, de modo, que la punta de las ramas siga la corriente, para no presentar obstáculo alguno á la marcha del agua; contra este lecho de sauce se amontona la tierra. Lo mismo se hace con las ramas de mimbre clavadas en la ribera, y que se enlazan en el zarzo; si basta con esto para completar el zarzo, no se hace uso de las varas de que hemos hablado, como no sea para sostenerlo y consolidarlo hasta su extremidad. Al efecto, se introduce una de estas por su extremidad gruesa en la tierra, detrás del zarzo donde se la conduce entrelazándola ya por detrás, ya por delante de cada estaca, y siguiendo siempre la dirección del agua; tras de esta vara se introduce otra en la misma dirección. Hecho el zarzo, se la deshoja, y con una podadera se recortan las estacas á 6 pulgadas del zarzo, dirigiendo el corte hácia Poniente, á fin de defenderle contra las intemperies que harian podrir muy pronto una madera tan tierna; el lado del Norte seria el mas pernicioso.

Para prevenir los hundimientos ó deterioros del zarzo, se colocan delante de él y entre cada estaca, otros de encina ó sauce, de una altura igual á la mitad del zarzo. Al cabo de algunos años, las raíces forman entrelazándose una especie de dique perenne. Si el zarzo llegara á ser violentado, se halla esta misma ventaja en las raíces de los chopos, que para obtener productos, se han colocado detrás del zarzo á 18 pulgadas de distancia unos de otros y de aquel. Al efecto, se han elegido estacas de individuos podados el año anterior, y que se han reducido á una longitud de 12 á 15 pulgadas, teniéndolos con el pie en el agua durante una docena de dias, á fin de apresurar su vegetación. Todos los chopos convienen, sobre todo los de Italia, que encuentran una humedad habitual en cuanto llegan al nivel del torrente.

De poco sirve haber establecido un sistema de defensa, si es descuidado en seguida, y queda expuesto á los ataques del torrente ó al diente de la bestia, cuyos funestos efectos sobre las plantaciones se conocen muy bien. En el caso en que no se pudieran tener á los animales lejos del zarzo perenne, seria preciso al menos defenderle bien por medio de una barrera de madera, bien por medio de un seto vivo ó seco.

En cuanto á los cuidados, á los gastos que exigen la construcción y conservación de estos diques, debe observarse, que son compensados por los productos, y que por otra parte conservan terrenos preciosos. Por lo demás, todos estos trabajos varían segun la disposición de los lugares; en los acéquias no son tan necesarios como en los ríos y torrentes. Pero muchas veces es muy ventajoso encajar á estos, y necesario para detener las invasiones de aquellos, el establecer barreras insuperables.

## ARTICULO IV.

### DE LA DESECACION DE LOS PANTANOS Y TIERRAS PANTANOSAS Y SU MEJORAMIENTO.

El agua, bien necesaria para la vegetación, es algunas veces por su superabundancia un obstáculo para el cultivo. La gran cantidad de plantas acuáticas que viven en los terrenos pantanosos y cuyos restos enriquecen el suelo, la actividad de vegetación que produce una humedad moderada, las ventajas de los rios cuya posibilidad es fácil reservarse, hacen que la desecación de los pantanos sea una de las mejoras

agrícolas mas útiles cuando los resultados han sido bien concebidos y su ejecución bien dirigida.

La desecación de los grandes pantanos necesita trabajos de arte y un conjunto de operaciones para las cuales es necesaria la intervención de un gobierno: estas dificultades, unidas á los considerables capitales que estas empresas exigen, explican por qué se ejecutan en tan corto número.

### I. Observaciones generales sobre las causas de la existencia de los pantanos y medios de sanearlos.

La elección de los medios que se deben emplear para sanear y cultivar los terrenos pantanosos, debe variar segun las disposiciones locales. Consideremos sucesivamente aquellos cuya utilidad nos haya demostrado mas completamente la experiencia.

Cuando hay algun declive en el terreno, se debe aprovechar para dirigir las aguas hácia la corriente mas cercana; pero los terrenos hondos ó sin pendiente expuestos á sufrir inundaciones ó á recibir manantiales, y cuyo suelo es propio para conservar el agua, pueden experimentar por su estancación, perjuicios tanto mas importantes y temibles, cuanto que ademas de las pérdidas que ocasionan á la agricultura, resulta tambien una insalubridad que suele traer las mas deplorables consecuencias para la salud y aun para la existencia de los hombres y de los animales.

Cuando el terreno presenta tales disposiciones, es preciso procurar reconocer el sub-suelo y la naturaleza de las capas inferiores por medio de sondas que se usan ordinariamente con este objeto.

Si se reconoce que las capas impermeables del sub-suelo pueden ser atravesadas hasta llegar á una capa inferior cuya permeabilidad promete dar la salida que se quiere obtener, es necesario practicar taladros que la experiencia á hecho fáciles, y si el terreno presenta cierta extensión, se debe recurrir á buenas nivelaciones para reconocer la inclinación de las capas y trabajar con arreglo á estas inclinaciones.

Si la naturaleza ó el espesor de las capas impermeables se opone al saneamiento por medio del taladro de estas capas, se puede por medio de buenas nivelaciones, practicar zanjas con fondo de piedras, dirigidas hácia un declive mas ó menos lejano, y cubiertas despues de tierras, de manera, que el suelo no pierda nada de lo que su superficie puede ofrecer al cultivo. Cuando la piedra es escasa, se pueden llenar las zanjas de haces de mala leña, y aun de paja si la leña es muy cara.

En los países en que el ladrillo está á bajo precio, se hacen algunos que son propios para cubrir las zanjas.

Pero cuando los pantanos estan mas bajos que las corrientes de agua inmediatas, forman tambien especies de lagos, y el taladro no puede usarse con éxito, es necesario acudir á desagües que no se llevan á cabo sino con obras de arte, las cuales exigen por lo comun grandes medios y gastos que es necesario calcular de antemano, tales como molinos de viento que mueven ruedas de arcaduces ó tornillos de Arquímedes colocados á veces en diversos pisos sobrepuestos para llegar al nivel del escalon que las aguas necesitan saltar para hallar su desagüe.

En la actualidad se usa con el mismo objeto la fuerza motriz de las máquinas de vapor. Para elevar las aguas, estas máquinas de vapor ponen en acción ruedas de un gran diámetro provistas de paletas que cogen el agua del sitio que se quiere desecar y la echan por donde ha de desaguar.

**Desecaciones por terraplen.** Existe un medio de sanear aplicable á ciertas localidades y al cual se ha dado generalmente la denominación de terraplen.

El medio mas conocido con este nombre, consiste en dirigir aguas turbias á los fondos donde pueden de-

positar por disposiciones convenientes las tierras que tienen en disolución. Varios autores estimados han dado preceptos generales sobre el método de los terraplenes, y á sus obras nos remitimos, porque sería difícil examinar todo lo que se ha dicho sobre esta materia.

Nos limitaremos á observar que el éxito del uso del método de los terraplenes, depende principalmente de la prontitud con que se arrojan, del terreno que se quiere terraplenar por aluvion, las aguas cenagosas que se han introducido en él, cuando estas aguas, habiéndose aposado su cieno, se han quedado claras; por la rapidez de este desagüe se consigue la doble ventaja de renovar con la mayor frecuencia posible, en un tiempo dado, las aguas turbias sobre la superficie del suelo que se ha de terraplenar, y de reducir á nada ó á muy poca cosa, la mezcla de aguas turbias con las ya clarificadas.

Es pues manifiesto que el establecimiento de un sistema de terraplenes, supone el establecimiento preliminar de un sistema de desagüe, y que el éxito del primero depende absolutamente de la perfeccion del segundo; y hay que añadir que las aguas destinadas á formar los aluviones, satisfacen aun otras condiciones indispensables.

Por otra parte, se comprenden fácilmente con algunas reflexiones, que cuando un sistema de desagüe se ha establecido con arreglo á los principios expuestos, nada es mas fácil, si se juzga conveniente, que emplearle para hacer terraplenes, ya sobre toda la superficie de un suelo que se trate de mejorar, ya sobre algunas partes de esta superficie, puesto que la introduccion y expulsion de las aguas turbias, no exige mas que la construccion de algunas obras fáciles y bien conocidas, que se ejecutan sin cambiar nada en el sistema de los canales y fosos de desagüe.

**Desecacion por un sistema de canales.** En las desecaciones de los grandes pantanos que se hallan por lo general en los valles de poca pendiente, donde afluyen rios, torrentes y arroyos que no tienen lecho, ó que los tienen insuficientes para el curso de sus aguas, el problema consiste en abrir un canal principal y canales secundarios que sean capaces de desaguar los mayores, y conservarlos mas bajos que los terrenos que hay que desecar.

Este problema puede tener muchas soluciones: la mejor es la que alcanza el objeto apetecido con el menor gasto posible, y que deja al porvenir obras estables, y una conservacion poco costosa.

Para llegar á estos resultados, es preciso comenzar por reconocer, nivelar y medir las diferentes corrientes de agua en todas las estaciones del año; es necesario estudiar con cuidado su régimen, examinar las superficies inundadas y la naturaleza del suelo, y formar un plano general de nivelacion y de sondas de todo el conjunto de los pantanos. Hecho esto, hay que ocuparse en desaguar los afluentes principales, aislándolos tanto como sea posible de las aguas locales, y haciendo que estas desemboquen en las primeras lo mas abajo posible, ó bastante lejos para que las crecidas ó remolinos no se hagan sentir hasta las partes bajas que se trata de sanear.

Se deben dirigir los canales de los afluentes lo mas directamente que sea posible, hácia la desembocadura general de los pantanos, y alejar estos afluentes de las partes bajas para establecerlos por el contrario en las cumbres ó partes altas. Por medio de estas disposiciones importantes, los canales principales tienen una pendiente mayor y mejor sostenida; las aguas tienen mas velocidad y menos extension, los desmontes se disminuyen y hacen mas fáciles; se adquiere la facultad de poder con mucha frecuencia establecer presas de agua para fábricas, riegos y caces, sobre los canales secundarios; por fin, se evitan los cambios demasiado repentinos de pendiente, donde se forman los

montones de tierra que exigen limpiezas difíciles y continuas.

La idea que primero se ocurre de abrir un canal principal al través de las partes mas bajas de los pantanos que hay que desecar, es pues generalmente la peor, puesto que daria por resultado llevar á aquellas partes bajas aguas extrañas que por el contrario hay que alejar de ellas, y que solo se podrian evacuar convenientemente, dando al canal, que entonces tiene poca pendiente, una gran seccion muy profunda, y bajando considerablemente el sitio del desagüe de los pantanos; lo cual ocasionaria dificultades inmensas en pura pérdida, puesto que se puede evitarlas penetrándose bien de la idea principal que hemos expresado mas arriba, que es aislar tanto como sea posible de los pantanos, las aguas afluentes que los inundan.

Los canales principales deben ser los primeros que se abran del todo ó en parte, segun los casos. La marcha de los trabajos no es tampoco indiferente, sino que al contrario debe ser estudiada y prescrita con cuidado. No hay que ocuparse de los canales secundarios ú otros, sino cuando las aguas corrientes estan en los grandes canales, para que puedan arrastrar entonces los cienos que se acumularian sin esta atencion en la desembocadura de los canales laterales.

Para activar tambien la evacuacion de estos fangos, es importante que el canal principal sea mas profundo en su eje que en las orillas. Esta disposicion tiene ademas la ventaja de hacer la limpieza mas fácil. Es necesario tambien procurarse cuanto sea posible, la facultad de sacar las aguas de un canal á otro, á fin de hacer los caces en este último, y poder limpiar el primero con mas comodidad. Finalmente, se debe elegir por motivo de salubridad, el invierno ó los tiempos lluviosos para desembocar las aguas de los llanos inundados ó pantanosos.

Tambien se debe evitar hacer pasar los canales por las partes movedizas que tienen una gran profundidad de cieno; cuando no se puede hacer otra cosa, es preciso contar con grandes dificultades de ejecucion, porque las orillas de las zanjas se juntan, la corteza flotante se deshace y se abre á una gran distancia, y no se consigue bosquejar la obra sino volviéndola á empezar varias veces en medio de los escambros, y al través de los terraplenes que á cada instante se necesitan hacer con buena tierra. Esta práctica de echar asi tierras en las aberturas de los canales hundidos, produce tambien muy buen resultado en los pantanos que estan formados de una capa de césped que reposa sobre un fondo indefinido de arena. Si el terreno sin ser arenoso, no tiene sin embargo bastante consistencia para resistir á la corriente de las aguas, se consolidan las orillas con fajas ó cestos, dejando libres y oscilando hácia el lado de las aguas las extremidades de las ramas, las cuales dividen entonces la corriente, le hacen abandonar las materias en suspension, y ocasionan depósitos donde pudieran haber hundimientos; por fin, si el curso del agua es muy rápido, se disminuye la pendiente por medio de caídas convenientemente dispuestas.

Los canales de ceñidor que se recomiendan ordinariamente en los proyectos, son rara vez ejecutables, porque el perímetro que deberian recorrer, es casi siempre demasiado irregular, y se compone de contra-pendientes mas ó menos rápidas. Es pues necesario renunciar á estos canales, y contentarse con rodear los pantanos de simples zanjas.

## II. Trabajos particulares para la desecacion de los terrenos inundados.

No vamos á tratar en este artículo de la desecacion de los grandes pantanos, sino solamente de las tierras

cultivadas ó cultivables, sujetas á ser anualmente inundadas por la estancacion de las aguas llovedizas ó el derretimiento de las nieves.

La humedad de la tierra es útil y aun necesaria á la vegetacion; pero su exceso es nocivo y pernicioso á la mayor parte de las plantas, y particularmente á todo buen cultivo. Cuando el agua se estaciona en invierno en un campo, la tierra se hace allí estéril en el resto del año; muchas veces no se la puede labrar en tiempo conveniente ó cuando seria necesario, y en los años lluviosos, una tierra asi retardada, no puede producir nada. En los prados, la estancacion de las aguas hace perecer las mejores plantas; las malas ó de menos importancia resisten, se multiplican, alteran y deterioran poco á poco la extension del prado. La desecacion de los campos y de los prados, es pues, igualmente necesaria. Cuando tiene lugar una desecacion en grandes espacios de país, el aire se hace mas sano en estío y menos frío en invierno; la época de las recolecciones es mas temprana, y su éxito mayor y mas seguro. Establecidos estos principios, pasemos á su aplicacion.

Los terrenos son inundados: 1.º por la estancacion de las aguas llovedizas y los derretimientos de la nieve; 2.º por aguas que proceden de depósitos subterráneos, en los cuales se acumulan, y desde donde se elevan á la superficie por el efecto de su propia presión; y 3.º porque los terrenos inundados son mas bajos que todo el país inmediato. Examinaremos sucesivamente los medios empleados para conseguir la desecacion de estas tres especies de terrenos inundados, y hablaremos despues de los pozos perdidos ó naturales, de sus efectos en agricultura, y por consecuencia, de la desecacion por medio de sumideros artificiales, targeas, regueras subterráneas y sondaduras.

La desecacion de las tierras cultivables sujetas á ser inundadas por la estancacion de las aguas llovedizas ó por el derretimiento de la nieve, se verifica de dos maneras; ó por regueras, especie de fosos abiertos, ó por fosos cerrados y cubiertos, llamados comunmente targeas ó regueras subterráneas. El desecamiento por medio de zanjas abiertas tiene el gran inconveniente de interrumpir la libre circulacion de los carros ó del arado y exigir la construccion de un gran número de puentes, por lo cual se hace uso del desecamiento por regueras subterráneas ó zanjas cubiertas.

Las regueras subterráneas, comunmente designadas con el nombre de targeas, son zanjas cubiertas de piedras ú otras materias de bastante solidez ó duracion para conservar las cavidades por donde debe correr el agua. El todo se cubre de musgo, de césped y de tierra, de modo que el arado ó el carro pasen por encima de las targeas sin detenerse nunca como le sucede con las zanjas abiertas.

El uso de estos pequeños acueductos para la desecacion de las tierras data de la mas remota antigüedad. Los persas recojen aun hoy los frutos y ventajas de un gran número de estos canales, construidos en una época desconocida, en los terrenos húmedos é inundados, cuyas aguas sirven para regar y enriquecer otros terrenos que estaban demasiado secos. Caton, Paladio, Columela, Plinio y otros hablan de estos acueductos subterráneos usados en su tiempo para la desecacion de las tierras cultivables inundadas, cuyo cultivo está interrumpido por la estancacion de las aguas. Despues de abrir las zanjas se llenaban de piedras secas, ó de ramas entretrejidas groseramente, cubriéndolas luego con piedras planas ó con césped.

Actualmente se hacen como entre los antiguos de piedras y á falta de piedras de fajas ó ramajes, y en muchos países simplemente de césped. Para hacer las targeas de fajas se colocan de trecho en trecho, en el fondo de la zanja dos estacas cruzadas en forma de caballete ó de cruz de San Andrés, destinadas á

sostener las fajas de encina, espinos, sauce, olmo, aliso, álamo, etc. Estas targeas duran treinta ó cuarenta años y mas, segun la especie de la madera de las fajas y el grueso de las ramas.

Las targeas de piedra duran siglos; asi las que fueron hechas por los antiguos en Grecia, en Asia, en Persia, en Siria, etc., estan todavia bien conservadas y llenan cumplidamente su objeto, sin que haya necesidad de trabajar en ellas nunca. La arcilla cocida ó tierra de ladrillos y alfarería puede servir tambien para establecer targeas muy duraderas, fáciles de formar, y que para ciertos países serán muy poco dispendiosas. Las hechas de césped duran diez, doce y quince años y á veces mas; generalmente se da á estas zanjas un metro de profundidad y medio de anchura cuando el terreno donde se abren es de césped, se ponen primero á un lado los céspedes que se cortan en pedazos iguales para colocarlos invertidos en el fondo de la zanja; este fondo no debe tener mas que tres á seis pulgadas de anchura. La primera tierra extraída, como es la mejor, es arrojada en seguida á un lado de la zanja á fin de usarla para llenar esta y nivelar el suelo; la extraída del fondo se echa al otro lado para volverla á usar inmediatamente despues del césped.

**Desecacion de los terrenos inundados por manantiales que proceden de depósitos subterráneos de aguas comprimidas.** Sin tratar de desenvolver aquí la teoría de los manantiales, creemos necesario presentar algunas consideraciones sobre el efecto de las gredas ó arcillas en la constitucion de las tierras designadas con el nombre de tierras frías, fuertes y sujetas á ser inundadas por manantiales subterráneos de aguas comprimidas. La propiedad esencial de las gredas ó arcillas y por consiguiente de los terrenos arcillosos, es facilitar depósitos á los manantiales y á las fuentes. Las grandes formaciones arcillosas ó los depósitos de arcilla, presentan series de capas mas ó menos gruesas, separadas generalmente por lechos de arena ó guijo, que contienen siempre tablas de agua mas ó menos abundante. Rara vez estas capas son perfectamente horizontales; comunmente estan inclinadas bajo diversos ángulos y en diferentes direcciones. Algunas veces se muestran en la superficie de la tierra y van á hundirse á una gran profundidad, para volverse á levantar, y mostrarse de nuevo mas lejos en la superficie de la tierra. Con frecuencia estas capas son rotas ó cortadas por hendiduras ó cavidades llenas de arena ó guijo. Tales variaciones en la manera de ser de los depósitos de greda, ocasionan otras iguales en la compacidad de las tierras arcillosas, en su permeabilidad, y por consecuencia en la disposicion de las tablas de agua mas ó menos abundantes entre cada capa permeable ó impermeable. Si los terrenos arcillosos, de cualquier especie que sean, se hunden igualmente en todos sentidos, de modo que revistan por todas partes el fondo de una cavidad subterránea con una capa de arcilla impermeable, las aguas despues de haberse acumulado allí, no encontraban ninguna salida; entonces ejerceran una especie de reaccion ó presión contra las capas superiores, y como ellas continuaran siempre afluyendo á la cavidad, y acabaran por abrirse pasó en la línea de menor resistencia, atravesando las capas para salir á la superficie del suelo, que mantendrán constantemente húmedo y pantanoso, si presenta una depression sin pendiente ni desagüe. Y tal es en efecto con mucha frecuencia la accion de las aguas comprimidas en depósitos subterráneos sobre las grandes llanuras arcillosas.

Para verificar la desecacion de los terrenos inundados por manantiales que producen depósitos de aguas comprimidas, segun el procedimiento de Elkington, se abren en la parte mas baja zanjas de anchura suficiente para recibir todas las aguas, y de trecho en trecho se abren en el fondo de las zanjas agujeros con

la sonda para dar una libre salida á las aguas comprimidas y hacerlas correr. Si se trata de una superficie de gran extension, es necesario abrir una ó varias zanjas de desagüe en toda la longitud del terreno que se trata de desecar, y se hace llegar á ella, como otras tantas ramas ó ramificaciones, todas las zanjas transversales, en las cuales se han hecho agujeros de sonda que se multiplican segun lo exige la necesidad. Si los bancos de piedra bajo la tierra vegetal estuvieran inclinados, seria preciso que los agujeros de la sonda se hicieran en una direccion perpendicular al plano de estos bancos de piedra, y profundizarlas hasta que saliera el agua. El efecto de estos agujeros de sonda de las zanjas de desagüe, es hacer sólidos en poco tiempo los terrenos inundados y aun los terrenos turbosos mas húmedos. Desecando por este procedimiento pantanos en llano, Elkington ha llegado á procurarse una gran masa de agua, que elevaba sobre su nivel anterior, por medio de una torre hueca, cubierta de greda, y construida en torno del sitio perforado. El agua cuando llegaba al vértice de la torre era en seguida conducida á donde podia ser necesaria para el servicio de fábricas ó para riegos.

Anderson que ha adquirido en Inglaterra una reputacion justamente merecida por el buen éxito de sus operaciones de desecacion, prefiere abrir pozos á taladrar con la sonda. Aunque mas difíciles y mas costosos, los pozos abiertos en inmediacion de las tierras inundadas ó de los pantanos, producen en efecto un resultado pronto é infalible, pero este medio presenta mas dificultades, es mas costoso y como hemos dicho la abundancia de las aguas ó de las gredas corrientes hacen muy difíciles de abrir los pozos.

*Desecacion de las llanuras húmedas, sin pendiente, sin desagüe, y de los pantanos mas bajos que el pais circunvecino.* Fácil es comprender que las llanuras sin pendiente y sin desagüe se hallen constantemente húmedas, que en los años lluviosos se empapan profundamente, y que las aguas no pudiendo extenderse por ningun lado, queden estancadas en su superficie. En muchos países existen en medio de grandes llanuras, vastos espacios anegados é inundados una parte del año, porque su fondo arcilloso retiene en él las aguas, que forman en él algunas veces pantanos bastante extensos.

Cuando el terreno que se trata de desecar es mas bajo que todo el pais circunvecino, de modo que para conseguir su desecacion seria preciso abrir un gran número de zanjas profundas, las cuales costarian mas que lo que valdria el terreno despues de desecado, se empieza por determinar el punto mas bajo de la llanura ó del pantano que se ha de desecar, y se le toma como centro de la operacion, que debe hacerse en el buen tiempo y sobre todo en un año de sequía. Se reúnen lo mas económicamente posible en aquel punto fajinas y tablas, y se abre en el centro con azadas, palas ú otro instrumento, un pozo ó sumidero que se profundiza cuanto es posible hacerlo al traves de las tierras, gredas ó turbas, sosteniéndolas con ramas de árboles y tablas. En seguida se llenan los pozos con piedras irregulares, arrojadas en monton y sin orden, unas sobre otras, en derredor de un tubo ó arca de madera colocado verticalmente en el centro del pozo y destinado á la maniobra de la sonda. Cuando se ha hecho el terraplen, se baja la sonda á la arca y se horada hasta que el taladro llegue á algun terreno permeable que absorba todas las aguas de la superficie. En fin, cuando la sonda ha dado á conocer uno de estos terrenos permeables, se hacen en toda la superficie del terreno que se ha de desecar, zanjas ó targeas que van á parar al sumidero como á un centro comun. Si el terreno presenta una gran extension, se abren muchos de estos pozos, y muchas veces para experimentar menos dificultad en su apertura, se abren no en el terreno que se quiere desecar, sino en su con-

torno, y se dirigen las zanjas, desde el centro del terreno ó pantano, hácia los pozos abiertos fuera de él cuando se tiene la seguridad de que las sondas producen todo su efecto, se llenan los pozos con piedras ó fajinas, y se cubren de césped ó de tierra, nivelando despues toda su superficie.

*De los pozos perdidos ó sumideros naturales, de sus efectos en agricultura, y del modo de desecar terrenos inundados, por estos medios.* Existen pozos perdidos ó sumideros naturales mas ó menos profundos y de diámetros variados, por lo comun verticales, y sin embargo algunas veces oblicuos con diferentes inclinaciones. Las simas, embudos, etc., no se diferencian de estos pozos sino por sus grandes dimensiones. Estos pozos y estas simas son de gran utilidad para la agricultura en los países arcillosos y de tierras fuertes y húmedas, para absorber las aguas abundantes que la compacidad de las tierras retiene en la superficie, y que ocasionarian el mayor perjuicio á las cosechas.

Los hundimientos de antiguas explotaciones de margas ó canteras, hácia las cuales se dirigian naturalmente las aguas llovedizas y de las nieves, para desaparecer y perderse allí enteramente, han debido sugerir la idea de abrir sumideros artificiales para desecar las tierras que el arado no podia cultivar.

Existen terrenos permeables casi generalmente bajo las arcillas; así en algunos puntos, bajo las gredas ó las masas arcillosas, se encuentran arenas, guijos, ó capas de piedras; en otras partes son calcáreas, lagunosas ó silíceas, carnosas ó hendidas en todo su espesor; ya se encuentran grandes depósitos de yeso ó calcárea marina, cuyas capas rotas ó trastornadas, presentan largas y extensas hendiduras que se cruzan en todos sentidos; ya una gran masa de creta que hendida por una especie de contraccion que ha experimentado al desecarse, forma un filtro siempre dispuesto á absorber las aguas cuando las arcillas de la superficie no se oponen á su infiltracion; mas allá se encuentran las calcáreas, volcánicas, corálicas y jurásicas, etc., que unas veces estan divididas en hojas delgadas, otras son cavernosas, y otras estan rotas ó trastornadas, de modo que dan un libre acceso á las aguas de la superficie; mas lejos, estan los terrenos esquistosos, que alternan con el gres, sammitas, filladas, pudingas y brechas mas ó menos permeables; y mas lejos en fin, se ven los terrenos arcillosos de los países primitivos, los esquistos micáceos, alternando con los gneis, pórfidos y granitos, que dejan tambien filtrar las aguas entre sus lechos de superposicion, ó en las hendiduras que los cortan y recortan en diferentes direcciones. De todo esto se deduce claramente: 1.º que casi generalmente, atravesando las arcillas ó gredas cuya compacidad se opone á la infiltracion de las aguas llovedizas, se encuentran debajo terrenos permeables, en los cuales hay seguridad de hacerlas perderse ó desaparecer con mas ó menos prontitud; y 2.º que entre los medios de desecacion de los terrenos cultivables sujetos á inundaciones, sea la que quiera la causa, nunca podria recomendarse demasiado á los cultivadores el establecimiento de los pozos perdidos, puesto que una vez bien establecidos no exigen ningun gasto, y llenan constantemente el objeto propuesto sin que haya que hacer ninguna reparacion, ni conservacion, como en los otros sistemas de desecamiento.

El establecimiento de un pozo perdido es fácil y poco costoso cuando el terreno que se ha de desecar es llano; pero cuando hay barrancos ó partes profundas y pantanosas, exige mayores gastos y mucho mas tiempo.

Antes de emprender una operacion de este género, se debe buscar una sonda de fontanero de veinte y cinco á treinta metros de longitud con sus principales instrumentos. La primera condicion para asegurar el

éxito de la desecacion por medio de pozos perdidos es levantar el plano y hacer la nivelacion exacta de todo el terreno que se ha de desecar, para conocer el sitio ó sitios mas bajos, porque si estan muy distantes unos de otros, determinaran la abertura de otros tantos pozos como barrancos hay, á fin de evitar el hacer grandes zanjas para establecer sumideros ó regueras subterráneas, que deben recoger todas las aguas de la superficie.

Deberá aprovecharse un año de sequía ó el buen tiempo, para no verse en la necesidad de suspender los trabajos durante muchos meses.

Habiéndose determinado por las nivelaciones los sitios de los pozos, se hará en uno de ellos una sonda de exploracion, si no se conoce aun la naturaleza ó la composicion del fondo del suelo, la cual se puede saber comunmente por las quebradas, escarpados, ó por las canteras abiertas en las cercanías. Cuando se ha adquirido el conocimiento exacto de la naturaleza del suelo, se empieza la apertura del pozo con un diámetro de cinco ó seis metros, segun la extension de terreno que se quiere desecar ó la distancia de un pozo á otro, y se continúa rápidamente cavándole en espiral, alrededor del cono ó del embudo, sosteniendo las tierras con estacas y con ramas de árbol ó tablas. Si á pesar de estos medios se teme, ó si se experimentan resbalamientos ó hundimientos de tierra, se da al declive ó á la abertura del cono un ángulo de cincuenta á sesenta grados.

La naturaleza del terreno determina la profundidad del pozo; esta puede ser de tres á cuatro metros, como puede ser de cinco á seis y aun mas, como hemos visto. Algunas veces, bajo las gredas, se encuentran á uno ó dos metros, capas duras y pedregosas, en las cuales hay que detenerse, pero lo mas comun es que las gredas y arcillas tengan algunos metros de espesor, y entonces es necesario cavarlas enteramente para formar el cono truncado, en cuyo fondo se colocan gruesas piedras brutas ó en círculos, dejando entre ellas espacios, en los cuales se hacen entrar á la fuerza otras piedras irregulares, que apretadas, dejan sin embargo vacíos ó junturas para la llegada de las aguas. A falta de piedras, se echan en el fondo del sumidero algunos árboles viejos, tales como encinas, olmos, alisos, sauces ú otros, con fajinas ó haces.

En el centro del cono, se hace una sonda de cinco á seis metros de profundidad, hasta que se llegue al terreno permeable, y se coloca en el agujero de la sonda un tubo ó arca de madera de aliso, olmo ó encina, cuya abertura sobresale algunas pulgadas del círculo de piedras ó troncos de árboles. Para prevenir que el tubo se obstruya, se ponen encima algunas espigas y sobre estas una piedra plana cuyas extremidades descansan en tres ó cuatro piedras colocadas en torno del tubo. En seguida se llena todo el tubo ya sea con piedras amontonadas irregularmente unas sobre otras, ya con fajinas, hasta cosa de un metro de la superficie de la tierra.

Si al llegar á cierta profundidad en la excavacion de las gredas, la abundancia de aguas no permitiera profundizar el cono, se debería cuanto antes colocar en el centro el tubo de sonda, y despues como hemos visto ya, se llenaria inmediatamente, ya con piedras toscas é irregulares arrojadas en monton unas sobre otras, ya con fajinas, el cono del sumidero, y se procedería á la sonda por medio del tubo.

En la circunferencia se abren cuatro, seis ú ocho zanjas ó mas segun el terreno que se quiere desecar. Estas zanjas tienen uno ó dos metros de profundidad; á su embocadura en el sumidero, se guarnecen de piedras toscas, ó de ramas y fajinas que se cubren de tejas ó de piedras chatas.

Finalmente antes de cerrar las zanjas, cuando no tienen cerca piedras, se ponen fajinas, ramas ó cé-

spedes, y se cubre el todo nivelando las tierras, para que el arado y los carros puedan pasar por todas partes y en todos sentidos.

Estos pozos ó sumideros pueden quedar abiertos, pero los accidentes que de esto resultan frecuentemente para los hombres y las bestias que se precipitan en ellos, aconsejan taparlos. Al efecto, sobre las piedras que se amontonan allí, se ponen fajinas ó haces, paja, hojas, musgo, césped y tierra. Cubiertos ó cerrados de este modo, producen sus efectos lo mismo que abiertos, y no ofrecen aquellos inconvenientes.

*De la formacion de zanjas cubiertas y descubiertas.* El éxito de las operaciones de desecacion de los terrenos pantanosos depende en gran parte de los cuidados que se despliegan en el establecimiento de zanjas cubiertas ó descubiertas, es pues útil dar algunos pormenores de práctica en este asunto.

En la formacion de zanjas abiertas es muy esencial echar la tierra bastante lejos, no solo para que no ejerza sobre las orillas de dicha zanja una presion nociva, sino ademas para que, en el caso bastante frecuente en que hubiera necesidad de ensanchar dicha zanja, la tierra quitada la primera vez no lo impida. En esta clase de zanjas no basta trazarlas y abrirlas, es preciso ademas tener cuidado de limpiarlas y conservarlas; por consiguiente, es necesario prever y calcular no solo los gastos de establecimiento, sino tambien los de conservacion que varían segun las localidades y las circunstancias.

En las tierras compuestas de cal ó de greda tenaz, las labores no se verifican por lo general sino muy superficialmente á causa de la dificultad del trabajo en los suelos de este género; de esto resulta, que la capa inferior se endurece fuertemente, de manera, que no deja escurrir el agua de la capa superior, y cuando las lluvias vienen á añadir una nueva cantidad, la tierra se transforma en una especie de papilla, estado muy perjudicial para las plantas que ocasiona la putrefaccion de sus raíces, y por consiguiente su muerte. En estos casos no se deben abrir zanjas cubiertas, porque teniendo estas 9 ó 10 pulgadas de tierra por lo menos, esta capa de tierra es demasiado gruesa para que el agua pueda atravesarla y penetrar en la targea. Por no haber tenido en cuenta estas circunstancias, se ha dicho algunas veces, que las zanjas subterráneas no producian efectos ó duraban poco, porque la tierra con que se las habia cubierto, aunque movable entonces, no habia tardado en endurecerse y en formar sobre la zanja una masa impermeable. Las zanjas descubiertas, son pues preferibles, y cuando se hacen, se les da la direccion en que la pendiente es mas sensible, es decir, la que conduce mas pronto el agua á donde debe llegar.

En las pendientes de montañas se encuentran algunas veces porciones de terrenos pantanosos sobrepuestos unos á otros, porque las inflexiones ó concavidades de las rocas ó de las capas de arcilla retienen las aguas á diferentes alturas. En estas situaciones, cuando algunas cortaduras en el suelo parece que deberian desembarazarle fácilmente de las aguas, puede suceder, que no se haga mas que llevarlas un poco mas abajo, es pues preferible hacer correr las aguas por la superficie ó sumirse por un agujero de sonda por debajo del banco de arcilla mas inferior.

Las zanjas subterráneas para producir su efecto, nunca deben estar dispuestas en el sentido de la pendiente del terreno, porque no reunirían todas las aguas que corrian en el suelo; deben por el contrario, cortar esta pendiente en sentido transversal. Sin embargo, en esta direccion, deben estar ligeramente inclinadas hácia el punto por donde el agua tiene su curso; pero esta inclinacion no debe ser mas que una pulgada por cada 10 metros, y de otro modo, podrian fácilmente calmarse. La mejor salida que se puede dar á estas zanjas subterráneas, es un canal de