

1914
Enero

SERVICIO DE PUBLICACIONES AGRÍCOLAS
Estas «Hojas» se remiten gratis á quien las pide.

Año VIII.
Número 1.



MINISTERIO
DE FOMENTO

Hojas divulgadoras

DIRECCIÓN GENERAL DE AGRICULTURA, MINAS Y MONTES

Régimen de las aguas subterráneas.

Su aplicación al riego y á la industria.

(Por 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 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 pertenezcan, 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 estos 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 capas y 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 se 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 corriente, 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, para los efectos que produce, 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 superficiales*, alumbrados por la mano del hombre, en las excavaciones y perforaciones de los desmon-

tes, 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 haya 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 artesiano corresponde un depósito especial, y más grave aun si imagina corrientes especiales. Nada más lejos de la realidad; las aguas subterráneas forman depósitos ó corrientes de extremada lentitud, asimilables á 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 acuiferas atraviese 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 ó 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 recortes 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 monocliniales contiguos á aquéllos.

En los valles monocliniales, 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 profunde 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 construído 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, beneficiosa para todos.

En Australia se han construído 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 extendió el riego, hizo habitables los oasis del Desierto, abandonados por la falta del agua, y convirtió en colonias agrícolas 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 necesiten en las regiones de escasa lluvia, donde las corrientes superficiales (rios, arroyos, etcétera), no proporcionan el volumen necesario, ó que su aprovechamiento resulte muy difícil, técnica y económicamente considerado.

Podemos, pues, considerar este asunto de universal importancia.

En España existen unos 600 pozos artesianos en los deltas de los ríos Llobregat y Besós (Barcelona); más de 1.000, incluyendo los abisinios, en la población de Valencia y sus alrededores; algunos centenares en otras provincias, que suministran grandes caudales de agua en beneficio de la agricultura, la industria y la alimentación. Las potentes capas acuíferas subterráneas de donde proceden representan una inmensa riqueza que, para explotarla debidamente, exige costosos trabajos de investigación, que han de tener por base un estudio detenido de las condiciones geológicas, hidrológicas, topográficas y meteorológicas de las cuencas que se examinen, relacionando convenientemente los datos que se recojan.

Tales trabajos, no pudiendo, evidentemente, hacerlos los particulares ni las Corporaciones locales, deben emprenderse por el Estado, pues de lo contrario, las aguas artesianas quedarían abandonadas ó se explotarían imperfecta y desordenada-

damente, como ahora se hace, originando frecuentes fracasos y ruinas, fácilmente evitables con su intervención.

En España se intentó esta intervención del Estado con un Real decreto de 15 de Julio de 1905, encomendando á la Comisión del Mapa geológico los trabajos de investigación de las cuencas hidrográficas para el alumbramiento de las aguas subterráneas.

Por Real decreto de 28 de Junio del año 1910, la Comisión del Mapa geológico cambió su nombre por el de Instituto Geológico, estableciéndose en dicha disposición auxilios á particulares y Corporaciones, con el criterio de otorgarlos en los casos que los alumbramientos que se intenten ofrezcan probabilidades de éxito.

Creemos que el estudio de las cuencas artesianas no puede hacerse en debida forma sin la construcción de suficiente número de pozos para el descubrimiento y conocimiento más perfecto posible de las capas acuíferas, y que la subvención á los pozos particulares sólo procede otorgarla cuando fundadamente se suponga que la construcción será útil á ese estudio.

En cuanto á la investigación de las aguas freáticas, no se ve la necesidad de que en ella intervenga el Estado, porque se sabe que en la comarca donde un pozo proporcione este líquido, los demás que se construyan también lo darán á profundidades análogas, siempre que se realicen en el mismo suelo permeable; y como los trabajos que exigen tales alumbramientos no son generalmente muy costosos, ni existe la incertidumbre de los artesianos en el éxito, pueden fácilmente ejecutarse por los particulares.

Por consiguiente, el que suscribe tiene la honra de proponer las conclusiones siguientes:

1.^a El Estado, aparte de los demás procedimientos que tiendan al mismo fin, puede intervenir en la transformación de las propiedades particulares por medio de los riegos, y en el progreso de la industria, realizando las perforaciones y cuantos trabajos sean necesarios para la investigación general de las aguas artesianas y el estudio de las cuencas donde éstas se encuentran;

2.^a Si para la investigación se necesita ocupar alguna propiedad particular, se obtendrá previamente el permiso del dueño, abonándole la indemnización correspondiente, si la pide;

3.^a Cuando se suponga fundamentalmente que algunos pozos artesianos de particulares y de Corporaciones convienen al referido estudio, el Estado subvencionará su construcción, sin perjuicio de los auxilios que se otorguen al riego efectuado con aguas artesianas.

Madrid 23 de Agosto de 1913.

(De la ponencia discutida y votada en el primer Congreso Nacional de Riegos, de Zaragoza.)

Estado comparativo de la producción de trigo en el último quinquenio.

R E G I O N E S	Producción en 1909, — Quintales métricos.	Producción en 1910, — Quintales métricos.	Producción en 1911. — Quintales métricos.	Producción en 1912. — Quintales métricos.	Producción en 1913. — Quintales métricos.
1. ^a Central o Castilla la Nueva.....	4.848.070	4.106.270	5.137.383	4.068.024	2.941.635
2. ^a Mancha y Extremadura.....	3.935.560	3.945.386	4.336.421	2.897.138	2.513.489
3. ^a Castilla la Vieja.....	5.879.390	4.036.003	5.031.770	4.258.996	5.692.631
4. ^a Aragón y Rioja.....	3.861.141	3.594.031	4.242.940	3.625.681	2.909.282
5. ^a Leonesa.....	4.855.253	4.322.977	4.089.782	2.505.444	3.500.395
6. ^a Galicia y Asturias.....	729.067	664.312	624.425	432.988	783.399
7. ^a Navarra y Vascuengadas.....	1.678.583	1.918.485	1.972.412	1.623.314	1.563.104
8. ^a Cataluña.....	1.829.610	2.023.573	1.992.740	1.926.325	2.081.580
9. ^a Levante.....	2.029.340	1.703.263	2.350.035	1.104.055	2.158.366
10. ^a Andalucía Oriental.....	4.603.219	4.632.168	4.873.089	3.359.903	2.487.607
11. ^a Andalucía Occidental.....	4.243.084	5.861.271	5.162.378	3.592.556	3.298.537
12. ^a Islas Baleares.....	519.831	407.653	330.060	239.359	334.658
13. ^a Islas Canarias.....	206.737	192.125	235.080	235.555	260.062
Melilla.....	»	»	35.671	9.108	6.049
Total.....	39.218.885	37.407.517	40.414.186	29.878.446	30.590.794

Estado comparativo de la producción de cebada en el último quinquenio.

REGIONES	Producción en 1909.		Producción en 1910.		Producción en 1911.		Producción en 1912.		Producción en 1913.	
	Qts. métricos.	Qts. métricos.	Qts. métricos.	—	Qts. métricos.	—	Qts. métricos.	—	Qts. métricos.	—
1. ^a Central ó Castilla la Nueva.....	3.811.220	3.905.980	4.437.730	3.259.768	2.552.656	8	2.552.656	2.171.152	2.080.334	
2. ^a Mancha y Extremadura.....	2.968.492	2.639.337	2.799.645	1.972.056	1.972.056		2.171.152	2.080.334	2.080.334	
3. ^a Castilla la Vieja.....	1.854.684	1.831.847	2.172.668	1.700.090	1.700.090		1.700.090	1.700.090	1.700.090	
4. ^a Aragón y Rioja.....	2.218.574	1.822.481	2.017.0.2	1.574.448	1.574.448		1.574.448	1.317.646	1.317.646	
5. ^a Leonesa.....	1.590.031	1.600.652	1.614.788	915.636	1.402.824		915.636	915.636	915.636	
6. ^a Galicia y Asturias.....	49.825	36.587	33.354	28.960	69.567		28.960	28.960	28.960	
7. ^a Navarra y Vascuengadas.....	313.753	370.226	390.454	298.390	310.837		298.390	298.390	298.390	
8. ^a Cataluña.....	589.898	751.382	829.796	737.021	843.439		737.021	737.021	737.021	
8. ^a Cataluña.....	892.523	391.998	1.047.972	240.531	1.467.902		240.531	240.531	240.531	
9. ^a Levante.....	1.538.283	1.193.543	1.300.038	864.457	826.240		864.457	864.457	864.457	
10. ^a Andalucía Oriental.....	1.658.308	1.844.253	1.852.079	1.104.497	1.523.670		1.104.497	1.104.497	1.104.497	
11. ^a Andalucía Occidental.....	142.796	114.557	117.826	93.632	128.162		93.632	93.632	93.632	
12. ^a Islas Baleares.....	133.387	111.500	187.700	212.025	234.480		212.025	212.025	212.025	
13. ^a Islas Canarias.....	"	"	95.902	60.769	44.560		60.769	60.769	60.769	
Melilla.....										
TOTALES.....	17.761.774	16.614.343	18.896.974	13.062.280	14.973.469		13.062.280	13.062.280	13.062.280	