

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

CONGRESO NACIONAL DE RIEGOS É INDUSTRIAS ANEJAS

CELEBRADO EN ZARAGOZA LOS DÍAS 2 AL 6 DE OCTUBRE DE 1913

PONENCIAS PRESENTADAS

Régimen de las aguas subterráneas.—Su aplicación al riego y á la industria,

Por DON JOSÉ MESA, *Ingeniero de caminos.*

I

RÉGIMEN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.

Las capas alternativamente permeables é impermeables que constituyen la corteza terrestre ocupan cuencas subterráneas, superpuestas, análogas, y, próximamente, paralelas, hasta profundidades generalmente grandes á las cuencas superficiales que están sobre ellas. Interrumpidas estas capas por las montañas que sirven de cerco á las cuencas, siguen á las ondulaciones del suelo y asoman sus cabezas ó afloramientos en puntos tanto más elevados cuanto mayor sea la profundidad á que se encuentren.

Así, descendiendo desde las cimas de las cordilleras hasta los puntos más bajos de los valles, aparecerán en el suelo los afloramientos de las capas subterráneas, dispuestos en fajas alternativamente permeables é impermeables, que seguirán direcciones próximamente paralelas á las del valle á que pertenecen, constituyendo las permeables las zonas de absorción por donde entrará el agua de las lluvias y de las nieves que se depositará en el interior de la tierra, acumulándose en los puntos bajos de las capas correspondientes.

El agua subterránea, cuando circula, lo hace tan lentamente, con tanta dificultad, filtrando á través de materiales muchas veces sumamente tenues con velocidad tan insignificante, en circunstancias tan especiales, que los fenómenos que á ella se refieren deben asimilarse más bien á los de las aguas contenidas en balsas, estanques ó depósitos que á los de las corrientes que se presentan en la superficie de la tierra.

Los ríos y arroyos subterráneos sólo existen cuando en el interior de la tierra se encuentran grutas ó cavernas por donde el agua pueda correr libremente sin que nada entorpezca su curso; algunos casos de éstos existen, pero son escasos en relación al general.

Las aguas subterráneas se encuentran, salvo la excepción indicada, impregnando los materiales de que se componen las ca-

pas ó lechos permeables, y su movimiento, á consecuencia de los alumbramientos, se verifica, no en forma de corriente determinada, sino de afluencia alrededor del pozo de donde sale ó de donde extrae, ó en las proximidades de los manantiales naturales que se forman en los sitios donde la capa aparece al descubierto en puntos más bajos que el nivel del líquido dentro de ella.

Si en un punto cualquiera de un lago ó de un estanque extraemos agua por medio de una bomba, el líquido durante el agotamiento se agitará alrededor del tubo de aspiración de la misma hasta cierta distancia; en el resto del estanque permanecerá tranquila; dentro de la zona de agitación ó absorción afluirá de todas partes sin una dirección determinada. Para que haya corriente ha de tener ésta una dirección; como son infinitas las direcciones, más que corrientes es, como hemos dicho, una afluencia del líquido alrededor del tubo de aspiración que alcanza cierta distancia, á partir de la cual, en el resto del estanque, no hay movimiento alguno, y si lo hubiese sería únicamente un descenso de la superficie líquida cuando el agua que entra en el estanque ó lago es menor que la que se saca ó una elevación de dicha superficie en el caso contrario.

Lo mismo sucede en las capas acuíferas, ya sean freáticas, así llamadas las de los pozos ordinarios, ya sean artesianas.

La extracción ó salida del agua origina, por la afluencia de este líquido al pozo ó al manantial, una depresión ó una agitación de la superficie líquida alrededor del mismo; no hay corriente sino agitación hasta cierto límite, pasado el cual el agua permanece tranquila.

El agua que impregna las arenas y guijarros de las capas permeables no se mueve ó tiene en general un movimiento muy lento, pudiéndose considerar en ambos casos para los efectos que producen no como corrientes sino como depósitos. Si las capas permeables ó las rocas agrietadas afloran ó asoman á la superficie terrestre en puntos más bajos que el nivel del agua de estos depósitos se formarán manantiales.

De estos depósitos subterráneos procede, pues, el agua de los *manantiales naturales* que nacen en las márgenes y cauces de los ríos, arroyos y barrancos, en las montañas y en las grutas, y los

manantiales artificiales alumbrados por la mano del hombre en las excavaciones y perforaciones de los desmontes, túneles, pozos ordinarios, galerías filtrantes, pozos artesianos ó de cualquiera otra exploración subterránea.

Los manantiales no son exclusivos de ninguna clase de terreno; en todos los terrenos se encuentran.

Hasta hace poco tiempo se creía que las rocas graníticas y las volcánicas no podían contener aguas á cierta profundidad y menos ascendentes. Hoy se tienen pruebas de que eso no es cierto; donde hay grietas, donde existan conductos que permitan el paso del agua, allí se encontrará el preciado líquido. Así es que los manantiales artificiales y naturales pueden esperarse no sólo en las capas permeables de todas las épocas, sino en las rocas más compactas, siempre que estén agrietadas.

Los depósitos subterráneos de aguas freáticas y artesianas no son de carácter local, sino general. Incurriría en grave error quien creyese que á cada pozo ordinario ó artesianos corresponde un depósito especial y más grave aún si imagina corrientes especiales. Nada más lejos de la realidad. Las aguas subterráneas forman depósitos ó corrientes de extremada lentitud asimilables ó depósitos de muchos kilómetros de extensión; en un valle, para las aguas freáticas no hay más que un depósito común de donde toman el agua todos los pozos ordinarios de la región, y para las aguas artesianas serán tantos depósitos como capas permeables acuíferas atraviesen la sonda; de manera que si á los 20, 40, 60 metros se han encontrado capas artesianas, habrá tres depósitos subterráneos alimentadores de todos los pozos artesianos que aproximadamente á las citadas profundidades se perforen.

Cuanto antecede es elemental, pero si con las consideraciones expuestas nada nuevo se dice, no se repetirán bastante estas verdades para combatir la tendencia, ya abandonada por sus fracasos, y que actualmente se intenta resucitar, de explicar los fenómenos más sencillos por elucubraciones fantásticas, que pugnan con la razón y el buen sentido, como sucede con el uso de varitas y aparatos que pretenden descubrir manantiales y corrientes subterráneas, perjudicando así á los que inocentemente se dejan inducir por estos procedimientos, contra los cuales, sin negar que haya personas que crean en ellos de buena fe, debemos ponernos en guardia, sobre todo cuando fácilmente se prestan á la superchería y al engaño.

De las consideraciones expuestas y de los conocimientos que actualmente se tienen acerca de las aguas subterráneas se deducen las siguientes conclusiones:

1.^a El agua subterránea está en reposo, ó si circula lo hace, generalmente, con tan extremada lentitud, que en vez de corrientes deben considerarse como depósitos que alimentan á los manantiales naturales y á los artificiales.

2.^a En todo valle á pliegue del terreno hay siempre agua subterránea.

3.^a Todo suelo permeable contiene aguas freáticas.

4.^a En todo suelo permeable ó impermeable las perforaciones, después de atravesar la primera capa impermeable, darán aguas artesianas.

5.^a La probabilidad de encontrar aguas subterráneas será tanto mayor cuanto más bajos se elijan los puntos del suelo donde hayan de practicarse las excavaciones ó las perforaciones.

6.^a La investigación de manantiales naturales debe hacerse en los cortes naturales de los terrenos sedimentarios y en las grietas de las rocas compactas, encontrándose el agua, tanto en éstos como en los artificiales, en el contacto de las capas permeables con las impermeables, que les sirven de apoyo ó fundación, y en el contacto de las grietas con la parte de la roca compacta no agrietada.

7.^a En los valles sinclinales la investigación de manantiales debe hacerse en ambas márgenes de los ríos ó arroyos correspondientes.

En los valles anticlinales no se encontrarán manantiales ó serán poco importantes, debiendo hacerse la investigación en los valles sinclinales ó monoclinales contiguos á aquéllos.

En los valles monoclinales la investigación de los manantiales naturales debe hacerse en las márgenes superiores, y la de los manantiales artificiales en ambas márgenes.

8.^a Los pozos ordinarios construidos en la misma capa permeable suelen tener profundidades aproximadamente iguales, aunque se hallen muy distantes.

9.^a La perforación de pozos artesianos en la misma cuenca encontrará en todos ellos igual número de capas acuíferas que estarán situadas á profundidades análogas.

10. Los pozos ordinarios darán tanto mayor caudal cuanto más se profundice en la capa permeable hasta llegar á la impermeable que la sirve de apoyo ó fondo.

11. A igualdad de permeabilidad y de espesores de las capas acuíferas, los pozos artesianos perforados en los puntos bajos del suelo darán más caudal que los perforados en los puntos altos.

12. No debe efectuarse ningún trabajo de alumbramiento importante sin que preceda el estudio geológico é hidrológico de la localidad correspondiente.

II

APLICACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS AL RIEGO Y Á LA INDUSTRIA.

En muchas comarcas donde el agua de lluvia ó de las corrientes superficiales de que se puede disponer es insuficiente para las múltiples necesidades de la vida, se ha recurrido á las aguas artesianas que, encerradas dentro de inmensos depósitos en las profundidades de la tierra, surgen espontáneamente cuando la sonda dirigida por la mano del hombre perfora la capa impermeable que las cubre.

De las Memorias publicadas por la Comisión geológica de los Estados Unidos de América se deduce que se han construido allí más de 20.000 pozos artesianos, concediéndose por algunos de los Estados de aquella nación auxilios á los particulares que lleven á cabo las primeras perforaciones en cuencas no exploradas todavía para que sirvan á la investigación general, beneficio para todos.

En Australia se han construido más de 2.000, gran parte de ellos por cuenta del Estado.

En Argelia la Administración francesa ha propagado su construcción, haciendo desde mediados del siglo pasado hasta hoy trabajos de investigación y de construcción, dirigidos por su personal técnico, que ha conseguido numerosos alumbramientos, con los cuales extendieron el riego, hicieron habitables los oasis del desierto, abandonados por la falta del agua, y convirtieron en colonias agrícolas á las tribus nómadas, que antes sólo vivían del merodeo y de la caza, contribuyendo así á consolidar su preponderancia y dominio en estos territorios.

En Alemania son innumerables los pozos artesianos construidos; solamente en Hamburgo hay en la actualidad más de 1.500.

Casi todas las naciones se valen de este medio para obtener y completar el agua que necesitan en las regiones de escasa lluvia, donde las corrientes superficiales (ríos, arroyos, etc.) no proporcionan el volumen necesario, ó que su aprovechamiento resulte muy difícil técnica y económicamente considerado.

Podemos, pues, considerar este asunto de universal importancia.

NOTAS

SOBRE EL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS
EN EL REGADÍO DE LORCA (MURCIA) (1)

(Continuación.)

14.—Duración de las hilas de día y noche.

La variación del tiempo que han de durar las hilas que se den de día y de noche, se regulará por el siguiente cuadro:

				HORAS DE DÍA	HORAS DE NOCHE
Desde	21 de Diciembre	á	5 de Enero	9	15
—	6 Enero	20	—	9 1/2	14 1/2
—	21 —	5	Febrero	10	14
—	6 Febrero	20	—	10 1/2	13 1/2
—	21 —	5	Marzo	11	13
—	6 Marzo	20	—	11 1/2	12 1/2
—	21 —	5	Abril	12	12
—	6 Abril	20	—	12 1/2	11 1/2
—	21 —	5	Mayo	13	11
—	6 Mayo	20	—	13 1/2	10 1/2
—	21 —	5	Junio	14	10
—	6 Junio	20	—	14 1/2	9 1/2
—	21 —	5	Julio	15	9
—	6 Julio	20	—	14 1/2	9 1/2
—	21 —	5	Agosto	14	10
—	6 Agosto	20	—	13 1/2	10 1/2
—	21 —	5	Septiembre	13	11
—	6 Septiembre	20	—	12 1/2	11 1/2
—	21 —	5	Octubre	12	12
—	6 Octubre	20	—	11 1/2	12 1/2
—	21 —	5	Noviembre	11	13
—	6 Noviembre	20	—	10 1/2	13 1/2
—	21 —	5	Diciembre	10	14
—	6 Diciembre	20	—	9 1/2	14 1/2

15.—Venta de aguas claras sobrantes.

Cada heredamiento no podrá disfrutar mayor dotación de la consignada en la nota 12, pero se traspasarán de uno á otro las hilas que no encontrasen compradores, dando siempre preferencia en este traspaso al heredamiento en que se haya fijado mayor precio, ó al que fuese objeto de mayor demanda relativa, si el precio fuese igual.

En este caso, las unidades de venta en Sutullena, reducidas á seis hilas de día y seis de noche, se aplicarán al heredamiento de Tercia ó Albacete, en que concurren las circunstancias señaladas.

Análogamente y en igual caso se venderán las dos unidades que constituyen la dotación de Altritar, Serrata con El Hornillo y El Real, reducidas cada una á una hila.

Al hacer estas reducciones sobra de Sutullena y Alberquilla un tercio de hila y de Altritar, Serrata con El Hornillo y El Real media hila de cada unidad.

Estos sobrantes se considerarán como aumento en favor de los regantes.

Cuando se venda en Albacete agua sobrante de Tercia, ó en Tercia hilas sobrantes de Albacete, el importe de estas hilas lo cobrarán sus respectivos dueños, sean los particulares ó sea el Sindicato.

Cuando se vendan como sobrantes la hila de Altritar y Serrana con El Hornillo y la hila de El Real, su importe será para el Sindicato, así como cuando se vendan por sobrantes las hilas de

(1) Véase el número anterior